



РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ

Материалы VI международной
научной конференции

20 ноября 2025 г., Красноярск

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент образования и кадровой политики
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Красноярский государственный аграрный университет»



РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ

Материалы VI международной научной конференции

20 ноября 2025 г.

Электронное издание

Красноярск 2026

УДК 338.439
ББК 74+72
Р 44

Ответственный за выпуск:
А.В. Коломейцев

Редакционная коллегия:

Кузьмин Н.В., канд. техн. наук, директор Института инженерных систем и энергетики, Красноярский ГАУ
Бастрон А.В. – канд. техн. наук, доцент, Красноярский ГАУ
Карпюк Т.В. – канд. биол. наук, доцент, Красноярский ГАУ
Козлов В.А. – канд. техн. наук, Красноярский ГАУ
Кузнецов А.В. – канд. техн. наук, доцент, Красноярский ГАУ
Носкова О.Е. – канд. пед. наук, Красноярский ГАУ
Романченко Н.М. – канд. техн. наук, доцент, Красноярский ГАУ
Семенов А.В. – канд. техн. наук, доцент, Красноярский ГАУ
Харебин Д.Д. – ст. преподаватель; ведущий специалист Управления науки и инноваций, Красноярский ГАУ

Р 44 Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России
[Электронный ресурс]: материалы VI Международной научной конференции / Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2026. – 344 с.

В сборнике представлены материалы VI Международной научной конференции «Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России». Конференция проходила в Красноярском государственном аграрном университете 20 ноября 2025 г.

Предназначено для специалистов агропромышленного профиля.

УДК 338.439
ББК 74+72

Статьи публикуются по результатам отбора редакционной коллегией конференции.

Информация об опубликованных статьях размещена на платформе научной электронной библиотеки eLIBRARY.ru.

Статьи публикуются в авторской редакции, авторы и научные руководители несут полную ответственность за содержание и изложение информации: достоверность приведенных сведений, использование данных, не подлежащих публикации, использованные источники и качество перевода.

Издательство не несет ответственности за опубликованные материалы. Все материалы отображают персональную позицию авторов. Мнение издательства может не совпадать с мнением авторов

При перепечатке материалов сборника статей ссылка на сборник обязательна.

© Авторы статей, 2026
© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2026

СЕКЦИЯ 1. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК 621.31

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПОТЕРЬ И ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Баранова Марина Петровна, доктор технических наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: marina60@mail.ru

Ибрагимова Хусния Ильхомовна, ассистент
Навоийский государственный горный институт, Навои, Республика Узбекистан
e-mail: ikhusniya@list.ru

Аннотация. Установлено, что зависимость роста потерь в сетях и кризиса экономики связаны с ослаблением контроля за потреблением электроэнергии, снижением платежеспособности значительной части потребителей, в первую очередь населения, с ростом хищений электроэнергии, обострением проблем из-за несовершенства традиционной системы учета электроэнергии и т. д. По фидеру 127-5 трансформаторной подстанции 110/10кВ Песчанка 127 потери энергии составляют 1199520 кВт·ч. Соответственно стоит задача применения систем учета и специальных мероприятий для снижения потерь электроэнергии

Ключевые слова: потери электроэнергии, проблемы учета потерь, способы хищений

ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF LOSSES AND PROBLEMS OF ELECTRICITY ACCOUNTING

Baranova Marina Petrovna, Doctor of technical sciences, Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: marina60@mail.ru

Ibragimova Khusnia Ilkhomovna, Assistant
Navoi State Mining Institute, Navoi, Republic of Uzbekistan
e-mail: ikhusniya@list.ru

Abstract. Thus, in the course of this work, it was established that the dependence of the growth of losses in networks and the economic crisis is associated with a weakening of control over electricity consumption, a decrease in the solvency of a significant part of consumers, primarily the population, with an increase in electricity theft, exacerbation of problems due to imperfection of the traditional electricity accounting system, etc. For feeder 127-5 of 110/10kV transformer substation Peschanka 127, energy losses are 1199520 kWh. Accordingly, the task is to use accounting systems and special measures to reduce electricity losses

Keywords: power losses, problems of accounting for losses, methods of theft

В настоящее время достаточно часто возникает вопрос почему важно экономить энергоресурсы. Согласно [1] можно утверждать, что:

- если в структуре затрат абонента платежи за энергоресурсы составляют не более 5–7 % доходов, то ситуация является благоприятной;
- если платежи составляют до 15–20 %, то необходимо провести качественный аудит.

Однако структура затрат в России определяет не все. Так, например, в г. Самара, было потрачено 800 млн рублей на установку узлов учета, но целыми в конце года остались лишь 10 % приборов. Остальные были повреждены по тем или иным причинам непосредственно абонентами.

С 1 ноября 2003 г. на территории РФ был запущен оптовый рынок электрической энергии в пяти объединенных энергосистемах и были выпущены регламенты рынка, касающиеся коммерческого учета на оптовом рынке электроэнергии (ОРЭ). В связи с расчетом равновесных рыночных цен по каждому часу потребовались данные учета электроэнергии на часовых интервалах [2]. До момента запуска конкурентного рынка основным документом, регламентирующим коммерческий учет, было «Положение об организации коммерческого учета электроэнергии и мощности на оптовом рынке» от 12 октября 2001 г., утвержденное РАО «ЕЭС России». Отношения на ОРЭ стали сложнее с запуском конкурентного сектора. 31 октября 2003 г. накануне запуска «рынка 5-15%» был введен «Регламент коммерческого учета электрической энергии оптового рынка электроэнергии переходного периода» как приложение №10 к договору о присоединении к торговой системе оптового рынка. Этот регламент дополнял, но не отменял правил в существующем до него Положении.

В отношении АСКУЭ (автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии и мощности) действуют требования ПУЭ и «Типовой инструкции по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении» (РД 34.09.101-94), утвержденной Министерством топлива и энергетики.

К субъектам отношений в сфере коммерческого учета относятся:

- Администратор торговой системы (НП «АТС»);
- Центр сбора информации (ЦСИ);
- Системный Оператор (ОАО «СО-ЦЦУ ЕЭС»);
- Федеральная сетевая компания (ОАО «ФСК Ю С») и иные сетевые компании;
- Участники оптового рынка электроэнергии.

С ноября 2003 г. смежные субъекты ОРЭ заключают между собой соглашения, которые являются основой обеспечения функционирования системы коммерческого учета произведенной (потребленной) на оптовом рынке электрической энергии и регулируют процедуру учета, порядка расчета и согласования количества переданной (полученной) электроэнергии по точкам поставки (группе точек поставки) по границам балансовой принадлежности субъектов. Наличие соглашений для всех субъектов, включая ФСК и АО-Энерго, обязательно [3].

В настоящее время налажена передача информации в специальном XML-формате. Системный оператор на уровне ОДУ формирует почасовые данные мощности по всем сечениям между субъектами на территории своей ответственности по своим данным на основании телеизмерений. В настоящее время такая информация называется замещающей и может быть востребована Центром сбора информации при отсутствии информации от субъектов, или при ее несогласовании [4]. До сих пор состояние АСКУЭ у многих субъектов не позволяет автоматизировать весь процесс сбора информации у многих ныне действующих субъектов рынка. Более того, ни одна система не соответствует техническим требованиям к системам коммерческого учета на ОРЭ.

Точности измерений электроэнергии и мощности недостаточно для полной и исчерпывающей коммерческой информации. Не существует требований к верификации данных, поэтому существует еще систематическая погрешность, которую можно устранить. В энергосистеме принят балансовый метод контроля достоверности показаний средств измерений. С помощью него не всегда можно выявить приборы, показания которых вышли за границы допустимой погрешности [5].

Управление энергосистемами осуществляется на основе показаний телеизмерений. Введена функция коммерческого диспетчера. Но коммерческий диспетчер не может точно отслеживать выполнение заявок субъектов рынка, т.к. телеинформация отличается от

истинной. Данные телеизмерений системного оператора содержат в себе большую систематическую погрешность, что приводит к большому расхождению с показаниями АСКУЭ субъектов ОРЭ (до 5%, а при малых значениях перетока мощности может превышать 20%).

Таким образом, снижение коммерческих потерь электроэнергии является комплексной задачей, которая в своем решении требует разработки конкретных мероприятий на основе предварительного энергообследования и определения фактической структуры потерь электроэнергии и их причин. Анализ структуры потерь электроэнергии ф. 127-5. Для анализа структуры потерь был выбран объект исследования и определены характер нагрузки, режимы работы потребителя. Анализ структуры потерь выполняли для линии электропередач 10 кВ фидера 127-5 трансформаторной подстанции 110/10кВ Песчанка 127. На рисунке 1 показана поопорная схема фидера.

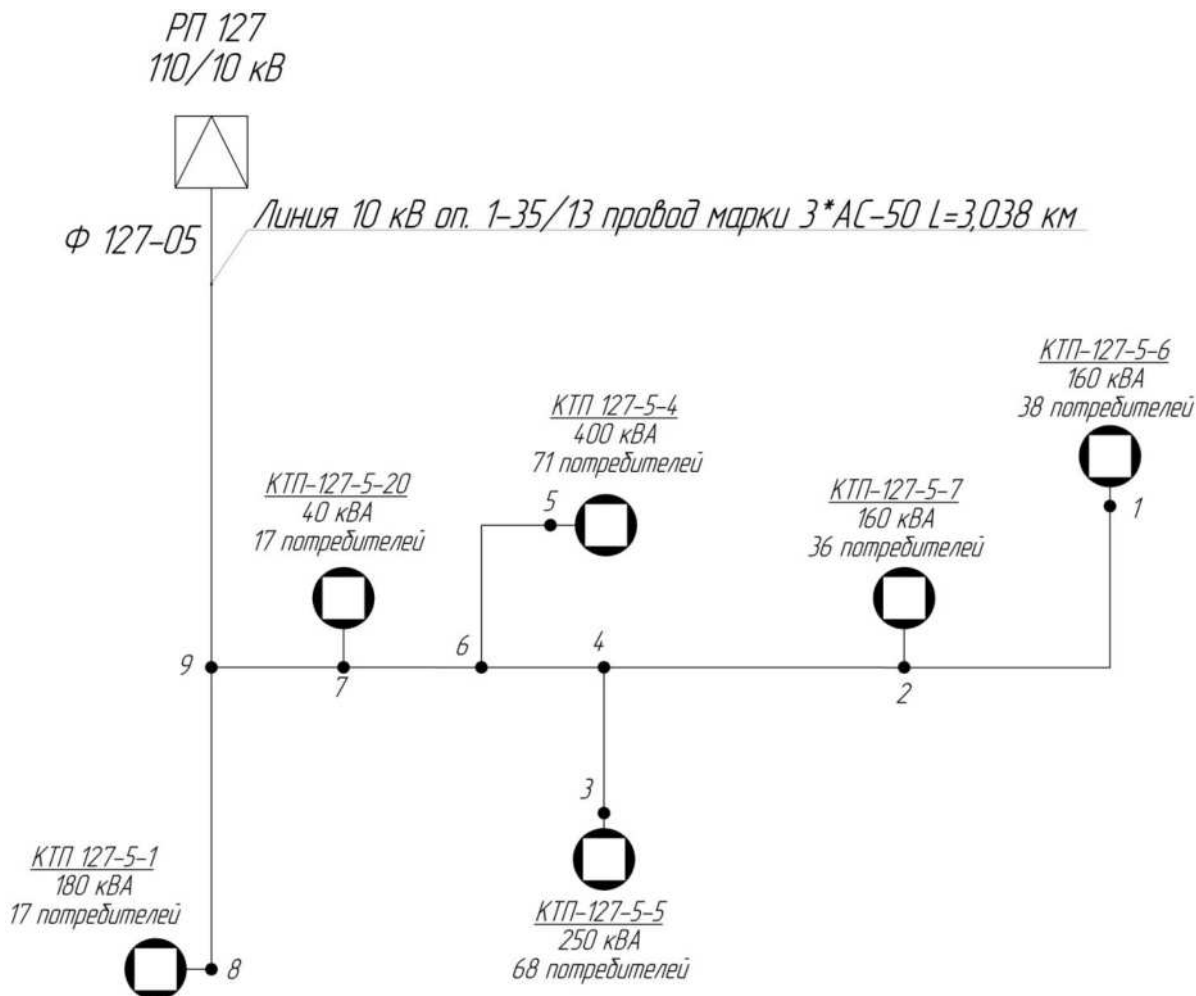


Рисунок 1 - Поопорная схема фидера 127-5 10 кВ

Характеристики фидера 127-5 - ВЛ-10кВ длина 3,038 км; ВЛ-0,4кВ длина 8,27 км; 6 ТП (ПАО МРСК Сибири) – «Красноярскэнерго»; запитано 231 бытовых потребителей и 16 юридических лиц; отпуск в сеть за 2018 составил 3427200 кВт·ч; полезный отпуск 2 227 680 кВт·ч; потери 1 199 520 кВт·ч (35%).

Нагрузка по фидеру варьировалась в зависимости от времени года от 480 тыс. кВт·ч в зимние месяцы до 140 тыс кВт·ч в летние месяцы. Потери электроэнергии на фидере 127-5 составляли от 25 до 38 % в зависимости от времени года.

Анализ потерь электроэнергии на фидере 127-5 с учетом сезонности. В ходе работы было определено влияние температуры воздуха на потери электроэнергии. Были исследованы потери на сетях напряжением 10–0,4 кВ, для которых и характерны нетехнические потери электроэнергии. При сравнительном анализе использовали

одинаковую среднемесячную температуру, взятую для данной части региона в целом в разные годы.

Советский РЭС обслуживает сельские сети. Его можно считать проблемным с точки зрения величины потерь. Нетехническая составляющая потерь электроэнергии в этих сетях имеет большое значение, особенно в отопительный период [6]. На рисунке 2 представлены значения годовых относительных (к отпуску электроэнергии в сеть) потерь по фидеру 127-5 за 2018 г. На рисунке 3 показаны среднемесячные температурные данные за 2018 г.

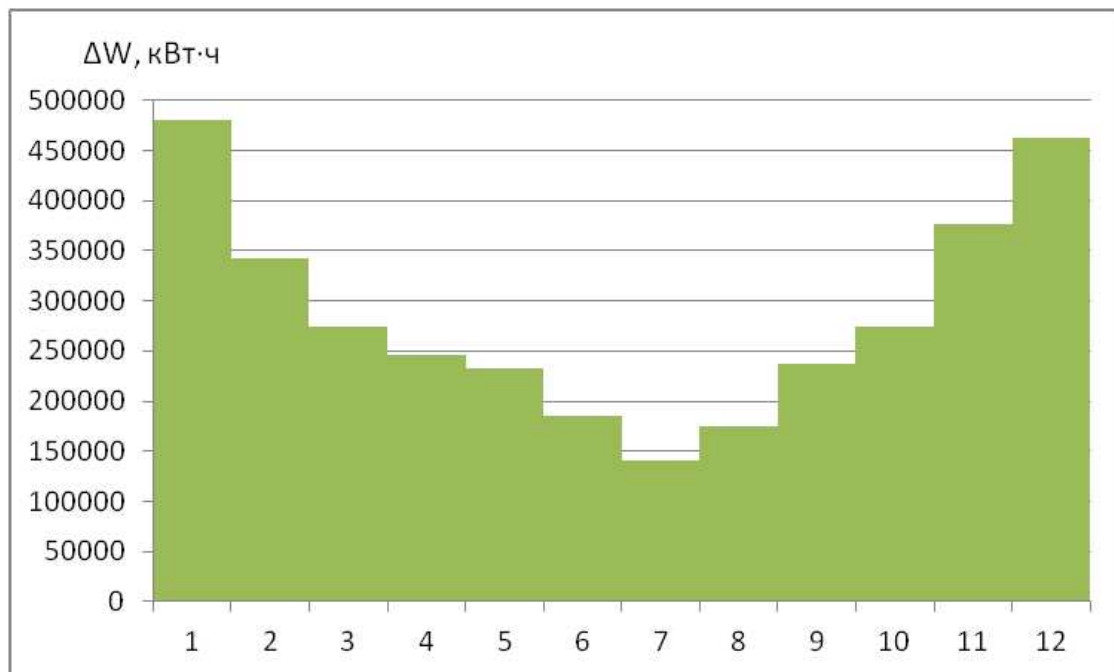


Рисунок 2 – Фактические годовые относительные (к отпуску электроэнергии в сеть) потери электроэнергии на фидере 127-5

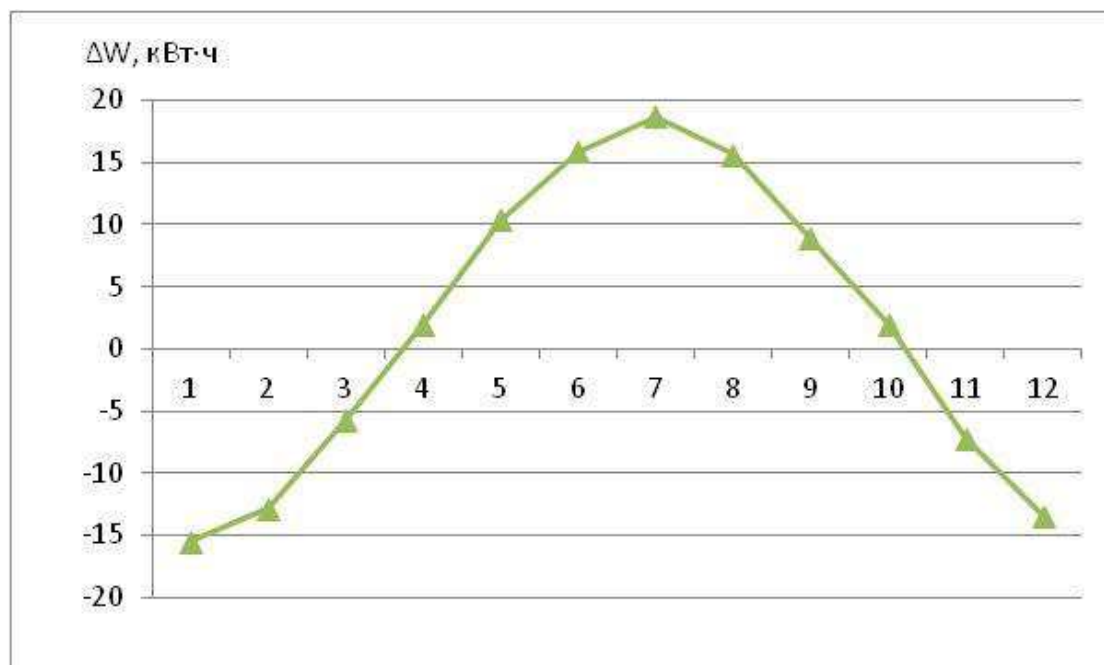


Рисунок 3 – Средние температурные значения по месяцам 2018 год

Была сделана выборка значений потерь электроэнергии по всем месяцам за 2 года, причем значения были проранжированы в соответствии с изменением среднемесячной температуры воздуха. Результаты анализа показали, что в отопительный сезон потери на фидере 127-5 возрастают, чем ниже значение температуры, тем больше потери. С приближением диапазона среднемесячных температур к около нулевым значениям

изменение потерь на фидере 127-5 за счет рассматриваемого фактора снижается. Полученные усредненные зависимости позволяют прогнозировать изменение потерь электроэнергии в сетях в осенне-зимний период с учетом ожидаемых значений температуры, что весьма актуально при краткосрочном планировании деятельности предприятия.

Способы хищений электроэнергии на ф. 127-5. По результату сформированного баланса потерь электроэнергии самые неблагополучные районы в крае – Саянский, Толстихинский, Сухобузимский, Емельяновский, Ермаковский, Краснотуранский. Здесь «теряется» порядка 39% от всей потребляемой электроэнергии. При этом совершенно очевидна причинно-следственная связь между воровством и низким качеством электроэнергии. Частые отключения света, скачки напряжения, выход из строя бытовой техники, короткие замыкания, пожары, травмы, смертельные поражения током – результат потребления электроэнергии в обход приборов учета. Зачастую из-за одного самовольного подключения падает напряжение в сети целой улицы или микрорайона. Жители отмечают, что во время рейдов энергетиков лампочки начинают гореть ярче и исправно работают электроприборы. При этом сами энергетики констатируют резкое снижение нагрузки на сети.

Основными способами хищений на ф. 127-5 являются механический, электрический и магнитный.

1) Механические способы хищений электроэнергии

Механическое вмешательство в работу прибора учета (механическое вскрытие) – это наиболее распространенный способ, который может принимать разные формы, включая:

- сверление отверстий в донной части (корпусе), крышке или стекле прибора учета; вставка (в отверстие) предметов типа пленки шириной 35 мм для того, чтобы остановить вращение диска или сбросить показания прибора учета;
- отклонение прибора учета (индукционного прибора учета) от вертикальной оси более чем на 1 градус, с целью снижения скорости вращения диска;
- самовольный срыв пломб, нарушение в центровке осей механизмов (шестерен) для предотвращения полной регистрации расхода электроэнергии;
- раскатывание стекла при вставке пленки, которая остановит дисковое вращение.

Механическое вмешательство оставляет след на приборе учета (пломбах). К механическому способу хищения электроэнергии можно отнести достаточно широко распространенные в России умышленные повреждения приборов учета бытовыми потребителями или хищения приборов учета, установленных на лестничных клетках жилых домов. К механическому виду хищения может быть также отнесен широко используемый в России так называемый «наброс» на воздушную линию до прибора учета.

2) Электрические способы хищений электроэнергии

Весьма распространенным является использование шунта прибора учета, который снижает реальный расход электроэнергии. В настоящее время очень популярны приборы учета с так называемыми встроенными устройствами (прибор учета с пультом управления, с помощью которого можно управлять прибором учета и выставлять нужный режим работы прибора учета – 25%, 50%, 100% или полное отключение счетного механизма). Так же на территории Красноярского края встречаются приборы с встроенными устройствами – геркон (герметичный магнитоуправляемый контакт, представляет собой не большую вытянутою колбу с откаченным воздухом, внутри которого содержится пара гибких металлических ферромагнитных контакта).

3) Магнитные способы хищений электроэнергии

Применение магнитов с внешней стороны прибора учета может повлиять на его рабочие характеристики, тем самым исказив (в меньшую сторону реальный объем потребленной электроэнергии). В настоящее время данный вид хищения очень распространен на территории Красноярского края.

Таки образом, в ходе проведения данной работы установлено, что зависимость роста потерь в сетях и кризиса экономики связаны с ослаблением контроля за потреблением

электроэнергии, снижением платежеспособности значительной части потребителей, в первую очередь населения, с ростом хищений электроэнергии, обострением проблем из-за несовершенства традиционной системы учета электроэнергии и т. д.

По фидеру 127-5 трансформаторной подстанции 110/10кВ Песчанка 127 потери энергии составляют 1199520 кВт·ч. Соответственно стоит задача применения систем учета и специальных мероприятий для снижения потерь электроэнергии

Список литературы

1. Энергосбережение и энергоэффективность // Коммунальные системы 2010. № 4. С. 18 – 19
2. Ибрагимова Х.И., Повышение качества электроэнергии при альтернативной генерации в АПК /Ибрагимова Х.И., Баранова М.П.// В сб.: Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: материалы II Международной научной конференции. Красноярск, 2022. С. 67-72.
3. Счетчик электроэнергии однофазный Фобос 1 230в 5(60) iol-с – Текст: электронный // URL: http://www.element-24.ru/goods/107856930-schetchik_elektroenergii_odnofazny_fobos_1_230v_5_60_iol_c (дата обращения: 14.09.2025).
4. Павлов А.Б. Компенсация реактивной мощности в сельских электрических сетях / А.Б. Павлов// Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2006. № 8. 172 с.
5. Файбисович Д.Л. Справочник по проектированию электрических сетей / Д.Л. Файбисович. М.: Изд-во ИЦ ЭНАС, 2005. 320 с.
6. Идельчик, В.И. Электрические системы и сети / В.И. Идельчик. - М.: Альянс. 2016. - 592 с.

ПОВЫШЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКИХ ЖИЛЫХ ДОМАХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Бастрон Андрей Владимирович, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: abastron@yandex.ru

Бастрон Татьяна Николаевна, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: tbastron@yandex.ru

Сидорский Виктор Максимович, магистрант
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены особенности конструкций систем отопления на основе пленочных лучистых электронагревателей (ПЛЭН) разных типов, причины пожаров, возникающих вследствие старения изоляции ПЛЭН при их длительном сроке эксплуатации. Для предотвращения пожаров по электротехническим причинам в системах отопления на основе ПЛЭН в сельских жилых домах и сельскохозяйственных помещениях, а также отдельно стоящих небольших зданиях, не имеющих систем центрального отопления и использующих ПЛЭНы, необходимо провести научные исследования по указанной тематике и принять нормативную документацию, обязывающую применение проектными и электромонтажными организациями заземления в системах отопления с ПЛЭН в сочетании с современными защитными устройствами: дифавтоматами (или УЗО) и устройствами защиты от дугового пробоя (УЗДП).

Ключевые слова: пожарная безопасность, система отопления, пленочный лучистый электронагреватель (ПЛЭН), старение изоляции, защита от пожаров по электротехническим причинам

IMPROVING FIRE SAFETY OF HEATING SYSTEMS BASED ON FILM ELECTRIC HEATERS IN RURAL RESIDENTIAL BUILDINGS AND AGRICULTURAL HOUSEHOLDS

Bastron Andrey Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: abastron@yandex.ru

Bastron Tatyana Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: tbastron@yandex.ru

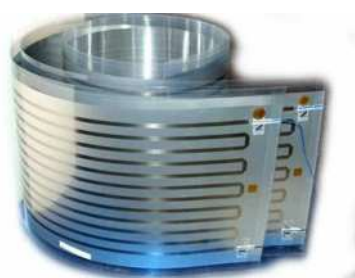
Sidorsky Viktor Maksimovich, Graduate students
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Abstract. The article discusses the features of heating system designs based on different types of film radiant electric heaters (FREH), and the causes of fires that occur due to the aging of the FREH insulation during their long service life. In order to prevent fires caused by electrical problems in heating systems based on PEL in rural residential buildings and livestock facilities, as well as in standalone small buildings that do not have central heating systems and use PELs, it is necessary to conduct scientific research on this topic and adopt regulatory documents that require design and electrical installation organizations to use grounding in heating systems with PELs in combination with modern protective devices, such as differential current devices (or residual current devices) and arc protection devices (APDs).

Keywords: fire safety, heating system, film radiant electric heater (FRH), insulation aging, protection against fires caused by electrical problems

Актуальность. В последнее 15 – 20 в России, Китае, Южной Корее и других странах для обогрева сельских жилых домов, отдельно стоящих небольших зданий, не имеющих систем центрального отопления – магазины, помещения производственного назначения, офисы и т.д., а также в устройствах местного обогрева молодняка сельскохозяйственных животных и птиц, рассады в теплицах, широко используются пленочные лучистые электронагреватели (ПЛЭН), которые имеют срок службы 25 и более лет [1, 2], после чего, очевидно, потребуется их замена.

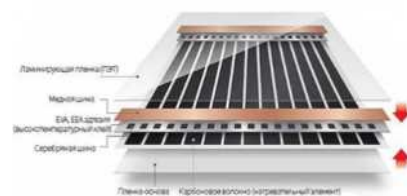
Конструктивно ПЛЭН включает в себя нагревательный элемент, который чаще всего выполнен из полосы или проволоки (рис. 1 а, б), изготовленной из нихрома или токопроводящего материала на основе углерода (рис. 1 в).



А



Б



В

Рисунок 1 – Конструкции ПЛЭН:

А – ленточный резистивный элемент; Б – резистивный элемент на основе проволоки; В – резистивный элемент на основе углеродного напыления

Для равномерного нагрева поверхности ПЛЭН с ленточным или проволоочным резистивным элементом в его конструкции предусмотрена алюминиевая фольга (рис. 1, А, Б). В ПЛЭН с углеродными (карбоновыми) нагревательными элементами алюминиевая фольга не используется (рис. 1 в), так как углеродный электронагреватель занимает большую площадь нагревателя. В качестве излучающего элемента чаще всего выступает полиэтилентерефталатная пленка, обладающая большим коэффициентом излучения инфракрасных волн. Пленка защищает также электронагревательный элемент от воздействия конденсата и влаги, а также выполняет роль электрической изоляции [2].

Конструкции ПЛЭН имеют следующие недостатки:

- ПЛЭН с ленточным резистивным элементом (рис. 1, А). Уязвимыми элементами данной конструкции являются места контакта ленточного резистивного элемента с питающим проводом;

- ПЛЭН с резистивным элементом на основе проволоки (рис. 1, Б). Уязвимыми элементами данной конструкции являются места контакта токопроводящей проволоки с питающим проводом. К минусам данной конструкции также можно отнести локальный перегрев пленки в месте контакта с токоведущей проволокой. Это приводит к постепенному расслоению нагревателя;

- ПЛЭН на основе углеродного напыления (рис. 1, В). Конструкция данного нагревателя представляет собой параллельное соединение участков углеродного напыления между двумя контактными медными шинами. К плюсам данной конструкции можно отнести тот факт, что выход из строя одной токоведущей секции не ведет к выходу из строя всего нагревательного элемента. К минусам можно отнести отсутствие пайки или монолитности контактов угольной секции с токоведущей медной шиной. В работе [3] приведен ряд факторов, влияющих на срок службы ПЛЭН, а также приведены основные причины выхода из строя ПЛЭН, одной из которых является снижение электрического сопротивления в слое изоляции в виде полиэтилентерефталатной пленки между нагревательным элементом и алюминиевой фольгой [3].

Цель работы – анализ аварийных режимов, которые могут возникнуть при длительной эксплуатации ПЛЭН, являющихся источником возникновения пожаров по

электротехническим причинам в системах отопления с ПЛЭН, а также разработка мероприятий по предотвращению указанных пожаров.

Как потолочные ПЛЭНЫ, так и напольные, покрывают декоративным материалом, который пропускает электромагнитные волны. На потолке ПЛЭН закрывают вагонкой, гипсокартоном или натяжным потолком, а на полу – фанерой, покрытой, например, линолеумом. При монтаже ПЛЭН в качестве подложки используют тонкие теплоизоляционные материалы с теплоотражающей алюминиевой фольгой, такие как: вспененные полиэтилен или полистирол толщиной 2–3 мм с отражающим слоем из фольги («Алюфом» и т.п.) (рис. 2, рис. 3).



Рисунок 2 – Система отопления сельского жилого дома с использованием ПЛЭН на основе углеродного напыления

В теплице ПЛЭНЫ подвешивают прямо над рассадой [4] (рис. 4).



Рисунок 3 – Использование ПЛЭН на основе углеродного напыления в сельскохозяйственных помещениях

В процессе эксплуатации ПЛЭН, как показано выше, происходит старение изоляции, и она теряет свои электроизоляционные свойства [3], при этом могут возникнуть следующие аварийные режимы, которые могут привести к пожарам по электротехническим причинам:

- пробой изоляции между электронагревательным элементом и алюминиевой фольгой в одном или более местах может привести к искрению, возникающему вследствие прямого контакта нагревательного элемента и имеющей связь с РЕ-проводником алюминиевой фольгой, при этом может не возникнуть ток короткого замыкания, приводящий к отключению автоматического выключателя в ШР, питающем ПЛЭНЫ, однако от искрения может вполне возникнуть пожар;



Рисунок 4 – Использование ПЛЭН с резистивным элементом на основе проволоки в теплице

– пробой изоляции между нагревательным элементом и фольгой одновременно в двух и более местах, при этом часть участка нагревательного элемента будет закорочена через фольгу и фольга может нагреться до температуры, при которой воспламенится декоративный материал, закрывающий ПЛЭН или из-за шунтирования участка нагревательного элемента фольгой, снизится сопротивление нагревательного элемента, что также приведет к большему нагреву нагревательного элемента, что может привести к пожару.

Предлагаемые технические решения.

Исходя из выше изложенного, для обеспечения пожарной безопасности по электротехническим причинам систем отопления с ПЛЭН необходимо не только заземлять алюминиевую фольгу, в случае наличия ее в конструкции ПЛЭН, как предлагается некоторыми производителями ПЛЭН [5], но также подсоединять к РЕ-проводнику алюминиевую фольгу, входящую в состав подложки, на которую укладываются ПЛЭНы с углеродными нагревательными элементами, в конструкции которых не предусмотрена фольга. Кроме того, обязательным условием, на наш взгляд, является наличие в схемах питания ПЛЭН дифавтоматов (или УЗО), которые зафиксируют момент разрушения изоляции, а также устройств защиты от дугового пробоя (УЗДП) (рис. 5, рис. 6), использование которых в настоящий момент в системах отопления с использованием ПЛЭН не регламентировано.

Заключение.

Для предотвращения пожаров по электротехническим причинам в системах отопления с использованием ПЛЭН необходимо провести научные исследования по указанной тематике и принять нормативную документацию, обязывающую применение заземления в системах отопления для всех видов ПЛЭН и во всех типах помещений, а также современных защитных устройств: дифавтоматов (или УЗО) и УЗДП.

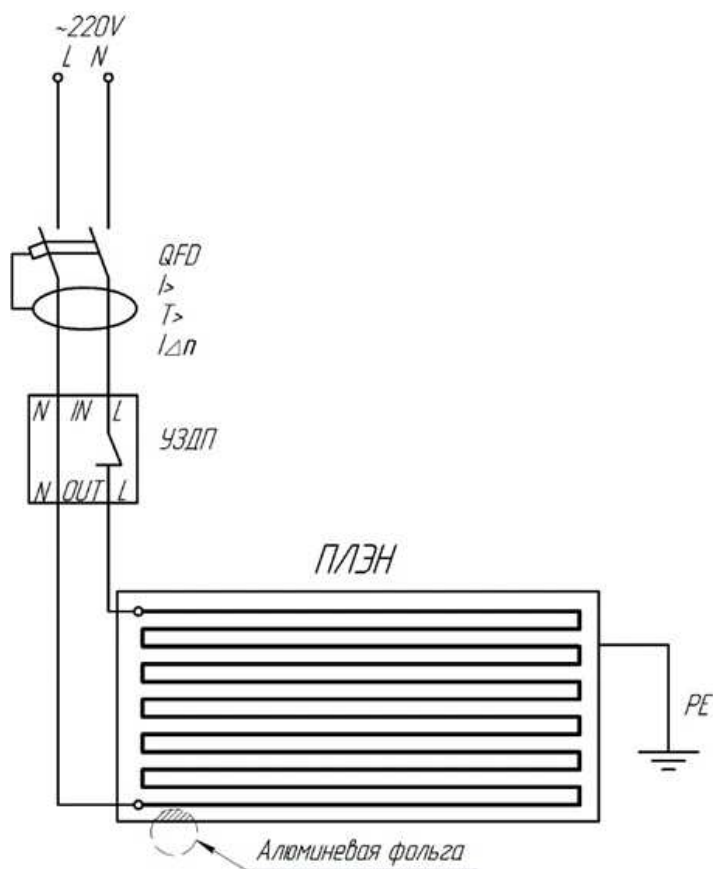


Рисунок 5 – Принципиальная электрическая схема подключения ПЛЭН с ленточным или проволочным резистивным элементом (алюминиевая фольга входит в конструкцию ПЛЭН)

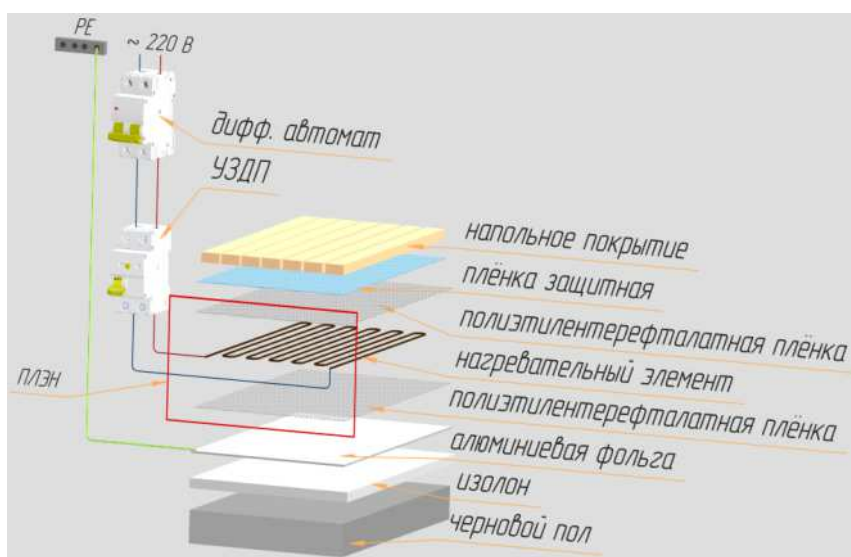


Рисунок 6 – Принципиальная электрическая схема подключения ПЛЭН на основе углеродного напыления (алюминиевая фольга не входит в конструкцию ПЛЭН)

Список литературы

1. Бастрон, А. В. Энергоэффективные системы инфракрасного электрообогрева сельских жилых домов и общественных зданий / А. В. Бастрон, Т. Н. Бастрон // Вестник ИрГСХА. 2016. № 72. С. 117-126.
2. ПЛЭН потолочный / ПЛЭН: [сайт]. – URL: <https://estechology.ru/plen-potolochnyy> (дата обращения: 25.10.2025).
3. Попов, В. М. Анализ факторов, влияющих на долговечность пленочных электронагревателей / В. М. Попов, Е. Н. Епишков, С. В. Баженова // В сборнике: Достижения науки – агропромышленному производству: реализация социально-гуманитарных и инженерно-технических задач: материалы Международной научно-практической конференции Института агроинженерии / под ред. С.Д. Шепелева. Челябинск, 2023. С. 306-311.
4. Бастрон, Т.Н. Опыт использования пленочных электронагревателей в дачной теплице / Т.Н. Бастрон, А.В. Бастрон // В сборнике: Научно-практические аспекты развития АПК. Материалы национальной научной конференции. Красноярск, 2023. С. 143-147.
5. Схема подключения ЗЕБРА ЭВО-300 (SOFT, ST, PRO, EX) / Теплый Мир Электро. Торгово-монтажная компания: [сайт]. – URL: <https://www.tmelekt.ru/products/zyebra-evo-300-soft-st-pro-ex-potolochnaya/#documents> (дата обращения: 25.10.2025).

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АППАРАТА ТОЧНОГО ВЫСЕВА СЕМЯН РАПСА

Васильев Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: vilkas57@mail.ru

Богиня Михаил Васильевич, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: bmw-1964@yandex.ru

Лисунов Олег Васильевич, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: lov196006@yandex.ru

Максимов Игорь Сергеевич, аспирант
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: igor.m4ximoff@yandex.ru

Богиня Николай Михайлович, аспирант
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: nik_211@mail.ru

Аннотация. В статье дан анализ аппаратов точного высева мелкосеменных культур. Представлена пневматическая сеялка TURBO-JET Super 12 с аппаратом точного высева. Показаны результаты точного посева семян ярового рапса.

Ключевые слова: точный высев, сеялка, семена, рапс, катушка, растение, распределение

Исследование и публикация статьи выполнены при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в ходе выполнения перспективных прикладных научных исследований по направлению технологического лидерства «Продовольственная безопасность» по проекту «Разработка универсального посевного комплекса».

PRELIMINARY STUDIES OF THE PRECISE SOWING MACHINE FOR RAPESEED

Vasiliev Alexander Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: vilkas57@mail.ru

Boginya Mikhail Vasilyevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: bmw-1964@yandex.ru

Lisunov Oleg Vasilievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: lov196006@yandex.ru

Maximov Igor Sergeevich, Postgraduate student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: igor.m4ximoff@yandex.ru

Boginya Nikolay Mikhailovich, Postgraduate student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: nik_211@mail.ru

Abstract. In the article there is an analysis of machines for precise seeding of small-seed crops. The TURBO-JET Super 12 pneumatic seed drill with precision seeding machine is presented. The results of precise sowing of rape seeds are shown.

Keywords: precise sowing, seeding, seeds, rapeseed, coil, plant, distribution

По принципу действия аппараты точного высева разделяются на пневматические и механические [3]. Так как пневматические и пневмомеханические высевальные аппараты имеют ряд существенных недостатков – сложность конструкции, влияние аэродинамических свойств семян на процессе высева, и применение их на сеялках с механическим приводом нецелесообразно, то и рассмотрение конструктивных особенностей аппарата данного типа опускается.

Все высевальные аппараты ячеисто-дискового типа, как правило, применяются для высева овощных культур с набором дисков для различных фракций семян. В Краснодарском НИИСХ для посева люцерны предложили переоборудования свекловичных сеялок СССТ – 12А и СН – 6А, а именно, серийные высевальные диски заменяют новыми. Для изготовления отливают аналогичную по размерам и форме заготовку, в которой посередине высверливают ряд ячеек. Диаметр их – 6 мм, глубина – 3 мм, расстояние между осями – 10 мм, общее число ячеек – 70 шт. Переоборудованием свекловичных сеялок применительно к посеву люцерны занимались в НИИТИМЭСХ Северо-Запада, Кубанском НИИ. Основными недостатками данного вертикально-дискового высевального аппарата с предложенными приспособлениями являются сложность в переоборудовании на высева семян люцерны и обратно на высева семян свеклы. Из анализа высевальных аппаратов точного высева можно сделать вывод о том, что для посева мелкосемянных культур в нашей стране и за рубежом используют в большинстве случаев вертикально-дисковые высевальные аппараты. Для посева люцерны используют переоборудованный дисковый высевальный аппарат свекловичной сеялки. Таким образом, предлагаемый к разработке универсальный высевальный аппарат для высева мелкосемянных культур должен включать элементы дискового и катушечного высевального аппаратов.

В настоящее время посев семян ярового рапса на больших площадях выполняется обычными посевными комплексами. При таком посеве не выполняется два основных агротехнических требования при возделывании рапса на семена: равномерность заделки семян на маленькой глубине и количественное распределение на единице площади. Поэтому, проектируемая экспериментальная машина должна включать элементы современных посевных комплексов с учетом особенностей посева рапса на семена. Так как на посевных комплексах для транспортировки семян из бункера к сошникам на большие расстояния применяется пневмоподача, то по методу подобию для экспериментальных исследований была выбрана пневматическая сеялка TURBO-JET Super 12 (рис.1).



**Рисунок 1 – Пневматическая сеялка
TURBO-JET Super 12**

Пневматическая сеялка TURBO-JET Super 12 – многофункциональное дозирующее устройство производства компании «Техник Плюс» (Австрия). Предназначена для посева мелкосемянных культур и разбрасывания твердых минеральных удобрений [1]. Семена рапса попадают из бункера в воздушный канал с помощью высевального вала с электроприводом. В канале под действием сжатого воздуха по пластиковым рукавам они переносятся к отбойным сошникам, в которых происходит внесение на заданную глубину. Настройки и контроль за работой сеялки выполняются с рабочего места оператора сиденья через пульт управления. Для автоматического внесения нормы высева в зависимости от скорости движения служит датчик скорости, установленный на раме сеялки напротив опорного колеса. Диапазон настроек сеялки позволяет устанавливать нормы высева от 2 до 800 кг/га. Ее установка на почвообрабатывающую технику с настройкой занимает не более

трех часов. Сеялка работает от аккумуляторной батареи трактора. Это исключает использование механических приводов и в разы повышает надежность оборудования. На сеялку может устанавливаться бункер объемом 150-800 литров. При таких объемах агрегат может заправляться один раз в день без остановок на дополнительную заправку. При использовании чистых семян отсутствует забивание, а при подъеме сошников происходит автоматическое отключение высева. Норма высева регулируется заслонкой и частотой вращения катушки. Семена подаются к сошникам потоком воздуха, создаваемым турбиной с электроприводом. Любая почвообрабатывающая машина может работать в агрегате с пневматической сеялкой TURBO-JET Super 12. Использование этой сеялки при посеве мелкосеменных культур решает задачи совмещения операций почвообработки с посевом и внесением твердых минеральных удобрений [2]. Равномерное количественное распределение семян по площади посева достигается установкой ячеистых катушек на высевной вал (рис. 2).

При проведении испытаний устанавливалось двенадцать ячеистых катушек с разными размерами ячеек и шага их расположения по окружности катушки. Аппарат работает следующим образом. Семена рапса соприкасаются с рабочей поверхностью катушки, и при ее вращении, западая в ячейки, переносятся к отражательной пластине. Пластина счищает семена над поверхностью ячейки, а семена, оставшиеся в ячейках, переносятся к выбросному окну, где под действием сжатого воздуха по семяпроводу поступают к сошнику сеялки.

Распределение растений ярового рапса после всходов в рядке при использовании пневматической сеялки точного посева выполняли не менее чем в трехкратной повторности. Для этого вдоль учетных отрезков рядков накладывали рулетку с делениями 1 мм и измеряли расстояние между растениями. Расположение растений ярового рапса в рядке представлено на рисунке 3.



Рисунок 2 – Высевной вал с ячеистыми катушками



Рисунок 3 – Распределение растений ярового рапса в рядке

Результаты измерений показали, что наилучшее распределение растений ярового рапса в рядке получено при толщине катушки 3 мм с шагом 6 мм и глубине ячейки 3 мм.

Проведенные предварительные исследования аппарата точного высева показали его работоспособность в агрегате с пневматической сеялкой TURBO-JET Super 12 на посеве семян рапса. Результаты полевых испытаний подтвердили возможность высева семян мелкосеменных культур малыми нормами. Также установлено, что исследуемые параметры ячейистой катушки могут обеспечить равномерное распределение растений в рядке. Использование аппарата точного высева на посеве семян ярового рапса позволит снизить расход и обеспечить равномерное распределение семян в рядке.

Список литературы

1. Применение пневматической сеялки для внесения минеральных удобрений на почвообрабатывающих операциях / А.А. Васильев, О.В. Лисунов, М.В. Богиня, Н.М. Богиня // Научно-практические аспекты развития АПК: материалы Национальной научной конференции, 12 ноября 2021 г., Красноярск (Красноярский ГАУ). Красноярск, 2021. С. 208–211.
2. Обоснование параметров и режимов работы модифицированных почвообрабатывающих агрегатов / А.А. Васильев, М.В. Богиня, О.В. Лисунов [и др.] // Наука: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции (9–11 апреля 2025 г.). Ч. 1. Красноярск, 2025. С. 85–88.
3. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – Москва.: КолосС, 2004. – 624 с.

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ
ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УЧЕБНОГО КОРПУСА АЧИНСКОГО ФИЛИАЛА
ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ**

Дебрин Андрей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: debrin.as@yandex.ru

Заплетина Анна Владимировна, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: anna-zapletina@yandex.ru

Дебрина Тина Анатольевна, магистрант
Красноярский государственный аграрный университет. Ачинский филиал. Ачинск, Россия
e-mail: tinakrsk@gmail.com

Аннотация. Целью работы является оценка возможности применения фотоэлектрических солнечных электростанций (ФСЭС) для электроснабжения объектов учебной инфраструктуры на примере Ачинского филиала ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, г. Ачинска, ул. Тарутинская, 4. В работе проведена оценка современного состояния использования ФСЭС и их систем для электроснабжения бытовых и производственных объектов. Проведен технический анализ объектов энергообеспечения на примере учебных корпусов Ачинского филиала ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ.

Ключевые слова: Энергообеспечение, энергоаудит, фотоэлектрические станции, электроснабжение, энергосбережение

**ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF USING A SOLAR POWER PLANT FOR
POWER SUPPLY TO THE EDUCATIONAL BUILDING OF THE ACHINSK BRANCH
OF THE KRASNOYARSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY**

Andrey Sergeevich Debrin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: debrin.as@yandex.ru

Zapletina Anna Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: anna-zapletina@yandex.ru

Debrina Tina Anatolyevna, graduate student
Krasnoyarsk State Agrarian University. Achinsk branch. Achinsk, Russia
e-mail: tinakrsk@gmail.com

Abstract. The purpose of the work is to evaluate the possibility of using photovoltaic solar power plants (PSES) for power supply of educational infrastructure facilities using the example of the Achinsk branch of the Krasnoyarsk State Agricultural University, Achinsk, Tarutinskaya str., 4. The work evaluates the current state of the use of PSES and their systems for power supply of household and industrial facilities. A technical analysis of energy supply facilities has been carried out using the example of educational buildings of the Achinsk branch of the Krasnoyarsk State Agrarian University.

Keywords: Energy supply, energy audit, photovoltaic plants, power supply, energy conservation

В последние годы широкое распространение получают энергосберегающие технологии и технологии с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [1].

В России развитие солнечной генерации происходит гораздо медленнее, чем в других странах. Значительную долю в энергобалансе страны занимают невозобновляемые источники: нефть, уголь и газ. Тем не менее, по прогнозу Международного энергетического агентства, доля углеводородного сырья в РФ постепенно снижается и к 2040 г. достигнет 66%, уступив место альтернативным источникам энергии [2,6].

Требования по локализации в России производства компонентов объектов генерации на основе ВИЭ стимулировали создание полноценного кластера энергетического машиностроения в отрасли ВИЭ.

На российском рынке оборудования для солнечной энергетики работают три производителя: группа компаний «Хевел», ООО «Хелиос Ресурс» и ООО «Солар Кремниевые технологии» [9].

Рассмотрим объект энергообеспечения. В составе имущественного комплекса Ачинского филиала ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ имеется 3 основных здания: административно-учебный корпус; спортзал; машинотракторный парк.

В своей деятельности учреждение использует:

- Электрическую энергию на уличное освещение, освещение лестничных клеток и рекреаций, на привод вентиляционного оборудования и средств автоматики инженерной инфраструктуры здания, на обеспечение собственной деятельности (освещение учебных аудиторий и залов, помещение для пребывания преподавателей и вспомогательного персонала, на компьютеры, связь, офисное оборудование, технологическое оборудование и инструменты).



**Рисунок 1 – Расположение объектов
Ачинского филиала ФГБОУ ВО
Красноярский ГАУ**



**Рисунок 2 – Здание учебного корпуса № 1
Ачинского филиала ФГБОУ ВО Красноярский
ГАУ**

К энергопотребляющим объектам учреждения относятся системы отопления и вентиляции, горячего водоснабжения, силовой привод машин и механизмов, электроосветительное оборудование, компьютерная техника, средства связи, устройства для обеспечения образовательного процесса.

В составе имущественного комплекса Ачинского филиала ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ имеется здание – учебный корпус № 2, высотой в 1 этаж. Строительный объем здания 3 221 м³; отапливаемая площадь около 700 м².

К энергопотребляющим объектам учреждения относятся системы отопления и вентиляции, горячего водоснабжения, силовой привод машин и механизмов, электроосветительное оборудование, компьютерная техника, средства связи, устройства для обеспечения образовательного процесса. В составе здания имеется расположенный внутри контура застройки спортзал.



Рисунок 3 – Здание учебного корпуса № 2 (спортзал) Ачинского филиала ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ



Рисунок 4 – Здание учебного корпуса № 3 (МТП) Ачинского филиала ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ

Как и любой объект для осуществления своей деятельности Ачинский филиал ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ использует электрическую энергию, объем и структуру потребления которых представлены в таблице 1

Нормированию подлежат расходы электрической энергии на основные и вспомогательные производственно-эксплуатационные нужды. Норма расхода электрической энергии – это плановый показатель расхода ресурсов в производстве единицы продукции установленного качества.

Таблица 1 – Объемы и структура потребления электроэнергии в 2024 году на площадку учреждения (по отчетным данным отдела бухгалтерии)

	Кол-во	Тариф	Сумма
Январь	3,645	6550,04	23874,91
Февраль	4,085	6720,19	27451,97
Март	3,986	6469,46	25787,28
Апрель	4,183	6481,88	17113,69
Май	4,46	4877,0471	21751,63
Июнь	5,923	7380,601	43715,30
Июль	2,775	6636,591	18416,54
Август	2,876	6649,3985	19123,67
Сентябрь	3,758	7138,6589	26827,08
Октябрь	3,433	7015,5899	24084,52
Ноябрь	4,125	6917,6388	25835,26
Декабрь	3,565	7278,8415	25949,07
ИТОГО	46,814		312630,92

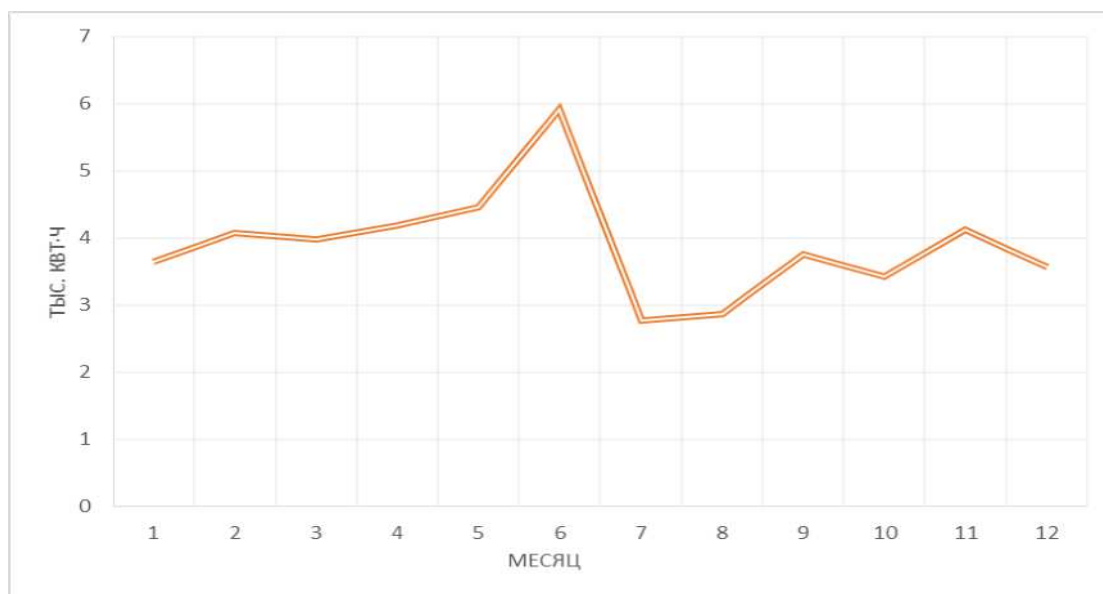


Рисунок 5 – Диаграмма потребления электроэнергии за год в тыс. кВт·ч

В своей деятельности учреждение использует:

- Электрическую энергию на уличное освещение, освещение лестничных клеток и рекреаций, на привод вентиляционного оборудования и средств автоматики инженерной инфраструктуры здания, на обеспечение собственной деятельности (освещение учебных аудиторий и залов, помещение для пребывания преподавателей и вспомогательного персонала, на компьютеры, связь, офисное оборудование, технологическое оборудование и инструменты).

Электроснабжение здания объекта Ачинский филиал ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ осуществляется по договору №1210 от 30.12.2022 г. с ПАО Красноярскэнергосбыт. Категория надежности электроснабжения - 3. Установленная мощность 106,8 кВт.

Согласно ранее проведенным нами исследованиям по выработки электроэнергии на территории Красноярского края и опубликованных в [10-15] на их основе проведем оценку возможности использования ФСЭС для электроснабжения учебных корпусов. Расчетные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные данные фактического потребления электроэнергии учебным заведением и проектируемой выработки от ФСЭС, W, тыс. кВт·ч.

Показатель	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Год
Потреб	3,64	4,08	3,98	4,18	4,46	5,92	2,775	2,87	3,75	3,43	4,12	3,56	46,81
Выраб	1,63	2,08	2,74	2,91	3,01	3,26	3,22	2,98	2,86	2,35	2,22	1,49	30,74

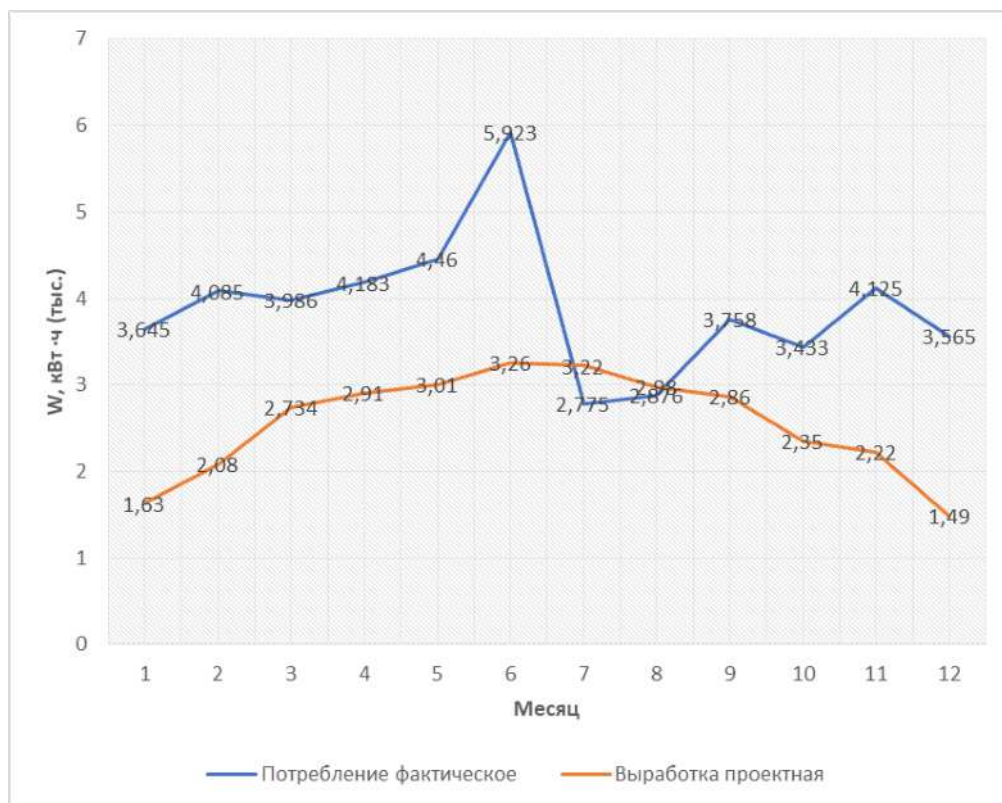


Рисунок 6 – График годовой зависимости выработки проектируемой ФСЭС относительно фактического потребления учебным заведением

Анализируя расчетные характеристики выработки электроэнергии (ЭЭ) от ФСЭС в условиях г. Ачинск (см. рисунок 6), можно сделать следующие выводы [48]:

Выработка ЭЭ в течение года неравномерна и изменяется в широком диапазоне от 1,49 тыс. кВт·ч в декабре до 3,26 тыс. кВт·ч в июне, что от минимального до максимального значения отличается в 2,1 раза.

В течении года можно обеспечить электроэнергией приблизительно 50% электропотребителей учебного корпуса.

Список литературы

1. Возобновляемые источники электроэнергии / О.В. Григораш, Ю.П. Степура, Р.А. Сулейманов [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 272 с.
2. Почему возобновляемые источники энергии так быстро дешевеют и к чему это может привести: Хабр.com сайт – Режим доступа: <https://m.habr.com/ru/company/ruvds/blog/546672/>.
3. Афанасьев, В.П. Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния / В.П. Афанасьев, Е.И. Теруков, А.А. Шерченков – 2-е изд. – СПб.: ЛЭТИ, 2011. – 168 с.
4. Нанотехнология в решении проблемы солнечной энергетики / Т.А. Джалалов, Э.З. Имамов, Р.А. Муминов [и др.]. // Актуальные проблемы использования альтернативных источников энергии: мат-лы респ. конф. – Карши, 2014. – С. 15–16.
5. Исмаилов, К.А., Солнечная энергетика: сегодня и завтра / К.А. Исмаилов, З.Т. Кенжаев, Г.Р. Абдиреймова // Мат-лы 9-й Междунар. конф. (Казахстан). г. Алматы, 2016. – С. 225–226.
6. «Зеленая генерация в России: что мешает получить электричество и тепло от солнца»: Altenergiya.ru.: сайт. – Режим доступа: <https://altenergiya.ru/sun/zelyonaya-generaciya-v-rossii-chto-meshaet-poluchat-elektrichestvo-i-teplo-ot-solnca.html>.
7. Электросети России: сайт. – Режим доступа: <https://energoseti.ru/stations/solnechnye-elektrostantsii>.
8. Хевел группа компаний: сайт компании «Хевел». – Режим доступа: <https://www.hevelsolar.com/about/news/khevel-i-saft-planiruyut-realizovat-pilotnyy-proekt-po-ustanovke-sistem-khraneniya-energii-na-solnech/>.
9. Дубов, В.А. Оценка эффективности использования ФЭС для автономного электроснабжения крестьянско-фермерского хозяйства/ В.А. Дубов, А.В. Чебодаев // Вестник ИрГСХА. – 2015. – № 67. – С.89–94
10. Использование солнечных фотоэлектрических станций для автономных систем электроснабжения крестьянско-фермерских хозяйств/ А.В. Чебодаев, А.В. Бастрон, В.Н. Урсегов, А.С. Дебрин [и др.] // Энерго- и ресурсосбережение – XXI век: мат-лы XIV Междунар. научн.-практ. интернет-конф. (2016 г.). – Орел: Орловский государственный университет, 2016. – С. 204–210.
11. Бастрон, А.В. Эффективное использование солнечной энергии в системах тепло- и электроснабжения сельских усадебных домов и ЛПХ / А.В. Бастрон, Г.В. Гайдаш// Вестник ИрГСХА. – 2015. – № 67. – С. 92–100.
12. Свид. о гос. рег. для ЭВМ 2019610369. Российская Федерация. Графоаналитическая обработка результатов натурного эксперимента по определению зависимости вырабатываемой мощности от облученности и угла наклона фотоэлектрического модуля / Дебрин А.С., Бастрон А.В., Семенов А.Ф., Сутугина К.А.; правообладатель ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. – № 2018665181; заявл. 26.12.2018; зарег. в Реестре прогр. для ЭВМ10.01.2019
13. Дебрин, А.С. Разработка программы по обработке данных эксперимента определения мощностных и вольт-амперных характеристик фотоэлектрических станций / А.С. Дебрин, А.Ф. Семенов// Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы междунар. науч.-практ.конф. – Красноярск, 2019. – С. 96–100.
14. Фотоэлектрическая станция для питания автономного устройства для добычи яда пчел/ А.В. Бастрон, А.В. Чебодаев, В.Н. Урсегов [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве. М., – 2016 г. – С.1 99–204.
15. Бастрон, А.В. Энергообеспечение потребителей с использованием возобновляемых источников энергии: учеб. пособие / А.В. Бастрон, С.К. Шерьязов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 118 с.

ПОДХОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ БИОДИЗЕЛЯ

Доржеев Александр Александрович, кандидат технических наук доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: dorzheeva.1985@mail.ru

Доржеева Екатерина Владимировна, старший преподаватель
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: dorzheevay@bk.ru

Аннотация. В работе проведен обзор методов оценки биодизеля с точки зрения экологичности, обобщены классические методики и предложен метод, включающий сопоставление экологических показателей автотракторных дизелей при работе на альтернативном топливе из возобновляемых ресурсов с показателями, учитывающими полный жизненный цикл биодизельного топлива и сырья, из которого оно получено. Для обобщения методик использованы данные по отдельным выбросам автотракторных двигателей, полученные авторами работ, целенаправленно проводящих комплексные исследования альтернативных топлив, разработанная блок-схема может быть полезна в методическом и научном плане аспирантам, проводимым научные исследования по оценке биодизельного топлива.

Ключевые слова: экологичность дизелей, дымность, выбросы, дизельное топливо, биодизель

APPROACHES TO THE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF BIODIESEL

Dorzheev Alexander Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: dorzheeva.1985@mail.ru

Dorzheeva Ekaterina Vladimirovna, Senior Lecturer
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: dorzheevay@bk.ru

Abstract. The paper provides a review of methods for assessing biodiesel in terms of its environmental impact, summarizes classical methods, and proposes a method that compares the environmental performance of diesel engines running on alternative fuels from renewable resources with the performance that takes into account the full life cycle of biodiesel fuel and the raw materials from which it is derived. To summarize the methods, data on individual emissions from automobile and tractor engines was obtained by the authors of works that purposefully conduct comprehensive studies of alternative fuels. The developed flowchart can be useful for methodological and scientific purposes to graduate students conducting research on the evaluation of biodiesel fuel.

Keywords: diesel engine environmental friendliness, smoke emission, emissions, diesel fuel, and biodiesel

Любое альтернативное топливо должно быть, в первую очередь, экологичнее своего аналога [1,2]. Когда вопросы экологии не были настолько проблемными, как на современном уровне, новые топлива рассматривались с точки зрения энергетических и экономических составляющих. Разработчики больше ориентировались на доступность сырья, стоимость и приемлемость технологий. Научные исследования технологий использования биодизельных топлив теоретического и опытно-производственного характера также имеют разные подходы к оценке отдельных показателей технического уровня мобильных дизельных машин –

базовых вариантов и адаптированных к биодизелю. К таким показателям относят энергетические и топливно-экономические показатели, а также показатели надежности, экологичности и эргономики. Составляющие технический уровень показатели иногда рассматриваются отдельно, например, только экологические – дымность отработавших газов, или отдельные выбросы дизелей на разных топливах [7]. Если проводится оценка энергетических параметров машины при использовании биодизельного топлива, то наряду с этим сопоставляются топливно-экономические и экологические параметры и т.д. При этом экологическая оценка проводится сопоставлением показателей базового варианта на минеральном дизеле (ДТ) с адаптированным (на биодизельном топливе) по отдельным выбросам в соответствии с показателями двигателей в 13- ступенчатом испытательном цикле в соответствии с Правилами № 49 ЕЭК ООН. Для дизелей такими выбросами являются: двуокись углерода; окись углерода; углеводороды; двуокись азота; сажа; сернистый газ.

Анализ работ по использованию биодизеля в автотракторных двигателях показывает, что большинство исследований базируются на классических методиках оценки показателей экологичности биодизельного топлива, как правило, не учитывающих показатели сырья, частично компенсирующие вред при использовании биосырья. Такие подходы экологической оценки проводят при условиях, что биодизель рассматривается как топливо, сопоставимое с минеральным дизелем по углеродной емкости без учета всех некоторых стадий жизненного цикла продукта.

Теоретическим обоснованием в исследовании [4] проведена оценка экологических показателей дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при использовании топлив с добавками РМ от 0 до 55 % и 2,0 % присадки DIFRON H372. В этих условиях на всей характеристике дизеля (при оборотах коленчатого вала от 1400 до 2000 мин⁻¹) авторами получено существенное снижение концентрации окислов азота, а при максимальном значении нагрузки имеет место снижение концентрации NO_x в 1,5 раза.

Другой подход экологической оценки включает составляющие полного жизненного цикла, с учетом углеродной емкости сырья, из которого получен биодизель. Так, в исследованиях [3] авторами рассмотрены перспективы и проведена количественная оценка эффективности применения биодизельных моторных топлив в дизелях с учетом затрат энергии, выбросов вредных веществ и экономических показателей использования этого вида альтернативного топлива. В данных исследованиях проведена оценка биодизелей марок В-20, В-50 и В-100. Производство биотоплив позволяет снизить затраты ископаемых природных ресурсов пропорционально увеличению доли заменяемого минерального ДТ. Переход на использование чистого биодизельного топлива позволяет снизить расход невозобновляемых природных ресурсов на 55-65%. На стадии производства биодизельного топлива из рапсового масла в атмосферу попадает на 15% меньше вредных веществ, чем при получении дизтоплива. Суммарные выбросы вредных веществ при переходе на биодизель уменьшаются на 17-18% (на марке В-100), при этом авторами отмечен некоторый рост выбросов окислов азота. Производственные энергозатраты биодизеля увеличиваются при увеличении доли биоресурса в топливе. Вклад стадии производства моторных топлив в расход энергии за полный жизненный цикл находится на уровне 25% для нефтяного ДТ и возрастает, по мере роста доли биодизеля (до 32% – из рапсового масла). Выбросы CO₂ в полном жизненном цикле моторных топлив, в противовес расходу энергии, тем меньше, чем выше доля используемого биотоплива.

Другими авторами [6] предлагается методика оценки экологической эффективности производства биодизеля на основе энергетических культур с учетом воздействия на окружающую среду посредством результата внесения минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Оценка проведена при условии, что при сжигании биодизеля количество углекислого газа от отработавших газов утилизируется в процессе роста и развития растениями. Рапс отнесен авторами к категории возобновляемой энергии и считается «нейтральным» топливом. При экологической оценке биодизеля необходимо учитывать выбросы от минеральных источников энергии (нефтяные топлива) на этапах их

добычи, переработки и использования. Расчетный объем выбросов двуокиси углерода на этапах производства рапсового масла на 1 т составил 756 кг, выбросы при использовании топлива составили 2250 кг/т. Таким образом, в процессе жизненного цикла биодизеля около 33% приходится на выбросы ДТ, необходимого в процессе получения рапсового масла.

Также проанализирован подход экологической оценки биодизеля с точки зрения жизненного цикла с использованием модели средней точки [5]. Исследования основаны на оценке энергетических, материальных и экологических потоков, относящиеся ко всем этапам жизненного цикла продукта. В анализе жизненного цикла энергетической установки выделено два жизненных цикла: жизненный цикл самого технического средства и жизненный цикл топлива, применяемого для этого технического средства. Первый относится к производству материалов, сборке, распространению и утилизации технических средств, второй – добыча, транспортировка, переработка, хранение, использование и/или утилизация (повторная переработка, регенерация и т.д.). Второй цикл должен, главным образом, также учитывать и потребление энергии, и выбросы, вызванные использованием топлива техническим средством по назначению. Целью и областью анализируемого подхода оценки жизненного цикла является описание системы продукта с точки зрения системных ограничений и функциональной единицы. Функциональный блок дает возможность сравнивать и анализировать различные товары или услуги, в частности – биодизельное топливо (данная модель функционального блока позволяет сравнить и анализировать жизненный цикл автомобиля/топлива).

На основе проведенного анализа подходов оценки биодизельного топлива предлагается следующая схема экологической оценки биодизеля (рисунок), включающая материальные потоки получения и использования топлива в автотракторных двигателях.

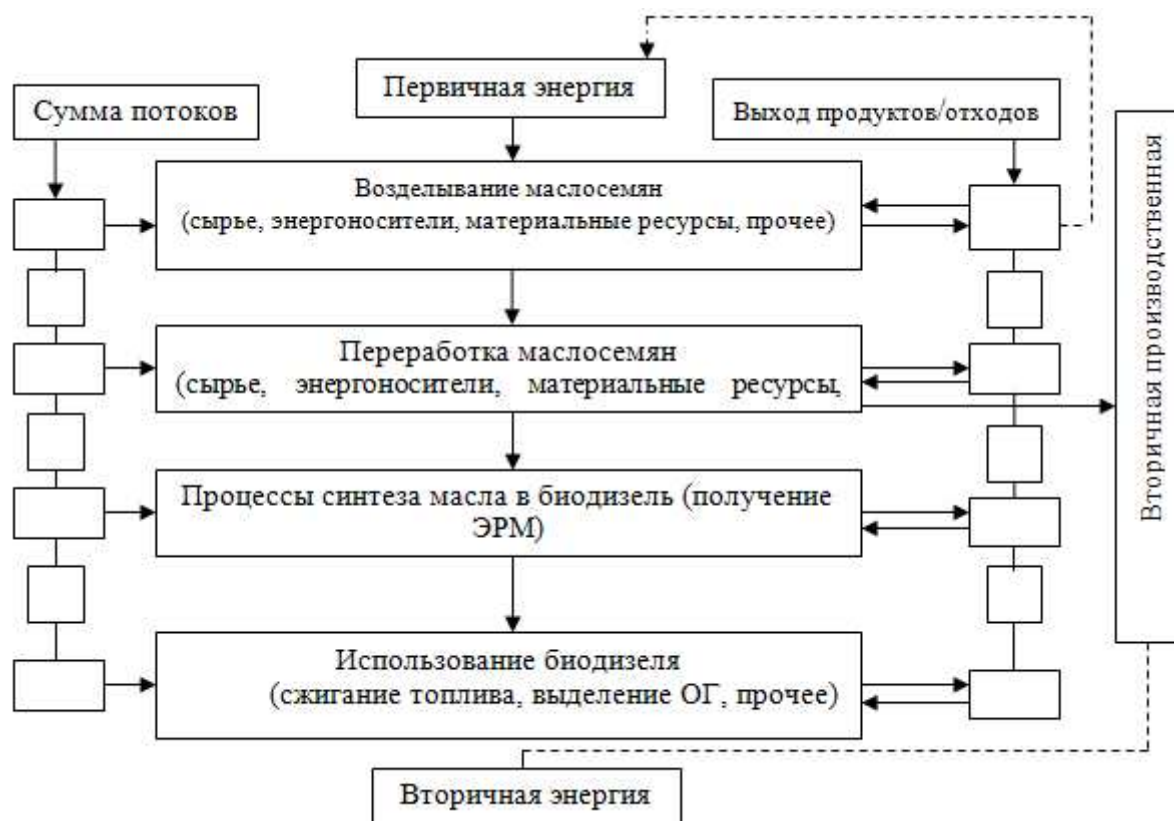


Рисунок – Блок-схема экологической оценки биодизеля

Основу материального потока (ΣI) при возделывании семян составляют энерго- и материальные затраты на почвообработку, посадку семян, уход за посевом, уборку, транспортные операции, послеуборочную обработку, хранение и т.д. Выход продуктов (M_I), главным образом, учитывает энергетическую составляющую семян, экологичность внесения удобрений, выбросы отработавших газов.

Материальный поток (Σ_{II}) включает затраты на переработку семян, выход продуктов (M_{II}) – жмых, сырое масло, побочные продукты. Затраты потоков (Σ_{III}) формируются процессами синтеза масла в биотопливо и суммируются с долей затрат минерального дизельного топлива. Выход продуктов (M_{III}) формируется исходя из свойств сырья (кислотности масла-сырца, плотности и т.д.), параметров процесса переэтерификации (температура, давление, время, присутствие/количество катализатора и т.д.).

Блок использования биодизеля оценивает суммарные потоки Σ_{IV} эксплуатационных материалов (топлива, смазочных материалов и т.д.), выход продуктов сгорания в атмосферный воздух, утечки эксплуатационных материалов). Экологическая эффективность биодизеля в целом оценивается как сумма потоков Σ_n , отнесенная к выходу продукта и/или отходов M_n на указанных стадиях за вычетом компенсации углеродной емкости процессов при росте и развития растений. Под вторичной производственной системой на схеме подразумевается использование побочных продуктов без утилизации, например, при безотходной переработке рапса на жмых, масло, биодизель и поверхностно-активные веществ, получаемые в результате синтеза глицериновой фракции.

Список литературы

1. Доржеев, А.А. Актуальность вопросов экологии при возделывании семян рапса на биотопливо / А.А. Доржеев, С.В. Грищенко // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы II Международной научной конференции, Красноярск, 25 ноября 2021 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 54-61.
2. Доржеев, А.А. Получение биодизельного топлива из некондиционного рапсового масла / А.А. Доржеев, С. В. Грищенко // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(49). – С. 152-160. – DOI 10.48136/2222-0364_2023_1_152.
3. Козлов, А. В. Оценка эффективности применения биодизельного моторного топлива в полном жизненном цикле / А. В. Козлов, А. С. Теренченко // Транспорт на альтернативном топливе. – 2008. – № 2(2). – С. 8-11.
4. Плотников, С.А. Исследование токсичности при работе тракторного дизеля на топливах с добавкой рапсового масла / С.А. Плотников, Ш. В. Бузиков, И. С. Козлов [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2024. – № 1(152). – С. 29-40.
5. Рагимов Э.А. Последствия использования нетрадиционных топлив для экологии // Техника и технология транспорта. 2020 № 2 (17). С. 22 URL: <http://transport-kgasu.ru/files/N17-22EB220.pdf>. (дата обращения 01.11.2025).
6. Родькин, О. И. Перспективы производства биотоплива на основе энергетических культур. Экономические и экологические аспекты / О. И. Родькин, Е. В. Черненко, К. Ф. Саевич // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2019. – № 1. – С. 33-44. – DOI 10.17586/2310-1172-2019-12-1-33-44.
7. Селиванов, Н.И. Технический уровень универсально-пропашных тракторов при использовании смесового топлива / Н. И. Селиванов, А. А. Доржеев // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 6(57). – С. 144-148.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФЭС ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УЧЕБНЫХ КОРПУСОВ АЧИНСКОГО ФИЛИАЛА ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ

Заплетина Анна Владимировна, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: anna-zapletina@yandex.ru

Дебрин Андрей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: debrin.as@yandex.ru

Дебрина Тина Анатольевна, магистрант
Красноярский государственный аграрный университет. Ачинский филиал, Ачинск, Россия
e-mail: tinakrsk@gmail.com

Аннотация. Широкому внедрению солнечной энергетики препятствует ее дороговизна. Это представление въелось в общественное сознание, и поэтому использование энергии солнца относят к далекому будущему, не отрицая при этом перспективности использования солнечной энергии для локальных нужд. Для решения возникших проблем в последние 20–30 лет доля солнечной энергетики должна возрасти до 25 %. К 2050 году снабжение солнечной энергией может достичь 20–25 %, а к концу века солнечная энергетика может составить 60 % общего энергопотребления. Целью работы является разработка проекта фотоэлектрической солнечной электростанции (ФЭС) для электроснабжения учебных корпусов Ачинского филиала ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. Оценка проектируемой ФЭС позволит выработать систему научно - обоснованных рекомендаций для рационального использования ФЭС для электроснабжения локальных объектов Ачинского района.

Ключевые слова: Энергообеспечение, фотоэлектрические станции, электроснабжение, энергосбережение, возобновляемые источники энергии

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF USING A SOLAR POWER PLANT FOR POWER SUPPLY TO THE EDUCATIONAL BUILDING OF THE ACHINSK BRANCH OF THE KRASNOYARSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY

Zapletina Anna Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: anna-zapletina@yandex.ru

Andrey Sergeevich Debrin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: debrin.as@yandex.ru

Debrina Tina Anatolyevna, Graduate student
Krasnoyarsk State Agrarian University. Achinsk branch. Achinsk, Russia
e-mail: tinakrsk@gmail.com

Abstract. The widespread introduction of solar energy is hampered by its high cost. This idea has become ingrained in the public consciousness, and therefore the use of solar energy is attributed to the distant future, without denying the prospects of using solar energy for local needs. To solve the problems that have arisen in the last 20-30 years, the share of solar energy should increase to 25%. By 2050, the supply of solar energy may reach 20-25%, and by the end of the century, solar energy may account for 60% of total energy consumption. The purpose of the work is to develop a project for a photovoltaic solar power plant (PSPP) for power supply to the academic buildings of the Achinsk branch of the Krasnoyarsk State Agrarian University. The assessment of the projected FSPP will make it possible to develop a system of scientifically based recommendations for the rational use of FSPP for power supply to local power supply facilities in the Achinsk region.

Keywords: Energy supply, photovoltaic plants, electricity supply, energy conservation, renewable energy sources

В России развитие солнечной генерации происходит гораздо медленнее, чем в других странах. Значительную долю в энергобалансе страны занимают невозобновляемые источники: нефть, уголь и газ. Тем не менее, по прогнозу Международного энергетического агентства, доля углеводородного сырья в РФ постепенно снижается и к 2040 г. достигнет 66%, уступив место альтернативным источникам энергии [1-4].

По информации на февраль 2025 года, в Ачинске зафиксирован дефицит электроэнергии. Некоторые подстанции Ачинска имеют дефицит, другие – резерв, но в целом требуется наращивание мощностей.

Кроме этого, в Ачинском районе и городе Ачинск есть проблемы с загрязнением воздуха, воды, а также с отходами и шламовыми картами.

Инфраструктура г. Ачинск сталкивается с периодическим отключениями электроэнергии, что влияет на качество бытовых и производственных нужд. Внедрение ФЭС как автономного источника электроэнергии для локальных объектов позволит повысить уровень электроснабжения, а также снизить экологическую нагрузку на район.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что увеличение генерации электроэнергии путем введения новых объектов и реконструкции существующих электростанций, работающих на углеродистом топливе – ТЭЦ, ГРЭС могут усугубить экологическую обстановку Ачинского района, в частности г. Ачинска.

В связи с этим авторским коллективом ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ разработан и предложен вариант установки ФЭС на крыше учебного корпуса № 2 (спортзал), а также при необходимости наращивания мощностей на крыше учебного корпуса №3 (МТП).

Согласно расчетным данным из ранее проведенных исследований [9-12] проектируемой выработки от ФЭС и фактического потребления электроэнергии учебным заведением в тыс. кВт·ч. построили годовой график.

Таблица 1 – Расчетные данные фактического потребления электроэнергии учебным заведением и проектируемой выработки от ФЭС, W, тыс. кВт·ч.

	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Год
Потреб	3,64	4,08	3,98	4,18	4,46	5,92	2,775	2,87	3,75	3,43	4,12	3,56	46,81
Выраб	1,63	2,08	2,74	2,91	3,01	3,26	3,22	2,98	2,86	2,35	2,22	1,49	30,74

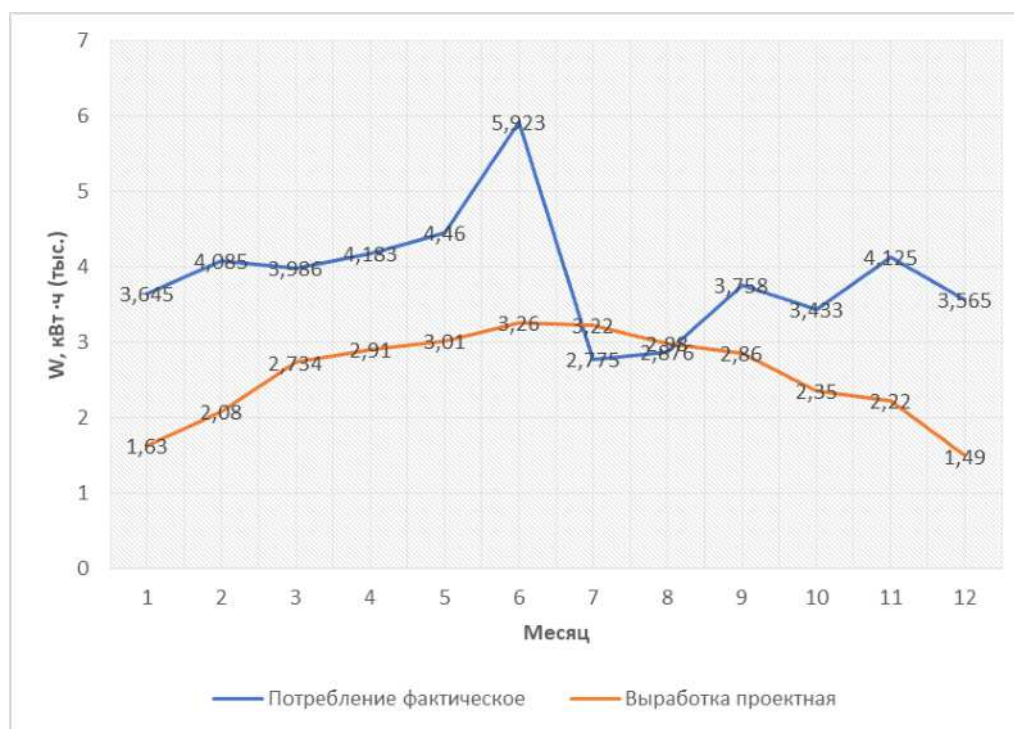


Рисунок 1 – График годовой зависимости выработки проектируемой ФЭС относительно фактического потребления учебным заведением

Анализируя расчетные характеристики выработки электроэнергии (ЭЭ) от ФСЭС в условиях г. Ачинск (см. рисунок 1), можно сделать следующие выводы:

Выработка ЭЭ в течение года неравномерна и изменяется в широком диапазоне от 1,49 тыс. кВт·ч в декабре до 3,26 тыс. кВт·ч в июне, что от минимального до максимального значения отличается в 2,1 раза.

В течении года можно обеспечить электроэнергией приблизительно 50% электропотребителей учебного корпуса.

По проектируемым данным на крыше учебного корпуса №2 (спортзал) может разместиться 243 солнечных панели (3 ряда по 81 шт.), между рядами расстояние равное 3м, для обеспечения равномерного облучения панелей солнечной энергией, с отсутствием теневого занавеса для каждого последующего ряда от предыдущего (рисунок 2).

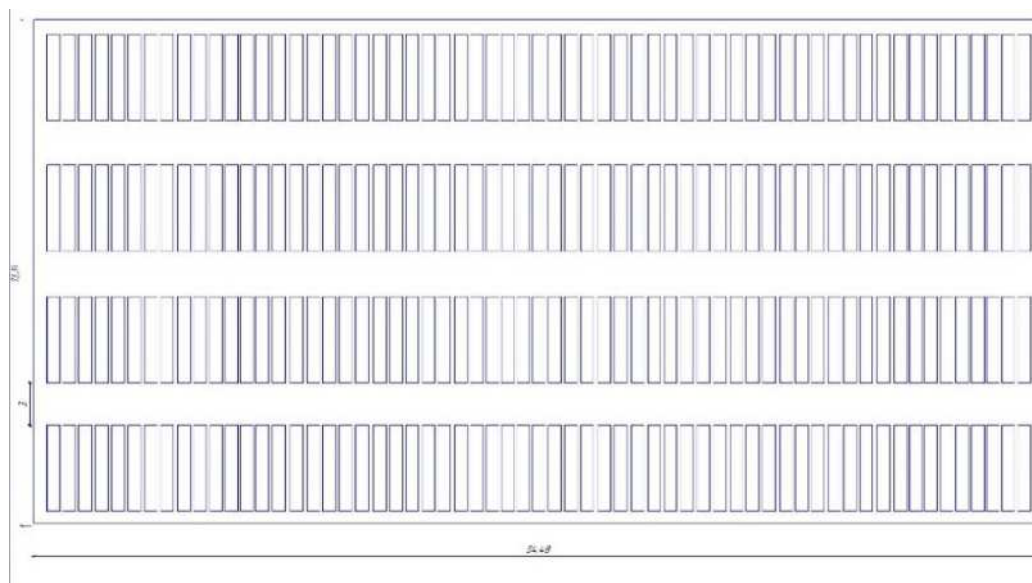


Рисунок 2 – План расположения ФСЭС на крыше учебного корпуса №2 (спортзал)

Для проектирования ФСЭС и качественной работы всей системы необходимо выбрать необходимое комплектующее оборудование (рисунок 3.)

Наименование	Внешний вид	Кол-во, шт	Стоимость, руб
Солнечная батарея SilaSolar 240Вт 10BB		244	2566080
Контроллер заряда Epever Tracer 10420AN 100A MPPT		3	176160
Гибридный солнечный трехфазный инвертор SILA PRO 15000MH 15 кВт		4	1733120
Гелевый АКБ SunStonePower MLG 200 Ач, 12В		26	975936

Рисунок 3 - Перечень необходимого оборудование для проектируемой ФСЭС

Красноярским государственным аграрным университетом проводятся исследования по совершенствованию технических характеристик систем выработки электроэнергии с использованием энергии солнца, изучение областей их эффективного применения в сельском хозяйстве, а также обоснование областей применения с точки зрения экономической эффективности. Расчет проводился по использованию ФСЭС для резервного и параллельного энергообеспечения учебного заведения АФ ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. В расчетах принята проектируемая ФСЭС, состоящая из 244 солнечных батареи, суммарной мощностью 64,8 кВт, при установленной мощности учебного заведения 106,8 кВт.

Список литературы

1. Возобновляемые источники электроэнергии / О.В. Григораш, Ю.П. Степура, Р.А. Сулейманов [и др.]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 272 с.
2. Почему возобновляемые источники энергии так быстро дешевеют и к чему это может привести: Хабр.com сайт – Режим доступа: <https://m.habr.com/ru/company/ruvds/blog/546672/>.
3. Афанасьев, В.П. Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния / В.П. Афанасьев, Е.И. Теруков, А.А. Шерченков – 2-е изд. – СПб.: ЛЭТИ, 2011. – 168 с.
4. Нанотехнология в решении проблемы солнечной энергетики / Т.А. Джалалов, Э.З. Имамов, Р.А. Муминов [и др.]. // Актуальные проблемы использования альтернативных источников энергии: мат-лы респ. конф. – Карши, 2014. – С. 15–16.
5. Исмаилов, К.А., Солнечная энергетика: сегодня и завтра / К.А. Исмаилов, З.Т. Кенжаев, Г.Р. Абдиреймова // Мат-лы 9-й Междунар. конф. (Казахстан). г. Алматы, 2016. – С. 225–226.
6. «Зеленая генерация в России: что мешает получить электричество и тепло от солнца»: Altenergiya.ru.: сайт. – Режим доступа: <https://altenergiya.ru/sun/zelyonaya-generaciya-v-rossii-chto-meshaet-poluchat-elektrichestvo-i-teplo-ot-solnca.html>.
7. Электросети России: сайт. – Режим доступа: <https://energoseti.ru/stations/solnechnye-elektrostantsii>.
8. Хевел группа компаний: сайт компании «Хевел». – Режим доступа: <https://www.hevelsolar.com/about/news/khevel-i-saft-planiruyut-realizovat-pilotnyy-proekt-po-ustanovke-sistem-khraneniya-energii-na-solnech/>.
9. Дубов, В.А. Оценка эффективности использования ФСЭС для автономного электроснабжения крестьянско-фермерского хозяйства/ В.А. Дубов, А.В. Чебодаев // Вестник ИРГСХА. – 2015. – № 67. – С.89–94
10. Использование солнечных фотоэлектрических станций для автономных систем электроснабжения крестьянско-фермерских хозяйств/ А.В. Чебодаев, А.В. Бастрон, В.Н. Урсегов, А.С. Дебрин [и др.] // Энерго- и ресурсосбережение – XXI век: мат-лы XIV Междунар. научн.-практ. интернет-конф. (2016 г.). – Орел: Орловский государственный университет, 2016. – С. 204–210.
11. Бастрон, А.В. Эффективное использование солнечной энергии в системах тепло- и электроснабжения сельских усадебных домов и ЛПХ / А.В. Бастрон, Г.В. Гайдаш// Вестник ИРГСХА. – 2015. – № 67. – С. 92–100.
12. Бастрон, А.В. Энергообеспечение потребителей с использованием возобновляемых источников энергии: учеб. пособие / А.В. Бастрон, С.К. Шерьязов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 118 с.

**ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ
ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ И ПАРАМЕТРОВ ОЦЕНКИ ИНФОРМИРОВАННОСТИ
И МОТИВИРОВАННОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ**

Катаргин Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия
e-mail: serge0171.ra@gmail.com

Кайзер Юрий Филиппович, кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: kaiser170174@mail.ru

Кузнецов Александр Вадимович, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия
e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены концепт подходы обеспечения безопасности дорожного движения силами контрольно-надзорных органов на основе оценки информированности и мотивированности водительского состава. Выделены основные факторы, влияющие на поведение водителя в процессе дорожного движения. Затрагиваются известные концептуальные подходы достижения цели на основе: теории компенсации (приспособлении поведения) и теории равновесия риска водителя оператора и приспособлении поведения.

Ключевые слова: водитель, мотивация, информация, автотранспортное предприятие, система, правила дорожного движения, контрольно-надзорные органы.

**EVALUATION OF ROAD SAFETY PERFORMANCE OF MOTOR TRANSPORT
COMPANIES BASED ON THE SELECTION OF CRITERIA AND PARAMETERS FOR
ASSESSING DRIVERS' AWARENESS AND MOTIVATION**

Katargin Sergey Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: serge0171.ra@gmail.com

Kaiser Yuri Filippovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: kaiser170174@mail.ru

Kuznetsov Aleksandr Vadimovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

Abstract. This article examines conceptual approaches to ensuring road safety by enforcement agencies based on assessing driver awareness and motivation. The main factors influencing driver behavior during road traffic are identified. It addresses well-known conceptual approaches to achieving goals based on compensation theory (behavioral adaptation) and the theory of driver-operator risk equilibrium and behavioral adaptation.

Keywords: driver, motivation, information, motor transport enterprise, system, traffic laws, enforcement agencies

В настоящее время практически любая проверка, причем в любой области направлена на должностные и юридические лица. Что, в конечном счете, сводится к контролю ранее выданных предписаний, выполнению надлежащим образом своих обязанностей и прочее. Естественно, нельзя отвергать данный способ, т.к. он дает определенный эффект. Можно назвать такой способ проверки – количественным. Выполнение определенного количества требований достаточно для поддержания необходимого уровня безопасности дорожного движения. Мировые тенденции, развитие общества требуют уже более качественного метода проверок. Каким образом перейти от количественного метода оценки эффективности обеспечения безопасности дорожного движения (БДД) к более качественному, или совместить оба метода друг с другом. На что или на кого должно быть обращено внимание контрольно-надзорных органов (КНО) в первую очередь, при оценке деятельности автотранспортного предприятия (АТП) в области безопасности дорожного движения. Рассмотрев АТП и все его подсистемы, а также элементы отдельно, мы можем определить те критерии и параметры, которые обуславливают саму БДД.

В данном аспекте, особое внимание сосредоточим на самом последнем звене системе ВАДС (водитель – автомобиль – дорога - среда), непосредственно участвующим в обеспечение БДД. Следует выявить, какие входящие воздействия характерны для системы каким образом она взаимодействует с такими же системами, коих на дороге множество, а также определить место в системе автотранспортных предприятий, КНО и прочих служб, взаимодействующих с дорожным движением.

Рассмотрим систему ВАДС (водитель - автомобиль - дорога - среда)). Вот три главных элемента, на которые могут быть обращены воздействия со стороны контролирующих органов с целью снижения уровня безопасности дорожного движения. Наиболее сложным по степени воздействий можно считать водителя. Автомобиль и дорога являются техническими элементами, изменение свойств, которых ведет к повышению уровня безопасности. Конечно, значимость этих элементов безусловна. Другое дело водитель, мы не можем совершенствовать его как машину или робота. Меры воздействия, направленные на исполнителя, должны помогать ему вовремя принять нужное решение, разобраться в сложной (критической) ситуации. Рассматривая водителя как элемент системы следует вводить ограничения, позволяющие управлять им.

Исполнитель является своеобразной системой, которая должна рассматриваться, как отдельно, так и совместно с остальными системами. Цели данной системы выражены в выполнении возложенных обязательств, получении прибыли, собственной безопасности. Исполнитель непосредственно связан и с внешней средой и реагирует на ее воздействия. В зависимости от различных факторов изменяется и состояние водителя. Эти факторы идут как извне, так и изнутри водителя. Внутренние факторы больше относятся к психике человека, но возникают так же из-за внешних воздействий. С помощью всех этих факторов возможно накладывать ограничения на водителя, которые в итоге позволят влиять и на безопасность.

Входами для водителя будут: информация и мотивация. Информацию также можно разделить на оперативную и долговременную. Тогда выходом будет являться поведение водителя на дороге (рис. 1).

Водитель на одном транспортном средстве создает локальный процесс дорожного движения, а совокупность всех участников – процесс дорожного движения как таковой (рис. 2).

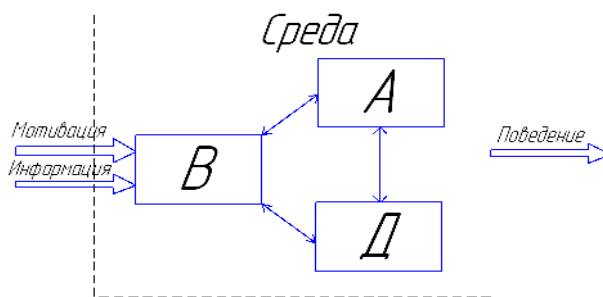


Рисунок 1 – Система ВАДС

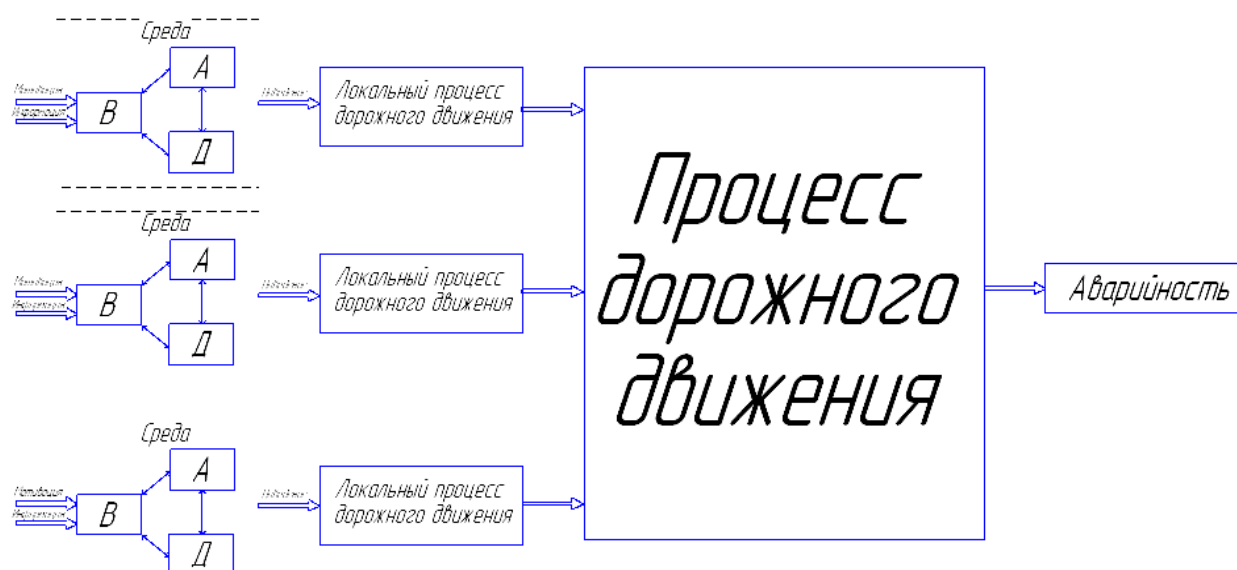


Рисунок 2 – Система ВАДС и процесс дорожного движения

При 80 – 90 % происшествий нарушаются закон о дорожном движении и правила дорожного движения. Такой результат не является неожиданным. Можно, например, предполагать, что водитель автомобиля поехал на красный свет, превысил предел скорости, въехал на участок дороги, по которому движение не разрешено, и т.д. Мы знаем, что нарушение правил дорожного движения является весьма обычным делом. Все ДТП в той или иной мере имеют взаимосвязь с поведением участников движения и тем, что управляет этим поведением. Почти всегда можно указать конкретные неправильные действия или неудачный выбор действия, которые участники движения совершили незадолго до возникновения происшествия. Многие такие неправильные действия (например, забыл посмотреть в "мертвый угол"), приводящие к неправильному направлению при повороте и т. д., являются нормальными. Никто из участников движения не застрахован от ошибок и в большинстве случаев неправильные действия не приводят к ДТП. Но после возникновения происшествия легко указывать на такие неправильные действия, как на "решающие причины" происшествия.

По ряду причин заключение, что для предотвращения ДТП необходимо что-то делать с участниками дорожного движения является ошибочным.

Человеческий фактор присутствует в большинстве происшествий. Возможно, это не является неожиданным, поскольку участники дорожного движения участвуют во всех ДТП и почти всегда можно представить, что участники дорожного движения могли бы сделать что-нибудь для предотвращения происшествия. Однако, когда мы думаем о мероприятии, то самые эффективные мероприятия не обязательно связаны с преобладающим решающим фактором происшествия, а могут находиться в другой области. На поведение человека часто более эффективно можно воздействовать дорожно-технической мерой или мотивирующими воздействиями, чем обучением и контролем полиции. Иначе говоря, недостаточно установить, что происшествие произошло из-за неверного действия водителя. Если система будет слишком сложной, то даже наиболее хорошо оснащенные участники дорожного движения будут время от времени совершать фатальные ошибки.

Мотивация - важнейший компонент обеспечения надежности водителя. Она выражается в заинтересованности водителя в процессе работы, результатах труда, удовлетворенности работой в целом. Мотивация обеспечивается и поддерживается режимом труда, оплатой труда, условиями работы, состоянием автомобиля, отношениями с администрацией предприятия и коллективом предприятия, многими другими факторами. Если водитель удовлетворен всеми или, по крайней мере, отдельными аспектами своей работы, то это вызывает положительные эмоции, растет производительность и

эффективность труда, облегчается самообучение, появляется стремление повысить свою квалификацию. Управление мотивацией водителя можно повысить уровень безопасности движения в той же степени, что и воздействие на другие составляющие, перечисленные выше. Умело используя рычаги повышения мотивации, можно добиваться повышения производительности труда и безопасности движения. В реальной практике невозможно обеспечить комплексное удовлетворение всех потребностей и интересов водителя в процессе профессиональной деятельности. Именно поэтому администрация предприятия или работодатель должны умело манипулировать всеми имеющимися в их распоряжении рычагами экономического и морального стимулирования водителя к повышению производительности труда, соблюдению требований безопасности движения, повышению профессиональной квалификации. Таким образом воздействие контрольно-надзорных органов должно быть направлено на входы процесса дорожного движения, т.е. на мотивацию и на информацию, а судить о качестве работы следует по аварийности (рис. 3).

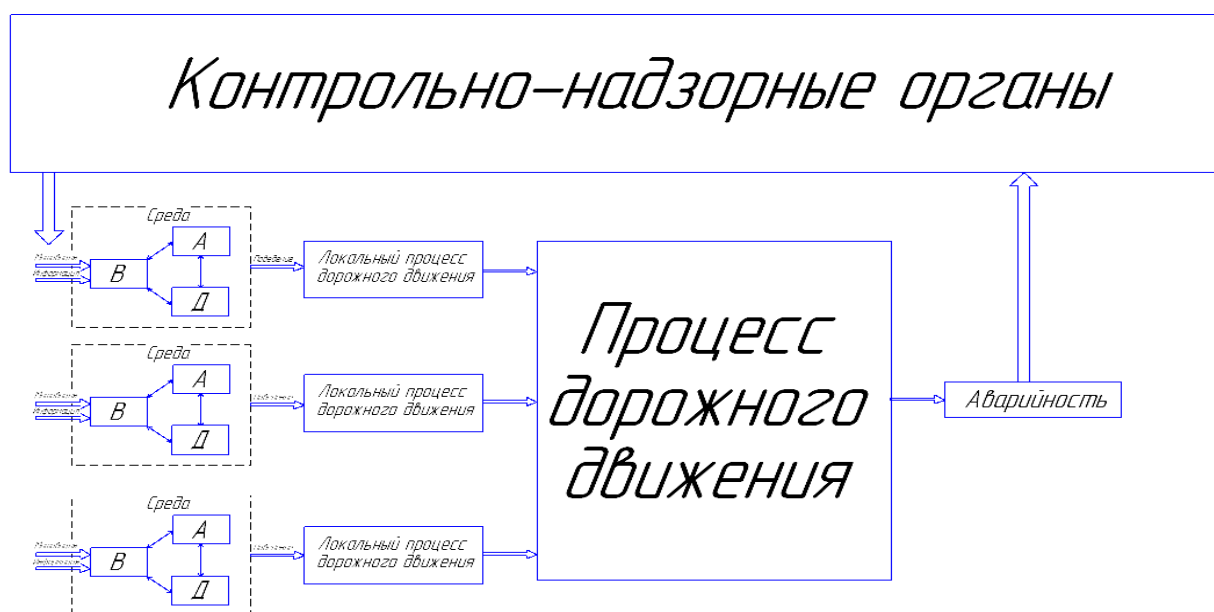


Рис. 3. Влияние контрольно-надзорных органов на процесс дорожного движения

В [1, 2] приводится модель теории о равновесии риска канадского исследователя Gerald J. S. Wilde. Он выдвинул теорию о равновесии риска, которая вкратце исходит из того, что единственным фактором, который в перспективе может привести к сокращению происшествий на единицу времени, является повышение желания обеспечения безопасности дорожного движения населением.

Согласно теории о равновесии риска единственное, что может привести к сокращению числа ДТП – это желаемый риск, испытываемый водителями. Однако, в теории Gerald J. S. Wilde на силу желаний предотвратить происшествия не влияют фактические количества происшествий и их развитие по времени. Это вряд ли разумное предположение.

Альтернативой, получившей применение на практике, является теория о приспособлении поведения или компенсации риска (автор Evans) [1, 2]. Эта теория исходит из того, что участники дорожного движения в большей или меньшей степени приспособливают поведение относительно риска и мероприятия по повышению безопасности дорожного движения, но не обязательно таким образом, что риски или мероприятия, вызывающие приспособление поведения, будут полностью компенсированы и тем самым не будут влиять на количество происшествий.

Таким образом, можно сказать, что каждый водитель АТП выбирает определенный желаемый риск и соответственно приспособливает свое поведение. На желаемый риск будут влиять мероприятия, проводимые государством и руководством предприятия и другие внешние факторы. Приспособление поведения происходит постепенно и со временем уровень желаемого риска будет увеличиваться, если уровень испытываемого риска не будет

уменьшаться. Руководствуясь принципами наиболее выгодной, а не безопасной езды, водитель начинает совершать незначительные нарушения правил дорожного движения, на его взгляд не создающих опасности, но сокращающих время простоя на светофорах, пробках и т. д. Со временем он приспособливает свое поведение, что в дальнейшем может привести и к грубым нарушениям правил дорожного движения [3].

Одной из проблем введения таких мер является не желание или невозможность руководством АТП предоставить всю необходимую информацию контрольно-надзорным органам. В этом случае, также необходимо направить свои воздействия на исполнителей. Получение достоверной информации возможно с помощью опроса - анкетирования водителей.

При формулировании вопросов анкеты и проведении опроса следует руководствоваться следующими основными положениями:

- формулировка вопросов должна быть лаконичной и не допускающей неоднозначного толкования;
- формулировка вопросов должна требовать по возможности коротких однозначных ответов;
- анкета должна носить анонимный характер;
- перед проведением опроса исполнители должны быть проинструктированы о его целях и задачах, важности точного и объективного ответа на вопросы анкеты, порядка заполнения анкет [3].

На основании проведенной работы следует принять, что основными факторами, влияющими на безопасность для водителей, является мотивация и информация. На них должны быть направлены меры контрольно-надзорных органов, а исходной информацией для них будут показатели аварийности.

Список литературы

1. Рун Эльвик, Аннэ Боргер Мюнсен, Трюле Во. Справочник по безопасности дорожного движения. /Пер. с норв. Под ред. Проф. В.В. Сильянова. М.: МАДИ (ГТУ), 2001. 754 с.
2. Gerald J. S. Wilde // Target Risk 2: A New Psychology of Safety and Health by Gerald J. S. Wilde. 2001. с. 255.
3. Катаргин, С. Н. Критерии оценки деятельности автотранспортных предприятий в области обеспечения безопасности дорожного движения / С. Н. Катаргин, Ю. Ф. Кайзер, А. В. Кузнецов // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы II Международной научной конференции, Красноярск, 25 ноября 2021 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 72-77.

ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ РОСТА БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Клинцова Валентина Федоровна, старший преподаватель

Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь

e-mail: valentina.fedorovna1979@mail.ru

Аннотация. На протяжении долгого времени производство сельскохозяйственных товаров основывалось на использовании ископаемого сырья, что наряду с социально-экономическим подъемом вызывало деградацию окружающей среды. В связи с этим особое значение приобретает применение альтернативных источников энергии, в числе которых существенное значение и значительный потенциал имеет биогазовая энергетика, которая становится одной из наиболее перспективной в странах, испытывающих недостаток ископаемых энергоресурсов. Данная технология является одним из наиболее перспективных направлений в сфере возобновляемых источников энергии, поскольку решает не только проблему выработки последней, но и экологическую проблему – проблему утилизации отходов, в том числе и в сельскохозяйственном производстве. Ввиду особенностей технологического процесса биогазовые установки принято размещать преимущественно на крупных агропромышленных комплексах, где существуют условия для полного экологического цикла переработки отходов и нет недостатка в сырье.

Ключевые слова: биогазовая энергетика, органические отходы, переработка, экологические, энергетические, экономические аспекты, удобрение

POTENTIAL AND PROSPECTS FOR THE GROWTH OF THE BIOENERGY SECTOR IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Klitzova Valentina Fedorovna, Senior Lecturer

Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus

e-mail: valentina.fedorovna1979@mail.ru

Abstract. For a long time, the production of agricultural goods has relied on the use of fossil raw materials, which, alongside socio-economic development, has led to environmental degradation. In this context, the application of alternative energy sources becomes especially important, among which biogas energy holds significant importance and has substantial potential. It is becoming one of the most promising directions in countries facing a shortage of fossil energy resources. This technology is considered one of the most promising areas in the field of renewable energy sources, as it addresses not only the issue of energy generation but also environmental concerns – namely, waste management, including in agricultural production [14]. Due to the specifics of the technological process, biogas plants are typically placed mainly at large agro-industrial complexes, where conditions are suitable for a complete ecological waste recycling cycle and where raw materials are readily available.

Keywords: biogas energy, organic waste, processing, environmental, energy, economic aspects, fertilizer

В настоящее время получение биогаза связано, прежде всего, с переработкой и утилизацией отходов животноводства, птицеводства, растениеводства, пищевой, спиртовой промышленности, коммунально-бытовых стоков и осадков за счет жизнедеятельности метанообразующих бактерий.

Сельскохозяйственное производство в Республике Беларусь является одной из важнейших отраслей экономики, оно не только обеспечивает страну продукцией, но и

находится на лидирующих позициях по объемам экспорта. Вместе с тем, с его активным развитием связаны масштабные экологические проблемы Беларуси: образование органических отходов на сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятиях сопровождается загрязнением атмосферного воздуха, почв, грунтовых и поверхностных вод.

Одним из решений данной проблемы стало строительство биогазовых установок. Производство биогаза на базе отходов животноводства птицеводства, растениеводства, пищевой, спиртовой промышленности, коммунально-бытовых стоков и осадков за счет жизнедеятельности метанообразующих бактерий в Республике Беларусь является важным направлением, которое способствует обеспечению энергетической безопасности и помогает решить множество актуальных задач экологического, энергетического и экономического характера. Значение утилизации биомассы в сфере сельского хозяйства трудно переоценить, поскольку на различные технологические процессы расходуется значительное количество топлива, а спрос на высококачественные удобрения постоянно увеличивается. [1]

Ежегодно, благодаря использованию навоза крупного рогатого скота, свиного навоза, птичьего помета, отходов зернопереработки и других органических материалов, Республика Беларусь могла бы получать до 2,5 млрд. м³ биогаза и на его основе до 5 млрд. кВт ч. электрической энергии. При этом годовая потребность АПК Беларуси составляет около 3,5 млрд. кВт ч. [2]

Республика Беларусь располагает достаточной ресурсной базой для получения биогаза. В Беларуси действует: свыше 6300 комплексов КРС; свыше 100 свиноводческих комплексов и 48 птицеводческих комплексов, на базе которых ежегодно образуются миллионы тонн отходов.

Эти отходы (практически без их предварительной обработки) сбрасываются в поля как удобрения. Однако, помимо пользы, они одновременно наносят значительный экологический ущерб.

Для комплексного решения экологических и энергетических проблем животноводческой отрасли Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь проводит политику по внедрению в непосредственной близости от крупных ферм биогазовых комплексов.

В настоящее время в АПК Беларуси действует 17 биогазовых комплексов, работающих на навозе и птичьем помете, с общей установленной электрической мощностью около 22,4 МВт.

Таблица 1 – Информация о действующих в Республике Беларусь биогазовых установках, работающих на побочной продукции аграрного производства [3]

Наименование объекта	Электрическая мощность, МВт	Годовая выработка электрической энергии, МВт-ч/год	Годовая выработка тепла, Гкал/год	Экономия условного топлива, т.у.т./год
Биогазовый комплекс в агрофирме «Лебедево»	0,50	2190,00	1883,07	494,98
Биогазовая установка в д. Трайги Комплекс КРС	0,99	4375,62	4146,52	1038,92
Биогазовая установка на базе СГЦ «Зброджы»	0,99	7992,00	7573,56	1897,56
«Беловежа Биогаз»	0,99	4375,62	—	499,85
БЭК «Западный»	0,52	3463,29	—	260,18
КСУП Селекционно-гибридный центр «Западный»	0,37	1620,60	—	185,13
ЗАО «Мир Биогаз»	2,00	8760,00	—	1000,70
Биогазовая установка (ОАО «17 сентября»)	1,96	8584,80	—	980,68

ЗАО «ТДФ Экотех-Снов» Биогазовый комплекс д. Грусково Совместное ЗАО «ТДФ Экотех-Снов»	2,12	13904,00	–	1060,74
ЗАО «ТДФ Экотех-Снов» Газопоршневой агрегат на биогазовом комплексе в СПК «Агрокомбинат Снов»	0,83	6842,00	–	415,29
Биогазовый комплекс в ОАО «Лань-есвиж»	1,41	8994,00	–	705,49
ООО Беларуськалий-Агро»	0,36	29733,60		180,13
ЗАО «Парохонское Биогаз Биогазовая установка МТФ ур.БочкаОАО «Парохонское	0,99	7992,00	7992,00	1897,56
ЗАО «Парохонское Биогаз» Биогазовая установка в д. Селище	0,99	4375,62	4138,99	1037,94
ОАО «Бобруйский завод биотехнологий»/Бобруйский гидролизный завод	2,10	9198,00	–	1050,73
ОАО «Рассвет» им. К.П.Орловского	4,80	35880,80	–	2401,68
РУП «НПЦ НАН РБ по механизации сельского хозяйства»	0,25	203763,70	–	125,09
КСУП «Племптицезавод Белорусский»	0,34	2463,57	–	170,12

В настоящее время в Беларуси рассматривается вопрос о разработке и реализации проектов по утилизации отходов органического происхождения, реализуемых предприятиями жилищно-коммунального хозяйства и сельскохозяйственной (перерабатывающей) отрасли, с учетом распределения долей (акций) каждого участника.

Преимущества такого объединения для предприятий включают следующее:

- устраняются источники выбросов вредных веществ в атмосферу, связанные с открытым хранением навоза, депонированием осадка и избыточного активного ила, а также с полигонами твердых коммунальных отходов и промышленных отходов; также исключаются источники запахов, возникающие при внесении органических веществ на поля в весенний и осенний периоды;
- предприятия получают дополнительные источники финансирования за счет деятельности биогазового энергетического комплекса, в виде части прибыли, полученной от его хозяйственной деятельности;
- увеличение урожайности сельскохозяйственных культур способствует перераспределению пахотных земель и повышению прибыльности предприятий;
- происходит улучшение структуры пахотных почв за счет восстановления гумусного слоя, что в конечном итоге приводит к повышению их плодородия;
- социальные аспекты предполагают создание таких предприятий в малых городах и районных центрах, что позволит обеспечить дополнительные рабочие места в диапазоне от тридцати до ста человек;
- повышение уровня заработной платы и общего уровня профессиональной культуры работников;
- повышение образовательного уровня персонала предприятия, так как все сотрудники должны обладать средним специальным или высшим образованием для обеспечения эффективной работы комплекса, а также постоянно повышать свою квалификацию;

– повышение экологической сознательности и ответственности за использование возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе региона. [4]

Учитывая все положительные аспекты эксплуатации биогазовых комплексов, существует ряд сдерживающих факторов и технологических недостатков:

1. Недостаточная биотехнологическая оценка сырьевой базы (не учитывается вид и количество подстильного материала в навозе, наличие песка).

2. Смесь субстрата составляется без учета рекомендуемых значений (отношение углерода к азоту, концентрации аммонийного азота, кислотности среды и отношения летучих жирных кислот к неорганическому углероду в процессе брожения).

3. Не учитывается и не анализируется логистика доставки сырья к биогазовому комплексу (не более 30 км.).

5. Не решается вопрос эффективного использования тепловой энергии, вырабатываемой когенерационным блоком.

6. При реализации биогазового комплекса большой мощности не предусматривается его поэтапное строительство и ввод в эксплуатацию.

7. Отсутствует необходимое приборное оборудование для технологического контроля исходного сырья и сбраживаемого субстрата.

8. Не выполняются в срок регламентные работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

В заключении хотелось бы отметить, что для повышения эффективности биогазовых комплексов необходимо учитывать:

– все указанные современные проблемы биогазовых комплексов (необходимость их устранения в процессе проектирования, строительства и эксплуатации новых комплексов очевидна);

– электрическую эффективность когенерационной установки (высокая загрузка когенерационной установки возможна только при условии быстрого проведения работ по техобслуживанию биогазовой установки; чем старше установка, тем важнее этот аспект);

– затраты и количество технических осмотров и обслуживания;

– применение тепловой энергии, вырабатываемой когенерационной установкой, (собственное потребление теплоты составляет только около 30%);

– количество входящих субстратов (регулярное измерение вязкости и пригодности к перемешиванию позволяет своевременно обнаружить нарушения в концентрации субстратов, при этом эксплуатирующее предприятие может заранее реагировать на изменения загружаемого сырья) и затраты на них (одной из основных составляющих являются затраты на сырье, составляющие около 50% от общей суммы затрат на эксплуатацию установки);

– затраты на логистику доставки сырья для работы биореактора.

Список литературы

1. Тарналицкий, Т. Топливо взамен отходов. Как в Беларуси обстоят дела с производством биогаза / Т. Тарналицкий // Зялены партал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greenbelarus.info/articles/13-12-2017/toplivo-vzamen-othodov-kak-v-belarusi-obstoyat-dela-s-proizvodstvom-biogaza>. (Дата обращения 03.11.2025)

2. Биоэнергетика: пособие/ Коротинский В.А., Гаркуша К.Э. – Минск: БГАТУ, 2011 – 148с

3. Чабатуль В.В., К вопросу развития биогазовой энергетики в аграрной отрасли Беларуси/ Чабатуль В.В., Андрищенко А.Ю., Русакович А.Н // Экономические вопросы развития сельского хозяйства: Межведомственный тематический сборник выпуск 49/ Минск. Республиканское научное унитарное предприятие «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси»; редкол.: В. Г. Гусаков, А. В. Пилипук, А. В. Пилипук. – Минск 2021. – 366 с.

4. Биогаз: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Биогаз> (Дата обращения 01.11.2025).

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ РЯДКОВЫХ СЕЯЛОК НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Коваль Максим Викторович, аспирант

Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова, Россия

e-mail: elsola@mail.ru

Щеглов Андрей Викторович, кандидат технических наук, доцент

Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова, Россия

e-mail: avmeh2011@mail.ru

Бондарчук Алина Викторовна, доктор экономических наук, доцент

Луганский государственный университет имени В. Даля, Россия

e-mail: akoval77@mail.ru

Панков Андрей Александрович, доктор технических наук, доцент

e-mail: app.post@rambler.ru

Аннотация. Рассмотрена динамика технико-экономических показателей рядковых сеялок за 100 лет. На основе значений показателей разработана структура данных - датасет, который исследовался и обрабатывался методами интеллектуального анализа данных и машинного обучения. Получена кластерная модель зависимости материалоемкости рядковых сеялок от их массы, а также модель динамики изменения материалоемкости рядковых сеялок от массы с коэффициентом детерминации, характеризующим относительную эффективность модели, равным 0,61.

Ключевые слова: сеялка, материалоемкость, масса, датасет, анализ данных, модель

RESEARCH OF THE MATERIAL CAPACITY OF ROW SEEDERS BASED ON DATA INTELLIGENT ANALYSIS METHODS

Koval Maksim Viktorovich, Graduate student

Lugansk State Agrarian University named after K.E. Voroshilov, Russia

e-mail: elsola@mail.ru

Sheglov Andrei Viktorovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Lugansk State Agrarian University named after K.E. Voroshilov, Russia

e-mail: avmeh2011@mail.ru

Bondarchuk Alina Viktorovna, Doctor of Economics, Associate Professor

Lugansk State University named after V. Dahl, Russia

e-mail: akoval77@mail.ru

Pankov Andrei Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

e-mail: app.post@rambler.ru

Abstract. The dynamics of technical and economic indicators of row seeders over 100 years is considered. Based on the values of the indicators, a data structure was developed - a dataset that was studied and processed using data mining and machine learning methods. A cluster model of the dependence of the material capacity of row seeders on mass was obtained, as well as a model of the dynamics of changes in the material capacity of row seeders on mass with a coefficient of determination characterizing the relative efficiency of the model equal to 0.61.

Keywords: seeder, material consumption, mass, dataset, data analysis, model

Введение. Повышение надежности и долговечности сельскохозяйственной техники (СХТ) становится все более сложной проблемой в связи с увеличением энергоемкости

механизированных процессов, ширины захвата и рабочих скоростей, т.к. при этом повышается динамичность нагрузок, и условия работы элементов машин резко усложняются.

Указанная проблема усугубляется тем, что она должна решаться при максимально возможной экономии материальных ресурсов, в особенности металлопроката, с одновременным улучшением технологичности материалов и производства.

Поэтому одна из задач в этом направлении заключается в анализе материалоемкости СХТ и определении путей ее оптимизации, т.к. одним из показателей технического уровня машин считается их масса. Следовательно, рационализация конструкций машин и снижение материалоемкости является актуальным направлением исследования и разработки СХТ, в частности посевных машин [1-3].

В настоящее время в процессе количественных и структурных изменений в современном мире наибольшую важность приобретают задачи поиска релевантных методов получения, сбора, аккумулирования, обработки и анализа, передачи и распространения информации. В частности, целью интеллектуального анализа данных (ИАД) является обнаружение неявных закономерностей в наборах данных (датасетах). Использование ИАД позволяет выявлять значимые корреляции и тенденции в объемах данных [4].

Цель работы: исследование закономерностей динамики изменения материалоемкости сеялок.

Задачи работы:

1. Собрать и систематизировать данные по рядковым сеялкам за 100 лет, обработать и структурировать их значения в датасете.
2. Осуществить ИАД в датасете, реализовать кластерную и регрессионную модели.
3. Оценить эффективность полученных моделей.

Методология исследований. Исследуемый датасет создан на основе веб-скрейпинга и сбора данных из открытых источников. В датасет включены 359 моделей рядковых сеялок различных стран и фирм-производителей за период 1917-2025 гг. При этом посевные комплексы в датасет не включались.

После сбора данных осуществлялась их обработка и структуризация. В структуру датасета включены следующие признаки (рис. 1): страна-производитель (country); модель или марка (typ); год выпуска модели (year_man); способ агрегатирования (trac_conn): 0 – навесные, 1 – прицепные; вид высевающей системы (seed_system): 0 – механическая, 1 – пневмомеханическая; ширина захвата, м (work_width_m); масса машины, кг (weight_kg); материалоемкость, кг/м (spec_grav_kg/m); объем бункера для семян, л или дм³ (seedbox_vol_l); удельный объем бункера для семян, л/м (spec_vol_l/m).

country	typ	year_man	trac_conn	seed_system	work_width_m	weight_kg	spec_grav_kg/m	seedbox_vol_l	spec_vol_l/m
Russia	Russia	1917	1	0	1.50	500.0	333.3	63.0	42.000
Russia	KDS12	1938	1	0	1.80	490.0	272.2	63.0	35.000
Russia	SD10	1944	1	0	1.50	407.0	271.3	63.0	42.000
Russia	T82A	1944	1	0	3.60	950.0	263.9	325.0	90.300
Russia	SD24	1944	1	0	3.60	930.0	258.3	230.0	63.900
Russia	SK10	1947	1	0	1.50	534.0	356.0	63.0	42.000
Russia	SUB48	1948	1	0	3.60	1050.0	291.7	325.0	90.300
Russia	SK24	1949	1	0	3.60	1018.0	282.8	300.0	83.300
Russia	SZT47	1950	1	0	3.60	1265.0	351.4	312.0	86.700
Russia	SL44	1954	1	0	3.30	970.0	293.9	320.0	97.000
Russia	SU24	1958	1	0	3.60	1100.0	305.6	500.0	138.900
Russia	SUL48	1957	1	0	3.60	1180.0	327.8	300.0	83.300
Russia	SUK24	1958	1	0	3.60	1190.0	330.6	300.0	83.300
Russia	SZN10	1959	0	0	1.50	370.0	246.7	130.0	86.700
Russia	SZN16	1959	0	0	2.40	545.0	227.0	200.0	83.300

Рисунок 1 – Фрагмент датасета по рядковым сеялкам

Сбор и анализ данных осуществлялся на основе библиотек BeautifulSoup, scrapy, pandas, numpy, matplotlib, seaborn, sklearn и прочих.

Результаты исследований. В результате обработки датасета получена кластерная модель зависимости материалоемкости от массы посевных машин (рис. 2).

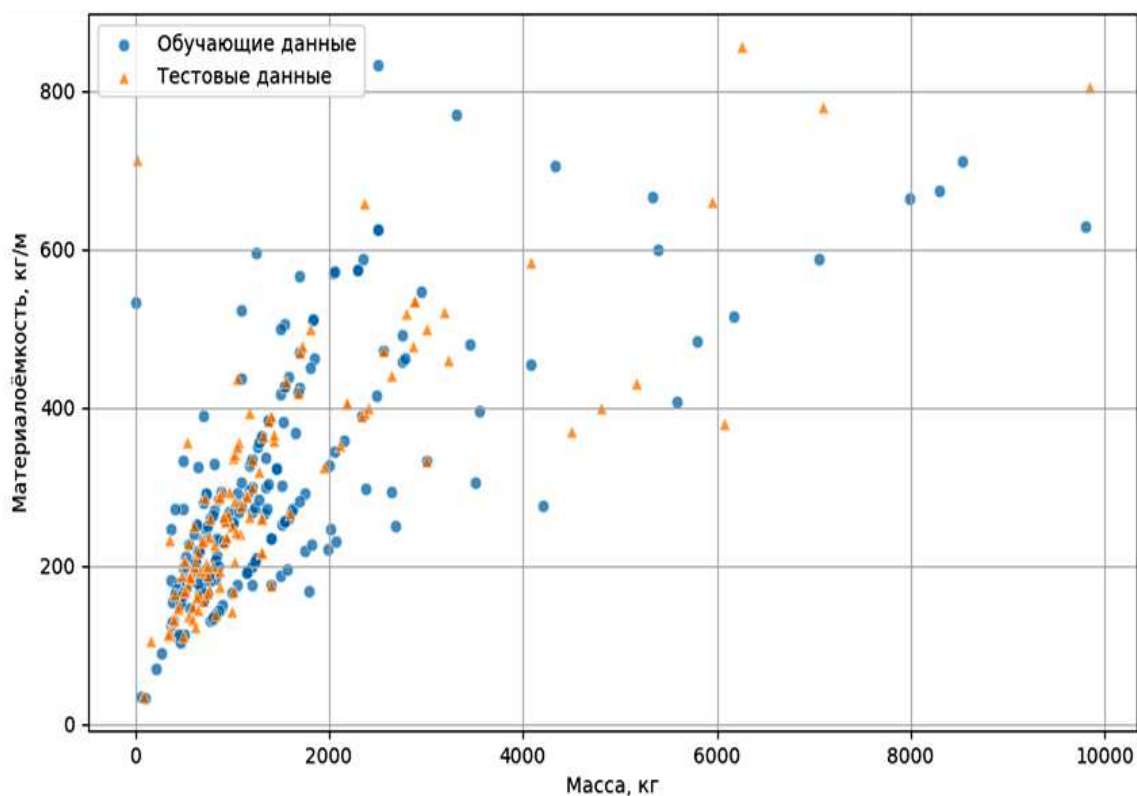


Рисунок 2 – Кластерная модель зависимости материалоемкости рядковых сеялок от массы

На основе анализа рис. 2 установлено наличие 10...12 линейных кластеров по материалоемкости в массиве характеристик сеялок. Предварительно можно отметить, что у машин с увеличивающейся массой материалоемкость имеет тенденцию к снижению.

Также получена регрессионная модель общей тенденции динамики изменения материалоемкости в зависимости от массы посевных машин (рис. 3).

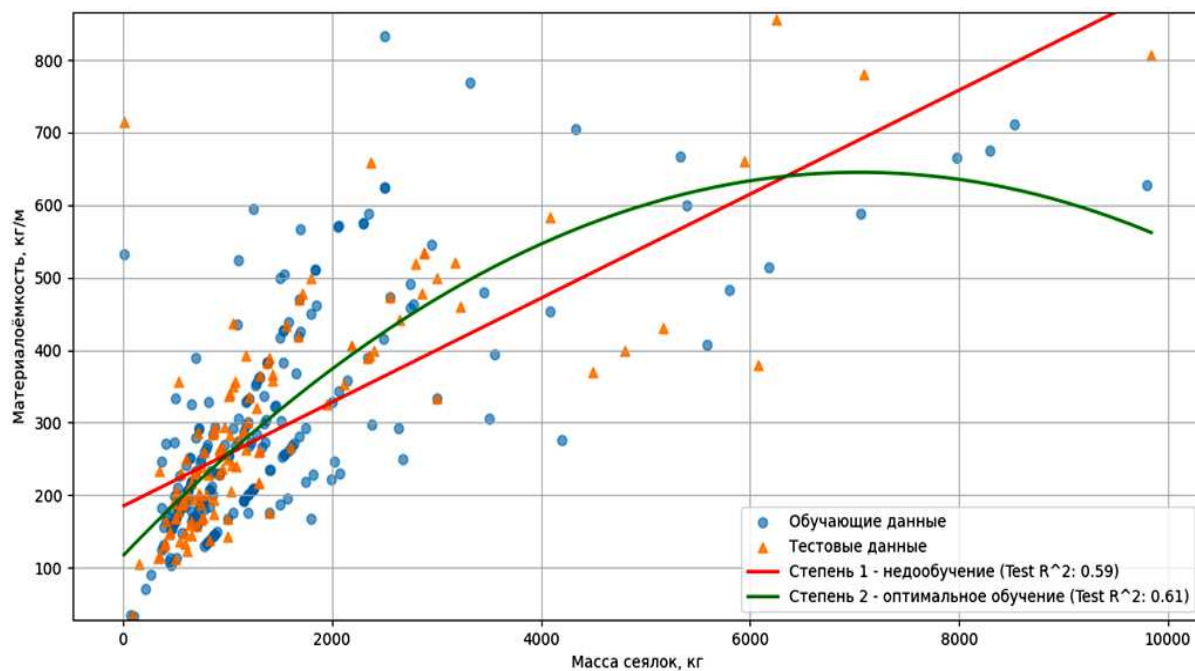


Рисунок 3 – Регрессионная модель динамики изменения материалоемкости рядковых сеялок от массы

Динамика изменения материалоемкости рядковых сеялок в зависимости от массы (рис. 3) аппроксимируется квадратичной зависимостью с коэффициентом детерминации

(характеризующим относительную эффективность модели) равным 0,61. Таким образом, полученная модель в значительной степени объясняет вариацию материалоемкости и дает возможность полагаться на количественные выводы в процессе исследования эффективности разработки и применения рядковых сеялок.

Список литературы

1. Коваль, М. В. Обоснование критерия эффективности работы технических средств механизации / М. В. Коваль, А. В. Щеглов, А. В. Бондарчук, А. А. Панков // Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти д.т.н., профессора Вендина Сергея Владимировича «Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке» (п. Майский, 15 ноября 2024 г.). – п. Майский : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 79-80.
2. Коваль, М. В. Разработка высевальной системы для мелкосеменных культур / А. В. Щеглов, А. В. Бондарчук, Е. Ю. Библик, А. А. Панков // Научно-практические аспекты развития АПК [Электронный ресурс]: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (22 ноября 2024 г., Красноярск) / Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2024. – С. 144-148.
3. Коваль, М. В. Исследование высевальной системы распределительного типа для мелкосеменных культур / М. В. Коваль, А. В. Щеглов, А. В. Бондарчук, Библик Е. Ю., А. А. Панков // Материалы Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и производство: новые подходы и актуальные исследования». Донской ГАУ, 11-13 февраля 2025 г. – С. 239-242.
4. Черномордов, С. В. Подход к моделированию и анализу данных на основе развития алгоритмов машинного обучения / С. В. Черномордов, Д. Ю. Опенкин // Continuum. Математика. Информатика. Образование: Елецкий ГУ им. И. А. Бунина. – 2021. - № 2. – С. 98-108.

ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА ДАВЛЕНИЯ В ГИДРАВЛИЧЕСКОМ БАКЕ ТРАКТОРА

Кондрашов Петр Михайлович, кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

e-mail: pkondrashov@sfu-kras.ru

Павлова Прасковья Леонидовна, кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

e-mail: ppavlova@sfu-kras.ru

Аннотация. В статье рассматривается аналитическая формула для расчета выходного давления в гидравлическом баке трактора. Актуальность темы обусловлена необходимостью обеспечения точности исходных данных для эффективного применения программ численного моделирования. Разработанная формула включает статическое давление столба жидкости, давление на поверхности жидкости и ускорение жидкости при разгоне и торможении трактора, что повышает точность проектных и конструкторских расчетов. Предложенная формула дает возможность инженерам обоснованно выбирать конструктивные решения и повысить надежность сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: гидравлический бак, трактор, гидросистема, аналитическая формула, выходное давление

PRESSURE CALCULATION FORMULA FOR THE TRACTOR'S HYDRAULIC TANK

Kondrashov Petr Mikhailovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: pkondrashov@sfu-kras.ru

Pavlova Praskovya Leonidovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: ppavlova@sfu-kras.ru

Abstract. This article discusses an analytical formula for calculating the output pressure in a tractor's hydraulic tank. The relevance of this topic stems from the need to ensure accurate input data for the effective use of numerical simulation programs. The developed formula incorporates the static pressure of the liquid column, the pressure at the liquid surface, and the acceleration of the liquid during tractor acceleration and braking, thereby improving the accuracy of design and engineering calculations. The proposed formula enables engineers to make informed design choices and improve the reliability of agricultural machinery.

Keywords: hydraulic tank, tractor, hydraulic system, analytical formula, output pressure

На этапе проектирования гидравлических систем тракторов закладывается фундаментальная надежность машины [1]. Выбор исходных для расчета определяется, в большинстве случаев, аналитическими формулами, которые основываются на строгих математических моделях и фундаментальных физических законах. Стоит отметить, что аналитические формулы позволяют выявить зависимости, которые в дальнейшем используются для детального проектирования и конструирования изделия в профессиональных программных комплексах или при создании его цифрового двойника [2]. Поэтому в данной работе предлагается более точная формула расчета давления на выходе из бака тракторных гидросистем с целью расчета исходных данных для последующего моделирования в CAE и CAD–программах, либо для создания цифрового двойника гидравлической системы трактора.

На рисунке 1 показано расположение бака гидравлической системы на тракторе [3].

В качестве исходных данных для расчета приняты конструкция бака и схема, которые изображены на рисунках 2 и 3 соответственно. Стрелками показаны направления перемещения рабочей жидкости.

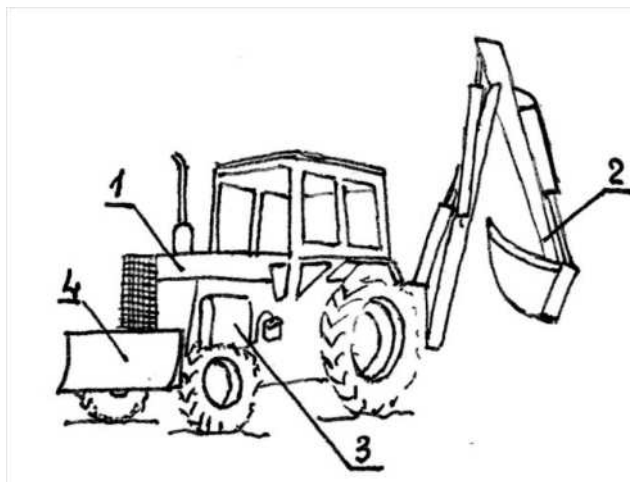


Рисунок 1 – Расположение бака гидравлической системы на тракторе: 1 – трактор; 2, 4 – сменное рабочее оборудование; 3 – бак

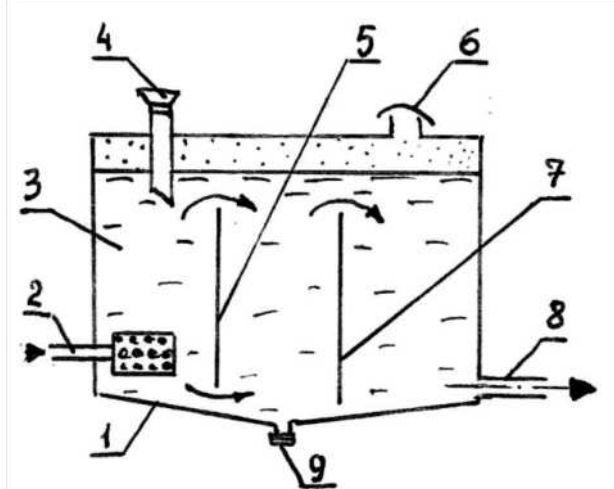
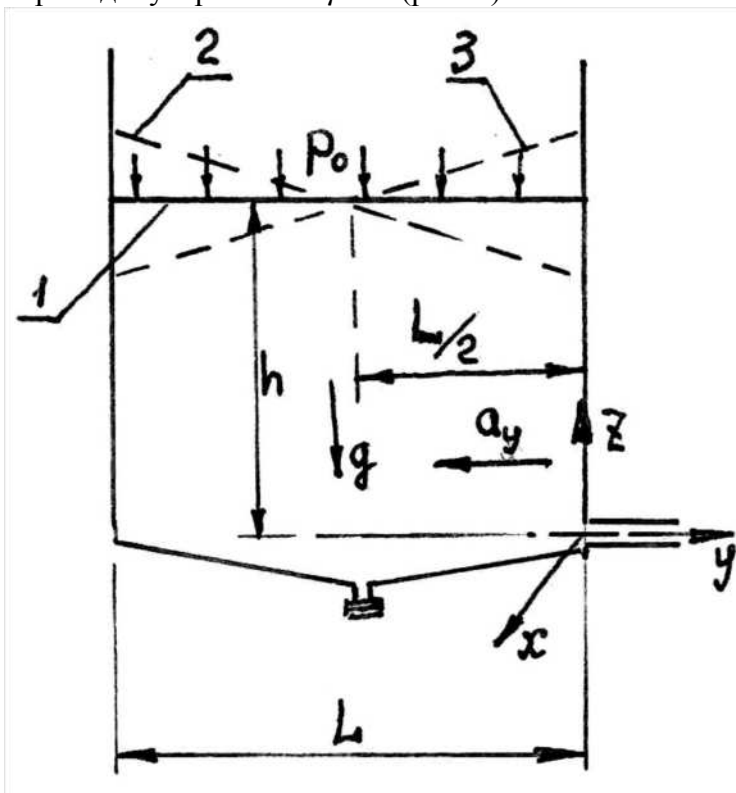


Рисунок 2 – Конструкция бака: 1 – емкость; 2 – входной патрубок; 3 – рабочая жидкость гидравлической системы; 4 – заливная горловина; 5 и 7 – перегородки; 6 – фильтр; 8 – выходной патрубок

Для того, чтобы в результате решения получать более простую формулу направляем ось z от оси выходного патрубка вверх и, соответственно, ось y вдоль оси патрубка, а ось x перпендикулярно осям y и z (рис. 3).



- 1 – поверхность рабочей жидкости в баке неподвижной машины;
- 2 – поверхность рабочей жидкости в баке машины при торможении машины;
- 3 – поверхность жидкости в баке машины при разгоне;
- p_0 – давление над поверхностью жидкости;
- L – расстояние между стенками бака;
- h – высота поверхности жидкости относительно оси выходного патрубка для неподвижной машины

Рисунок 3 – Расчетная схема

Записываем уравнение Леонарда Эйлера:

$$\begin{cases} \frac{\partial p}{\partial x} = \rho \cdot a_x \\ \frac{\partial p}{\partial y} = \rho \cdot a_y, \\ \frac{\partial p}{\partial z} = \rho \cdot a_z \end{cases} \quad (1)$$

где $\frac{\partial p}{\partial x}$, $\frac{\partial p}{\partial y}$ и $\frac{\partial p}{\partial z}$ – частные производные давления по осям x , y и z соответственно; ρ – плотность рабочей жидкости; a_x , a_y и a_z проекции ускорения рабочей жидкости, находящейся в баке на оси x , y и z соответственно.

Размер бака вдоль оси x существенно меньше его размеров вдоль осей y и Z , поэтому принимаем $a_x \approx 0$. Ускорение жидкости вдоль оси y возникает при разгоне и торможении машины. Причем при разгоне жидкости она прижимается к задней стенке бака, и направление ускорения совпадает с направлением y , т.е. $a_y > 0$, а при торможении наоборот $a_y < 0$. Вдоль оси Z действует ускорение свободного падения g . Его направление противоположно оси Z , поэтому

$$a_z = -g.$$

Подставляем выявленные значения проекций ускорения жидкости в формулу (1):

$$\begin{cases} \frac{\partial p}{\partial y} = \rho \cdot a_y \\ \frac{\partial p}{\partial z} = -\rho \cdot g \end{cases} \quad (2)$$

Для получения аналитического решения этой системы уравнений ее нужно упростить, например, заменив частные производные давления на его полное приращение (полный дифференциал), которое в данном случае имеет вид:

$$dp = \frac{\partial p}{\partial y} \cdot dy + \frac{\partial p}{\partial z} \cdot dz, \quad (3)$$

где dy и dz – полные приращения в направлении осей y и z соответственно.

Анализируя задание (2) и (3) замечаем, что если левую и правую части верхнего уравнения системы (2) умножить на полное приращение на оси y , то равенство не нарушится, а в левой части уравнения появится первое слагаемое формулы (3):

$$\frac{\partial p}{\partial y} \cdot dy = \rho \cdot a_y \cdot dy. \quad (4)$$

Если левую и правую части нижнего уравнения системы (2) умножить на полное приращение по оси z , то получится второе слагаемое (3):

$$\frac{\partial p}{\partial z} \cdot dz = -\rho \cdot g \cdot dz. \quad (5)$$

Если левую часть уравнения (4) сложить с левой частью уравнения (5), а правую часть уравнения (4) сложить с правой частью уравнения (5) то получим формулу, в которой левая часть является полным приращением давления:

$$\frac{\partial p}{\partial y} \cdot dy + \frac{\partial p}{\partial z} \cdot dz = \rho \cdot a_y \cdot dy - \rho \cdot g \cdot dz, \quad (6)$$

то есть

$$dp = \rho \cdot a_y \cdot dy - \rho \cdot g \cdot dz. \quad (7)$$

В данном случае переменные уже разделены и можно интегрировать:

$$\int dp = \rho \cdot a_y \cdot \int dy - \rho \cdot g \cdot \int dz. \quad (8)$$

После интегрирования

$$p = \rho \cdot a_y \cdot y - \rho \cdot g \cdot z + c,$$

где c – константа интегрирования.

Для определения константы интегрирования замечаем, что $p = p_0$ при $y = -\frac{L}{2}$, $x=0$ и $z=h$:

$$p_0 = -\rho \cdot a_y \cdot \frac{L}{2} - \rho \cdot g \cdot h + c. \quad (9)$$

Откуда

$$c = p_0 + \rho \cdot a_y \cdot \frac{L}{2} + \rho \cdot g \cdot h. \quad (10)$$

Подставляя (11) в (9) получаем формулу, пригодную для расчета давления в любой точке бака:

$$p = \rho \cdot a_y \cdot z + p_0 + \rho \cdot a_y \cdot \frac{L}{2} + \rho \cdot g \cdot h. \quad (11)$$

На выходе из бака (на входе в выходной патрубок) $x=0$, $y=0$ и $z=0$:

$$p_{\text{вых}} = p_0 + \rho \cdot a_y \cdot \frac{L}{2} + \rho \cdot g \cdot h. \quad (12)$$

При проведении расчетов по предложенной формуле нужно иметь в виду, что при замедлении машины проекция ускорения жидкости, находящейся в баке, примет значение $a_y < 0$.

Рассчитаем выходное давление по формуле (12). Исходные данные для расчета приведены в виде таблицы 1. Варьируемыми параметрами являются плотность гидравлической жидкости и ускорение жидкости при разгоне трактора. Высота поверхности жидкости относительно оси выходного патрубка для неподвижной машины h меняется от 0,1 до 1,0 м с шагом 0,1 м.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

Параметр	Значение		
p_0 , давление над поверхностью жидкости	101,325 кПа (атмосферное давление)		
a_y , ускорение жидкости при разгоне трактора	1,5 м/с ²	2 м/с ²	
ρ , плотность гидравлической жидкости	800 кг/м ³	850 кг/м ³	900 кг/м ³
L , длина бака	0,8 м		

Графики (рис. 4, 5), построенные по аналитической формуле, показывают, что с ростом плотности гидравлической жидкости выходное давление в баке будет увеличиваться, но разница небольшая (около 0,08 кПа). Чем выше плотность гидравлической жидкости, тем круче поднимается график. При увеличении ускорения жидкости при разгоне трактора давление растет линейно. Наблюдается параллельность линий (рис. 6). Данные графики показывают, что для проектирования и конструирования гидравлического бака трактора необходимо учитывать ускорение жидкости. Особенно [4,5] для систем с датчиками. Например, в режиме ускорения жидкости (при a_y равном 1,5 м/с²) при разгоне трактора, датчики должны учитывать прирост давления до 0,34 кПа относительно статического режима.

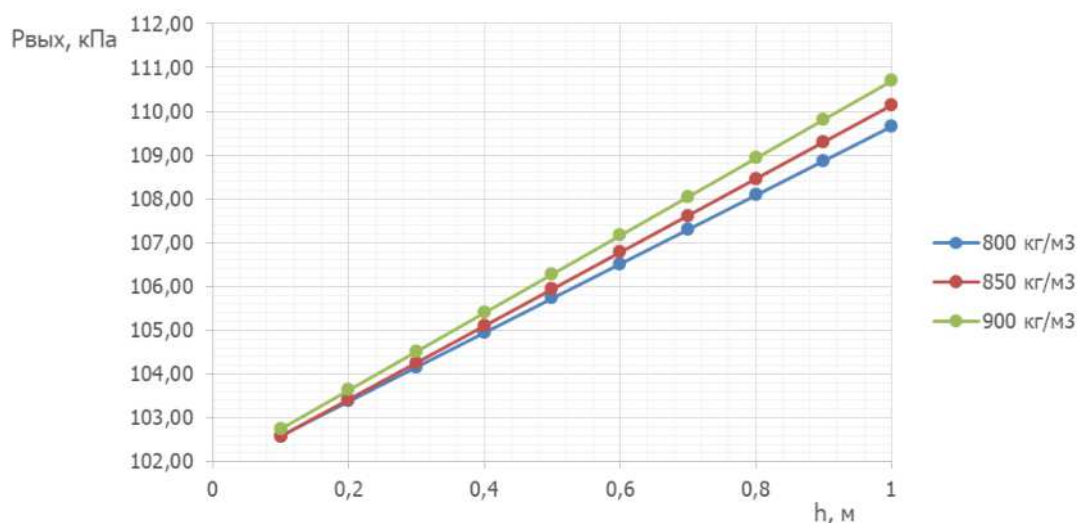


Рисунок 4 –График изменения выходного давления в гидравлическом баке трактора в зависимости от плотности гидравлической жидкости и высоты поверхности жидкости при a_y равном 1,5 м/с²

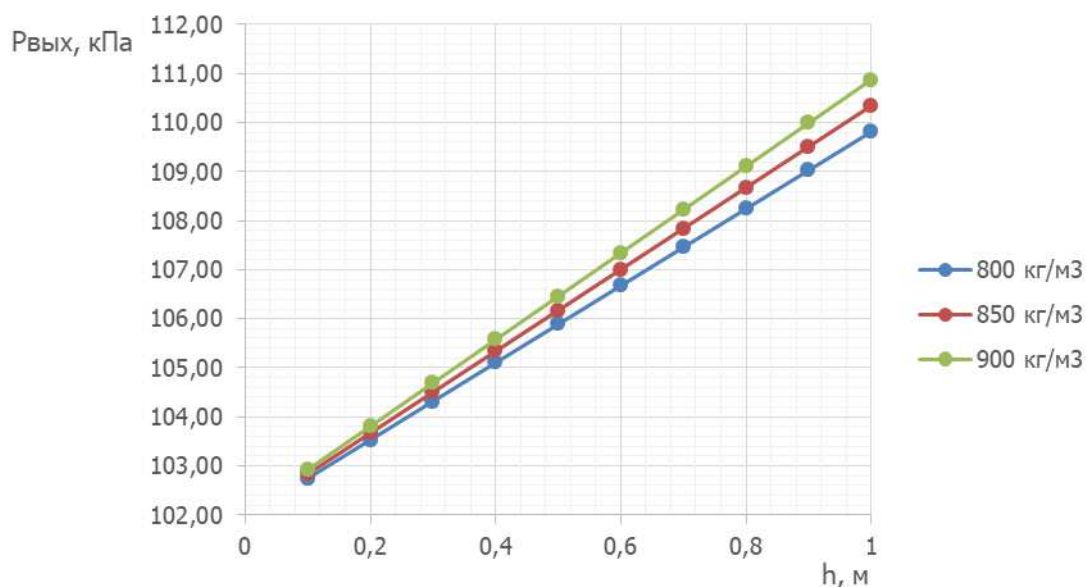


Рисунок 5 – График изменения выходного давления в гидравлическом баке трактора в зависимости от плотности гидравлической жидкости и высоты поверхности жидкости при a_y равном 2 м/с^2

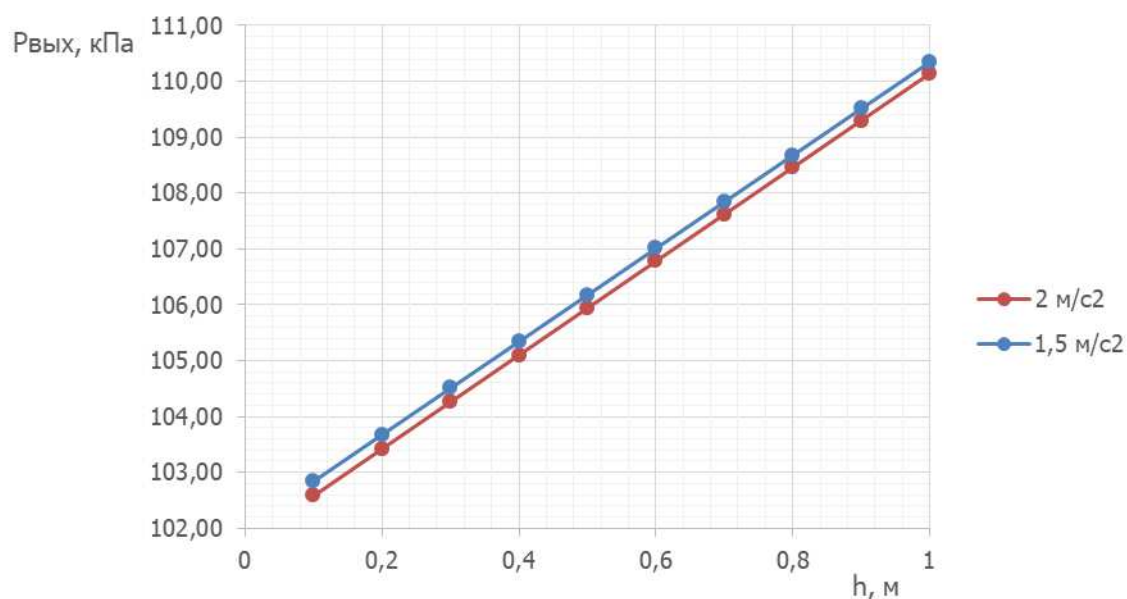


Рисунок 6 – График изменения выходного давления в гидравлическом баке трактора в зависимости от плотности гидравлической жидкости и высоты поверхности жидкости при ρ равном 850 кг/м^3

Таким образом, данная формула объединяет статическое давление столба жидкости, давление на поверхности жидкости и ускорение жидкости при разгоне и торможении, что позволяет более точно оценить выходное давление в баке гидравлической системы трактора. На основе разработанной формулы проанализировано изменение выходного давления. При проектировании и конструировании гидравлического бака трактора рекомендовано учитывать прирост давления, особенно для систем с датчиками, чтобы обеспечить их корректную работу.

Список литературы

1. Бурмистров, В. А. Методика проведения эксплуатационных испытаний гидравлических систем тракторов / В. А. Бурмистров, В. Н. Волков, Р. С. Тимохов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 8. – С. 855–858.
2. Москвичев, Д. А. Особенности разработки компьютерной программы для систем управления тракторами сельскохозяйственного назначения на основе искусственного интеллекта / Д. А. Москвичев, Р. Т. Хакимов // АгроЭкоИнженерия. – 2024. – № 4. – С. 29–34.
3. Самусик, Г. С. Особенности гидравлических систем автотракторной техники / Г. С. Самусик // Научный журнал молодых ученых. – 2022. – № 2. – С. 67–71.
4. Пуляев, Н. Н. Трактора сельскохозяйственного назначения нового поколения / Н. Н. Пуляев, А. Р. Зарикеев // Наука без границ. – 2020. – № 5. – С. 112–116.
5. Финогенов, Н. Ю. Способы измерения давления жидкой среды при помощи различных типов датчиков давления / Н. Ю. Финогенов // Современные научные исследования и инновации. – 2019. – № 5. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://web.snauka.ru/issues/2019/05/89236>

НОВАЯ АЛЬТЕРНАТИВНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СВОЙСТВ МОТОРНОГО МАСЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА IMAGEJ

Корнеева Валерия Константиновна, кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь

e-mail: lerakor1974@mail.ru

Капцевич Вячеслав Михайлович, доктор технических наук, профессор

Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь

e-mail: slavakap47@mail.ru

Аннотация. Предложена, разработана и апробирована новая альтернативная методика оценки диспергирующей способности и загрязнения моторного масла с использованием плагина Radial Profile программного комплекса ImageJ, позволяющая определять показатели, предусмотренные стандартом ASTM D7899, без использования прибора DT100. Доказана работоспособность предложенной методики на примере моторного масла Лукойл Авангард 10W40 с наработкой 33, 88 и 250 ч.

Ключевые слова: моторное масло, диспергирующая способность, загрязненность, ASTM D7899, ImageJ, Radial Profile, прибор DT100

A NEW ALTERNATIVE METHOD FOR ASSESSING MOTOR OIL PROPERTIES USING THE IMAGEJ SOFTWARE PACKAGE

Korneeva Valeria Konstantinovna, Candidate of Technical Science, Associate Professor

Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus

e-mail lerakor1974@mail.ru

Kaptsевич Vyacheslav Mikhailovich, Doctor of Technical Science, Professor

Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus

e-mail: slavakap47@mail.ru

Abstract. A new alternative method for assessing the dispersancy and contamination of motor oil has been proposed, developed, and tested using the Radial Profile plugin of ImageJ software. This method allows for determining the parameters specified by the ASTM D7899 standard without the use of a DT100 instrument. The effectiveness of the proposed method was demonstrated using Lukoil Avangard 10W40 motor oil with 33, 88, and 250 hours of service.

Keywords: motor oil, dispersancy, contamination, ASTM D7899, ImageJ, Radial Profile, DT100 instrument

Современный агропромышленный комплекс Республики Беларусь стоит перед лицом системных вызовов, решение которых напрямую определяет его конкурентоспособность и устойчивое развитие. К числу наиболее актуальных проблем механизации относятся: катастрофически высокие затраты на содержание и ремонт дорогостоящей энергонасыщенной техники, растущие требования к экологической безопасности, а также дефицит высококвалифицированных инженерно-технических кадров на местах.

Эксплуатационная надежность сельскохозяйственной техники является одним из ключевых факторов, определяющих эффективность и конкурентоспособность агропромышленного комплекса (АПК). Высокие нагрузки, запыленность и частые простои в периоды посевных и уборочных кампаний делают задачу оперативного контроля за техническим состоянием ДВС чрезвычайно актуальной. Одним из источников состояния ДВС является работающее моторное масло [1]. Существующие лабораторные методы анализа часто требуют значительного времени и средств, что ограничивает их применение

для оперативной диагностики непосредственно в условиях предприятий АПК. В БГАТУ разработаны экспресс-методы диагностики состояния моторного масла по многим показателям [2], которые могут быть реализованы на сельскохозяйственных предприятиях, в том числе в полевых условиях.

Одним из наиболее информативных методов экспресс-тестирования моторного масла является метод «капельной пробы» (Blotter Spot) [2]. Метод предусматривает получение хроматограммы, по размерам и цвету кольцевых зон которой можно определить степень загрязненности масла сажей и продуктами износа ДВС, присутствие воды и топлива, а также оценить моюще-диспергирующие свойства, что в конечном итоге позволяет прийти к заключению о возможности дальнейшего использования моторного масла. Органолептическая оценка полученных хроматограмм зависит от индивидуального восприятия изображения исследователем и является, во-первых, субъективной, а, следовательно, может оказаться ошибочной, и, во-вторых, трудоемкой.

В настоящее время для реализации метода «капельной пробы» разработан стандарт ASTM D7899 [6], предполагающий методику оценки состояния моторного масла с использованием прибора DT100. Принцип действия прибора основан на автоматическом и объективном анализе хроматограммы масла с использованием цифровой обработки изображения, позволяющей определить количественное содержание нерастворимых примесей в масле IC, его диспергирующую способность MD и обобщенный показатель качества масла DP. Однако данный прибор является дорогостоящим лабораторным оборудованием и не может быть использован в условиях предприятий АПК, что вызывает необходимость разработки альтернативных методов исследований на основе положений стандарта ASTM D7899.

Современный этап развития цифровых технологий и автоматизации экспериментов характеризуется большими возможностями для обработки экспериментальных данных, предусматривающей использование различных программных инструментов. Одним из таких инструментов является находящийся в открытом доступе программный комплекс ImageJ [5], первоначально созданный для анализа цифровых изображений в биологии и медицине, а в настоящее время применяемый для решения технических задач, в том числе, с использованием различных плагинов [3].

Целью данной работы является разработка альтернативного метода оценки диспергирующей способности и загрязненности моторного масла, основанного на стандарте ASTM D7899, с использованием программного комплекса ImageJ.

Новый подход к методике оценки загрязненности моторного масла основан на использовании плагина Radial Profile программного комплекса ImageJ. Применение этого плагина позволяет получать численные значения изменения нормализованных интегрированных интенсивностей окраски вокруг концентрических окружностей в радиальном направлении от 0 (центр пятна) через каждый пиксель и визуализировать полученные данные в виде графических зависимостей. Полученные численные данные изменения интенсивности окраски O_r в диапазоне от 255 до 0 по радиусу r (0...16 мм), охватывающие всю площадь пятна, являются основой для дальнейших расчетов основных характеристик, предусмотренных стандартом ASTM D7899. Следует отметить, что в стандарте в отличие от плагина, во-первых, исходными данными для расчетов являются показатели непрозрачности, изменяющиеся в диапазоне от 0 до 255, и, во-вторых, эти показатели рассчитываются по 16 зонам через 1 мм радиуса как среднее арифметическое двух значений, определенных во взаимно перпендикулярных направлениях.

Основные показатели, подлежащие определению согласно стандарту ASTM D7899, а также их значения, дающие качественную оценку состояния моторного масла представлены на рисунке 1.

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ		
Диспергирующая способность	Содержание нерастворимых примесей	Обобщенный показатель качества
$MD = (1 - DB) \cdot Ratio \cdot 100$ $DB = \frac{\sum_{i=1}^n O_{ri} - O_{cp} }{n \cdot O_{cp}};$ $Ratio = \frac{r_{63,5}}{r}$	$IC = 4,8 \frac{255 - O_{cp}}{155}$	$DP = (100 - MD) \cdot IC$

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МОТОРНОГО МАСЛА

ОТЛИЧНО	ХОРОШО	ПЛОХО
>70	50...70	<50
ОТЛИЧНО	ХОРОШО	ПЛОХО
<2	2...4	>4
ОТЛИЧНО	ХОРОШО	ПЛОХО
<100	100...200	>200

Рисунок 1 – Основные показатели, подлежащие определению согласно стандарту ASTM D7899

При расчетах характеристики MD в формулу входят следующие показатели: DB (коэффициент неоднородности), характеризующий неоднородность интенсивности окраски масляного пятна и рассчитываемый по n значениям интенсивности O_{ri} и их среднему значению O_{cp} ; Ratio (коэффициент радиального распределения), определяющийся как отношение радиуса $r_{63,5}$, в пределах которого сосредоточено 63,5 % накопленной интенсивности O_r , к всему радиусу масляного пятна r (16 мм). Формула для расчета Ratio в ASTM D7899 отсутствует и является ноу-хау программного обеспечения прибора DT100.

Формула для расчета характеристики IC в ASTM D7899 также отсутствует и является ноу-хау программного обеспечения прибора DT100. В связи с этим для определения этой характеристики нами предложена линейная зависимость, учитывающая, во-первых, предельные значения содержания примесей 0 и 4,8 %, соответствующие значениям интенсивности окрашивания 255 и 100 ед. соответственно, и, во-вторых, инверсию показаний интенсивности окраски, полученной при помощи плагина Radial Profile, в значения непрозрачности, согласно ASTM D7899.

Обобщенный показатель качества DP является интегральной синергетической величиной, одновременно учитывающей как характеристику MD, так и характеристику IC.

Преимущества разработанного нового альтернативного подхода к методике оценки загрязненности моторного масла с использованием плагина Radial Profile программного комплекса ImageJ по сравнению с стандартным методом по ASTM D7899, основанным на использовании прибора DT100, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Преимущества нового альтернативного подхода к методике оценки загрязненности моторного масла с использованием плагина Radial Profile

№	Преимущество	Обоснование
1	Бесплатность и доступность	DT100 – дорогостоящее лабораторное оборудование (стоимость более \$20 000, требует калибровки, сервисного обслуживания). ImageJ – бесплатный открытый ПО, Radial Profile – бесплатный плагин. Доступно на любом ПК в АПК, включая полевые условия.
2	Простота и мобильность	DT100 – стационарный прибор с фиксированным сканером. Требуется подключения к сети, калибровки, специальной подготовки. Наш метод – цифровое изображение 600 dpi и ноутбук.
3	Прозрачность расчетов (открытый код)	В DT100 формулы IC и Ratio являются ноу-хау ПО и недоступны пользователю. В предлагаемой методике представлены все формулы, необходимые для расчета.

4	Гибкость обработки (без зон)	В DT100 ведется расчет по 16 зонам через 1 мм только в двух взаимно перпендикулярных направлениях. В предлагаемом методе расчет охватывает всю площадь пятна, что позволяет проводить более детальный анализ с меньшей погрешностью.
5	Универсальность и масштабируемость	DT100 применяется только для метода «капельной пробы». Предлагаемая методика может быть адаптирована для других методов анализа моторного масла.

Для апробации предлагаемой методики были выбраны цифровые изображения хроматограмм моторных масел Лукойл Авангард 10W40 с наработкой 33, 88 и 250 ч, которые представлены на рисунке 2.

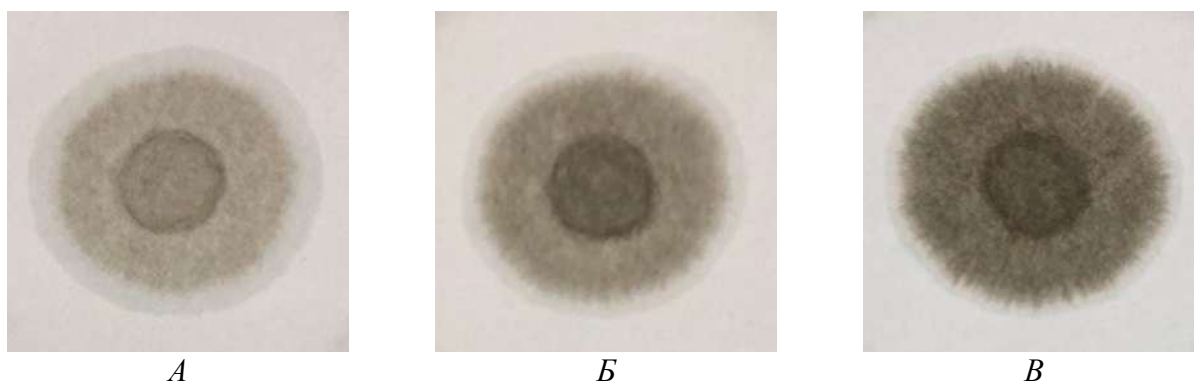


Рисунок 2 – Цифровые изображения хроматограмм моторного масла различной наработкой: а – 30 ч; б – 88 ч; в – 250 ч

Для получения данных для расчета согласно разработанной методике с использованием плагина Radial Profile необходимо осуществить следующие предварительные операции: ввести цифровое изображение в программу ImageJ; применить различные фильтры для уменьшения шумов на изображении; произвести масштабирование (перевод размерных значений в пикселях в единицы длины – мм). Далее проводим окружность на изображении хроматограммы, соответствующую границам масляного пятна радиусом 16 мм и выбором команд Plugins → Radial Profile получаем изображение графика изменения нормализованной интегрированной интенсивности окраски в радиальном направлении (рисунок 3).

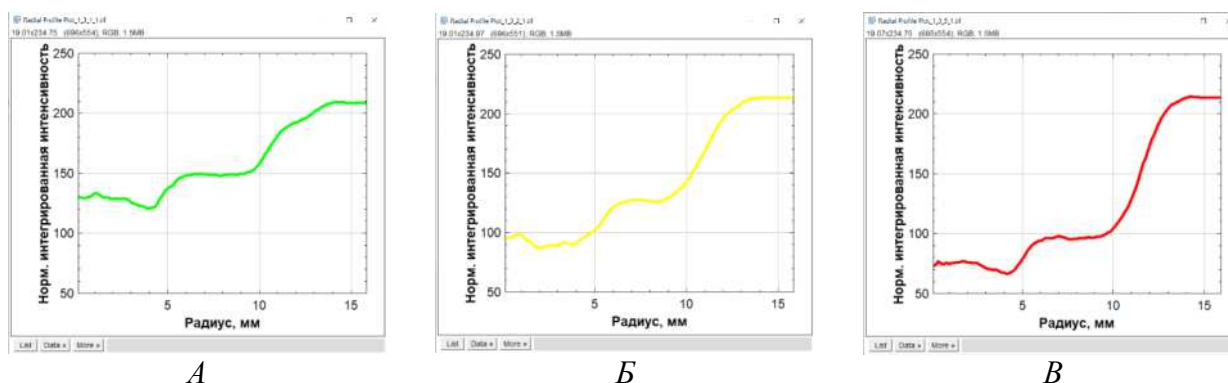


Рисунок 3 – Графики изменения интенсивностей окраски масляных пятен при различной наработке моторных масел: а – 30 ч; б – 88 ч; в – 250 ч

Для получения численных зависимостей нормализованной интегрированной интенсивности от радиуса масляного пятна в плагине выбираем кнопку List и полученные значения в виде таблицы переводим в программу Excel для дальнейших расчетов все характеристик для определения параметров MD, IC и DP. В таблице 2 представлены рассчитанные значения этих характеристик для масел с различной наработкой.

Таблица 2 – Рассчитанные значения параметров, характеризующих состояние моторного масла

Наработка, ч	O _{cp}	DB	Ratio	MD	IC, %	DP
33	159,81	0,17	0,70	58,36	2,95	122,76
88	141,63	0,29	0,74	52,76	3,51	165,86
250	121,07	0,39	0,78	48,00	4,15	215,66

Анализируя результаты таблицы 2 можно проследить за изменениями, происходящими в моторном масле в процессе работы ДВС.

Снижение среднего значения интенсивности окраски масляного пятна O_{cp} с 159,81 до 121,07 отражает прогрессирующее накопление сажи и нерастворимых частиц, которые увеличивают оптическую плотность пятна. Согласно ASTM D7899, такие изменения являются прямым индикатором нарушения работы ДВС, вызванного неполным сгоранием топлива, проникновением пыли и продуктов окисления.

Возрастание коэффициента неоднородности DB с 0,17 до 0,39 указывает на рост неоднородности распределения загрязнителей. При малой наработке (33 ч) сажа удерживается в дисперсном состоянии благодаря моюще-диспергирующим присадкам, а к 250 ч происходит агломерация частиц, что визуально проявляется в усилении контраста между центром и периферией пятна (см. рисунок 2).

Коэффициент радиального распределения Ratio увеличивается с 0,70 до 0,78, что свидетельствует о радиальном расширении зоны интенсивного загрязнения. Порог 63,5 % накопленной интенсивности (характеристический для экспоненциальной диффузии) смещается к периферии, подтверждая потерю контроля над сажей. Это согласуется с физической моделью капиллярной диффузии [4], где дисперсанты перестают удерживать частицы в центральной зоне.

Диспергирующая способность MD падает с 58,36 до 48,00, переходя из диапазона «хорошо» (50–70) в диапазон «плохо» (<50), показывая критическое снижение моюще-диспергирующих свойств масла, что увеличивает риск лаковых отложений на деталях ЦПГ, клапанах и других деталях трибосопряжений ДВС.

Содержание нерастворимых примесей IC возрастает с 2,95 % до 4,15 %, превышая критический порог 4,0 %, что указывает на высокий уровень загрязненности масла сажей и другими примесями и может привести к засору масляного фильтра, росту вязкости и ускорению процесса износа.

Обобщенный показатель качества DP, являющийся финальным интегральным показателем, возрастает с 122,76 до 215,66, превышая порог 200. Последнее свидетельствует о необходимости однозначной замены масла.

В заключении следует отметить, что разработанная и апробированная методика с использованием находящегося в открытом доступе программного комплекса ImageJ позволяет определять характеристики моторного масла, предусмотренные стандартом ASTM D7899, и отказаться от использования дорогостоящего прибора DT100.

Предложенный новый метод, полностью соответствующий стандарту ASTM D7899, может быть внедрен на сельскохозяйственных предприятиях АПК Республики Беларусь для оперативной диагностики моторного масла в полевых условиях, что позволит снизить затраты на ремонт, повысить надежность техники и решить проблему дефицита квалифицированных кадров.

Список литературы

1. Венцель, С.В. Применение смазочных материалов в двигателях внутреннего сгорания / С.В. Венцель. – Москва: Химия, 1979. – 240 с.
2. Капцевич, В.М. Экспресс-методы контроля свойств моторного масла автотракторных двигателей внутреннего сгорания в условиях организаций

агропромышленного комплекса / В.М. Капцевич, С.К. Карпович, В.К. Корнеева, И.В. Закревский. – Минск: БГАТУ, 2023. – 120 с.

3. Корнеева, В.К. Методы оценки экспериментальных результатов экспресс-тестирования моторных масел, основанные на использовании программного комплекса ImageJ. Часть 1. Колориметрические методы / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич // Агропанорама. – 2024. – № 6. – С. 29-36.

4. Crank, J. The Mathematics of Diffusion / J. Crank. – Oxford: Clarendon Press, 1975. – 414 p.

5. Ferreira, T. ImageJ user guide /Fiji 1.46 / T. Ferreira, W. Rasband. – 2012. – 198 p.

6. Standard Test Method for Measuring the Merit of Dispersancy of In-Service Engine Oils with Blotter Spot Method: ASTM D7899-19. – ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019. – 7 p.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Коршун Виктор Николаевич, кандидат технических наук, доцент

Сибирский университет науки и технологий имени М.Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

e-mail: korshunvn@sibsau.ru

Аннотация. Эксплуатация почвы приводит к изменению ее поверхностной структуры. Плотность почвы возрастает, а размеры агрегатов уменьшаются. Для восстановления плодородия почву необходимо обрабатывать. Энергоэффективность устанавливает количество энергии, затрачиваемой на восстановление структуры почвы. В статье приводится обоснование параметров энергоэффективного способа обработки почвы. Суть способа заключается в высокоскоростном воздействии на почву за ограниченный отрезок времени измельчающими рабочими органами.

Ключевые слова: энергоэффективность, почва, измельчение, потенциальная энергия, кинетическая энергия, скорость

ENERGY EFFICIENCY OF SOIL PROCESSING

Korshun Viktor Nikolayevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Reshetnev Siberian University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: korshunvn@sibsau.ru

Abstract. The soil structures in processing are change. The soil is compacted, and the size of the aggregates is reduced. To restore fertility, the soil must be cultivated. Energy efficiency sets the amount of energy spent on restoring the soil structure. The article provides a justification for the parameters of an energy-efficient method of tillage. The essence of the method consists in high-speed impact on the soil for a limited period of time by grinding working bodies

Keywords: energy efficiency, soil, crushing, potential energy, kinetic energy, velocity

Состояние проблемы. Перевод земледелия на постиндустриальный уклад хозяйствования требует снижения затрат на производство. Данная задача решается за счет интенсификации производственных процессов обработки почвы. Рост скорости движения агрегатов по полю не дает ощутимых результатов, поскольку с возрастанием скорости увеличиваются затраты энергии. Ранее мы предлагали техническое решение для интенсификации процессов обработки комковатых почв [1]. Суть его заключалась в увеличении скорости взаимодействия рабочих органов с почвой при неизменной подводимой мощности привода. Испытания макетного образца устройства доказана работоспособность при измельчении комковатых почв и почв с древовидными включениями [2].

Решение проблемы. Суть предлагаемого технического решения заключается в следующем. При высокоскоростном взаимодействии рабочих органов с почвой энергия затрачивается в форме работы, т.е. как произведения силы на скорость и время взаимодействия ($Вт \cdot с$). Если уменьшить время взаимодействия, то расход энергии также снизится. При таком взаимодействии процесс обработки почвы приобретает ударный характер. При ударе деформации будут максимальными, а затраты энергии минимальными. Классическим примером является рубка древесины топором. В момент удара кинетическая стремится к нулю. При анализе функционирования роторных почвообрабатывающих машин было выявлено, что при одном обороте ротора непосредственно процесс воздействия измельчающих элементов на почву занимает незначительное время (по углу поворота). В остальное время измельчающие элементы перемещаются вхолостую и работу не совершают. При холостом движении рабочих органов энергия бесполезно расходуется на трение и

сопротивление воздуха. Если при холостом движении рабочих органов линейную скорость снижать, то будет уменьшаться расход энергии, пропорциональный скорости. Разрушение комков почвы осуществляется за счет кинетической энергии движения измельчающих элементов при их взаимодействии с комковатой почвой. Особенностью разработанного устройства является колебательные движения элементов, осуществляемые в плоскости вращения. При колебательном движении потенциальная и кинетическая энергия взаимно рекуперированы. То есть переходят одна в другую. Общая энергия системы не изменяется. Таким образом, был разработан принцип интенсификации процесса обработки почвы без увеличения энергоемкости.

Было разработано два энергосберегающего варианта конструкции устройства для измельчения комковатых почв и почв с древесными включениями. Подробное описание конструкции данных устройств изложено в работе [2]. Схема устройства приведена на рисунке 1.

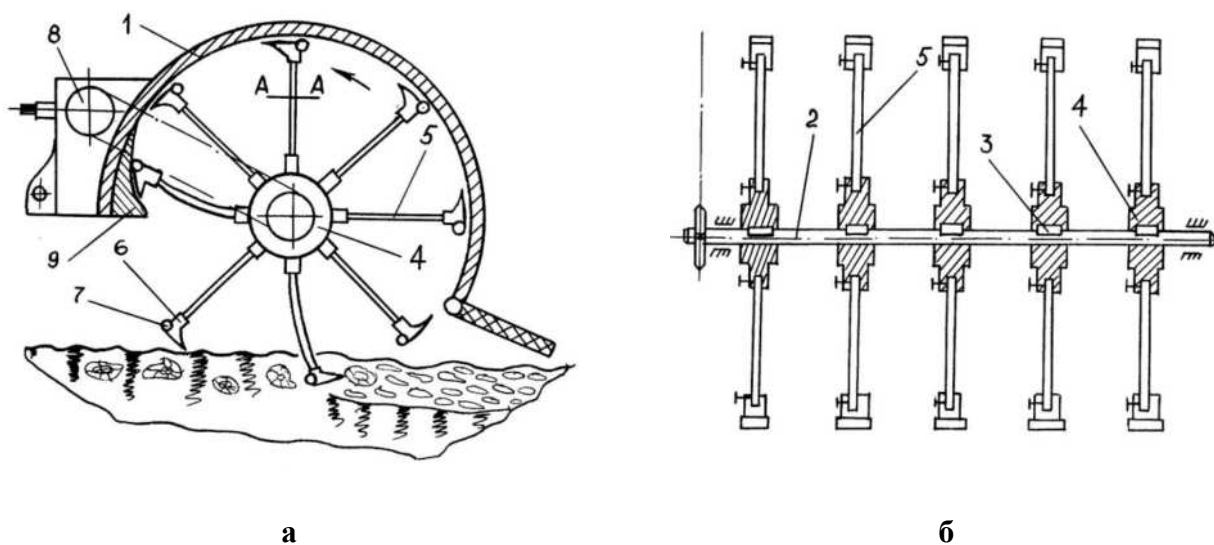


**Рисунок 1 – Рабочий орган для измельчения комковатой почвы (вариант 1):
а – поперечный разрез; б – продольный разрез (описание в тексте) [1]**

Измельчается комковатой почвы состоит из неподвижного корпуса 1, в котором на подшипниках установлен вращающийся вал 2 с закрепленными на нем при помощи клиньев 3 несущими дисками 4. К дискам крепятся упругие элементы 5 прямоугольного сечения. Большой размер сечения направлен перпендикулярно плоскости вращения. К концам упругих стержней крепятся ножи 6. При вращении вала устройства 4 ролики 7, установленные на ножах 6, взаимодействуют при помощи привода 8 с профильными упорами 9 синусоидальной формы на корпусе 1. При этом упругие элементы 5 изгибаются в направлении плоскости движения и запасают потенциальную энергию упругих изгибных колебаний. Подробно работа устройства данной конструкции описана в публикации [2]. Направление вращения ротора на рисунке 1 показано стрелкой. В момент вхождения измельчающих органов 6 в почву их линейная скорость максимальная. В данный момент времени они обладают максимальной кинетической энергией. Зависящей от массы и квадрата линейной скорости. При выходе измельчителей из почвы их скорость минимальная и практически равна нулю. Таким образом, вся разница кинетической энергии ножей пошла на измельчение. При дальнейшем вращении после выхода ножей 6 из почвы, их скорость снижается, и, следовательно, уменьшаются расходы энергии на холостое движение.

Далее, при соприкосновении роликов 7 упругих измельчающих элементов 6 с профильным упором 9, имеющих форму половины синусоиды, линейная скорость замедляется, а кинетическая энергия движения переходит в потенциальную энергию упругих элементов. Они изгибаются и запасают потенциальную энергию упругих деформаций. Затем процесс повторяется. Суммарное количество энергии, расходуемой на привод устройства, не изменяется.

Проведенные испытания показали, что при работе устройство при механическом контакте роликов 7 с упором 9, создается повышенный шум, что приводит к снижению коэффициента полезного действия [3].

Устройство, схема которого приведена на рисунке 1, было модернизировано. Профильные механические вибраторы 9 были заменены электромагнитными вибраторами 11. Схема модернизированного устройства изображена на рисунке 2. Ролики были замещены постоянными магнитами с полюсами N и S, направленными в плоскости движения измельчающих элементов. Их магнитный поток направлен по касательной к продольной оси упругих элементов и совпадает с направлением линейной скорости. В процессе работы устройства магниты с поверхностью корпуса не соприкасались. Электромагнитные вибраторы 10 представляют собой электрическую катушку с сердечником, на которую постоянно подается напряжение электрического тока.

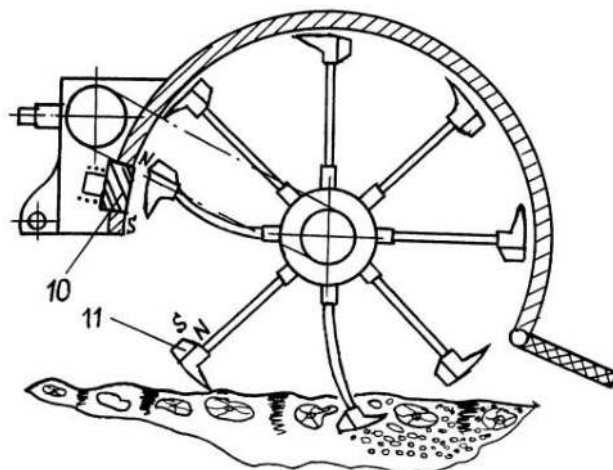


Рисунок 2 – Рабочий орган для измельчения комковатой почвы (вариант 2) [1]

Магнитный поток катушки направлен против вектора линейной скорости. Т.е. против направления магнитного потока элементов 11. Когда магнит измельчающего элемента 11 находится далеко от магнита вибратора 10, их магнитные потоки не взаимодействуют. В такой момент времени упругие элементы выпрямлены за счет центробежной силы. В момент работы, когда магнит элемента 11 при своем вращении проходит мимо магнитного вибратора 10, их разнонаправленные магнитные потоки взаимодействуют, и создается тормозящая сила. Магнитный элемент 11 замедляет свою линейную скорость. Кинетическая энергия снижается. Тормозная сила изгибает продольную ось упругого элемента, и он запасет потенциальную энергию упругих деформаций.

Когда постоянный магнит 11 отдаляется от вибратора 9 в направлении, указанном стрелкой, магнитный поток ослабевает, тормозная сила уменьшается, то под действием упругой деформации, запасенной в стержне, гибкий элемент распрямляется. Потенциальная энергия переходит в кинетическую, а линейная скорость измельчающего элемента возрастает. В результате процесс взаимодействия рабочих органов с комковатой почвой приобретает ударный характер. Вырастает сила удара без подведения дополнительной энергии. Комки почвы разрушаются, структура почвы восстанавливается. При применении электрического привода измельчителя скорость измельчающих элементов управляется автоматикой [4, 5].

Выводы. 1. Разработанная конструкция роторного рабочего органа для измельчения комковатых почв позволила увеличить скорость взаимодействия измельчителей с почвой без увеличения угловой скорости ротора.

2. Применение электромагнитных вибраторов приводит к уменьшению шума при работе устройства.

Список литературы

1. Патент 2214077 Россия, МКИ7 А 01 В 33/02, 33/10. Роторный рабочий орган для измельчения почвы (варианты): № 2002103395/13: заявл. 05.02.2002: опубл. 20.10.2003, бюл. № 29. – 8 с./ В.Н. Коршун; заявитель ГОУ ВПО «Сибирский технологический институт».

2. Коршун В.Н. Интенсификация рабочих процессов обработки почвы / В.Н. Коршун // Физико-математические и технические науки как постиндустриальный фундамент развития информационного общества: сборник статей по итогам Международной научно-

практической конференции (Оренбург, 23 января 2020 г.). – Стерлитамак: АМИ, 2020. – 98 с. – С. 36 -39.

3. Коршун В.Н. Роторные рабочие органы лесохозяйственных машин. Механика взаимодействия с предметом труда. – Красноярск: СибГТУ, 2005. – 271 с.

4. Коршун В.Н. Обоснование энергосберегающих параметров машинных агрегатов с электроприводом / В.Н. Коршун // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2013. – № 5. – С. 188-193.

5. Development of bioproductive soil mixtures using subway construction waste for the purpose of improving the territory of the city / A. G. Koshchaev, R. A. Shichiyakh, M. V. Sidorenko [et al.] // International Journal of Engineering and Advanced Technology. – 2019. – Vol. 8. – No 6. – P. 5318-5327. – DOI 10.35940/ijitee.F9160.0981119. (англ.).

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК В АПК: ОБЗОР МЕТОДОВ ИЗ СФЕРЫ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Котов Роман Алексеевич, аспирант

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова,
Воронеж, Россия

e-mail: romankotov-5@yandex.ru

Дорохин Сергей Владимирович, доктор технических наук, доцент

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова,
Воронеж, Россия

e-mail: dsvvrn@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена возможность трансфера методов оценки эффективности городского общественного транспорта в сферу логистики агропромышленного комплекса. Обоснована актуальность применения маршрутно-ориентированных подходов, цифрового мониторинга и принципов «дверь–дверь» для повышения ресурсоэффективности сельскохозяйственных перевозок. Показано, что адаптация проверенных решений из урбанистической практики позволяет снизить энергозатраты, минимизировать холостые пробеги и повысить устойчивость аграрной логистики.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, ресурсосбережение, логистика, городской общественный транспорт, маршрутная эффективность, ГЛОНАСС-мониторинг, транспортная доступность

RESOURCE-SAVING APPROACHES TO ORGANIZING TRANSPORTATION IN THE AGRICULTURAL SECTOR: A REVIEW OF METHODS FROM THE URBAN PUBLIC TRANSPORT SECTOR

Kotov Roman Alekseevich, Postgraduate student

Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

e-mail: romankotov-5@yandex.ru

Dorokhin Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences

Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

e-mail: dsvvrn@yandex.ru

Abstract. The article explores the potential transfer of urban public transport efficiency assessment methods to agricultural logistics. It justifies the relevance of applying route-oriented approaches, digital monitoring, and “door-to-door” principles to enhance resource efficiency in agricultural transportation. The study demonstrates that adapting proven urban mobility solutions can reduce energy consumption, minimize empty runs, and improve the resilience of agricultural supply chains.

Keywords: agro-industrial complex, resource efficiency, logistics, urban public transport, route efficiency, GLONASS monitoring, transport accessibility

В условиях роста энергетических и логистических издержек в агропромышленном комплексе (АПК) особую актуальность приобретают ресурсосберегающие подходы к организации перевозок. Согласно Транспортной стратегии Российской Федерации до 2035 года, повышение эффективности транспортных процессов является одним из приоритетов государственной политики в сфере сельского хозяйства [1]. В то же время логистические операции в АПК – от внутрихозяйственных перевозок кормов и удобрений до межрегиональных поставок зерна – зачастую осуществляются без применения современных

методов оптимизации, что приводит к избыточным холостым пробегам, перерасходу топлива и снижению общей рентабельности [2].

Между тем в сфере городского общественного транспорта накоплен значительный опыт оценки и повышения эффективности перевозок, включая маршрутно-ориентированные подходы, системы ГЛОНАСС-мониторинга, интегральные индексы и методы сравнительного анализа с личным автотранспортом [2, 3]. Эти методы доказали свою эффективность в условиях высокой автомобилизации и ограниченной пропускной способности улично-дорожной сети. Аналогичные проблемы – неэффективное использование подвижного состава, отсутствие приоритезации, низкая предсказуемость движения – характерны и для сельскохозяйственных перевозок, особенно в пиковые агротехнологические периоды.

Адаптация проверенных решений из сферы городского транспорта к условиям АПК представляет научный и практический интерес. Это позволяет транслировать успешные практики ресурсосбережения на новый сектор экономики, где транспортные издержки напрямую влияют на себестоимость сельхозпродукции и устойчивость отрасли в целом.

В условиях роста логистических издержек в сельской местности особую значимость приобретает повышение ресурсоэффективности перевозочного процесса в агропромышленном комплексе (АПК). Хотя традиционно логистика АПК рассматривается через призму агротехнологий и технического парка, ее транспортная составляющая имеет много общего с задачами, решаемыми в сфере городского общественного транспорта: регулярность, минимизация пустых пробега, оптимизация маршрутов и снижение удельных затрат.

Современные исследования подтверждают, что до 30 % энергии в цепочке поставок сельхозпродукции расходуется не на производство, а на неэффективную транспортировку [4]. При этом опыт городских транспортных систем показывает, что даже в условиях роста автомобилизации можно добиться ресурсосбережения за счет системного подхода к организации перевозок.

Особый интерес для АПК представляет опыт применения маршрутно-ориентированных подходов, изначально разработанных для оценки качества пассажирских перевозок. Эти подходы позволяют не только фиксировать объемы перевозок, но и учитывать такие параметры, как время в пути, степень загрузки подвижного состава, регулярность и доступность транспортных услуг для конечного потребителя. В сельском хозяйстве аналогом «пассажира» выступает груз – зерно, молоко, корма, удобрения, - а «остановкой» - пункт погрузки или разгрузки. Соответственно, те же принципы применимы: например, анализ маршрутов зерновозов с учетом загрузки элеваторов и времени ожидания в очереди позволяет избежать простоев и снизить расход топлива [5].

Внедрение цифровых технологий, изначально апробированных в городском ОТ, также открывает новые возможности для ресурсосбережения в АПК. Системы мониторинга на базе ГЛОНАСС/GPS позволяют отслеживать фактические пробеги, контролировать соблюдение технологических регламентов и выявлять неэффективные участки логистики. Вместе с тем, в отличие от городского транспорта, где такие системы используются преимущественно для анализа регулярности, в АПК они могут быть направлены на снижение удельного расхода топлива на тонну перевезенного груза, что напрямую влияет на рентабельность производства.

Наконец, современные подходы к обеспечению транспортной доступности – особенно в части обслуживания удаленных и малонаселенных территорий – могут быть полезны при организации перевозок в отдаленные фермы и поля, особенно в межсезонье. В городской практике это реализуется через маршруты по запросу и гибкие транспортные схемы; в АПК аналогичный подход может применяться для доставки кормов, семян или ветеринарных препаратов в труднодоступные зоны.

Таким образом, заимствование и адаптация методов из сферы городского общественного транспорта к условиям агропромышленного комплекса не только возможно,

но и целесообразно. Это позволяет перенести проверенные инструменты анализа эффективности на новый сектор экономики, где вопросы ресурсосбережения и логистической устойчивости приобретают все большее значение в условиях импортозамещения и цифровизации сельского хозяйства.

Анализ зарубежного и отечественного опыта показывает, что повышение ресурсоэффективности в агропромышленном комплексе невозможно без системного подхода к организации логистики. В то время как в городах методы оценки эффективности общественного транспорта постоянно совершенствуются и адаптируются к реальным условиям конкуренции с личным автотранспортом, в АПК логистика зачастую остается «невидимой» составляющей агротехнологических процессов. Между тем, по оценкам ФАО, до 30 % энергии в цепочке поставок сельхозпродукции расходуется именно на неоптимальную транспортировку [4].

Трансфер маршрутно-ориентированных подходов из сферы городского пассажирского транспорта в АПК открывает новые возможности для снижения издержек, повышения регулярности поставок и улучшения энергетической эффективности. Особенно перспективно применение таких принципов, как оценка «от двери до двери», мониторинг холостых пробегов, анализ доступности для отдаленных хозяйств и сравнительный анализ альтернативных схем логистики.

В условиях реализации Транспортной стратегии Российской Федерации до 2035 года и нацеленности на развитие цифрового и «зеленого» АПК, заимствование проверенных инструментов анализа эффективности транспорта становится не просто возможным, а научно и практически обоснованным шагом.

Ниже в таблице 1 приведено сравнение ключевых принципов оценки эффективности в городском ОТ и их потенциального применения в логистике АПК.

Таблица 1 – Сравнение подходов к оценке эффективности перевозок в городском ОТ и АПК

Принцип из городского ОТ	Суть подхода	Потенциальное применение в АПК
Оценка «от двери до двери»	Учет полного времени поездки, включая пеший доступ и ожидание	Оценка времени доставки зерна от поля до элеватора с учетом погрузки, ожидания в очереди и разгрузки
Мониторинг холостых пробегов	Выявление неэффективных участков маршрута без пассажиров	Анализ возврата порожних зерновозов, молоковозов и кормораздатчиков из пунктов назначения
Территориальная доступность	Охват населения в зоне 5–10 мин пешей доступности от остановки	Оценка охвата отдаленных полей и ферм транспортной сетью АПК
Сравнение с личным автотранспортом	Анализ конкурентоспособности ОТ по времени и стоимости	Сравнение себестоимости перевозки собственным автопарком и наемным транспортом
Цифровой мониторинг (ГЛОНАСС/GPS)	Контроль регулярности, скорости, простоев	Контроль фактического пробега, расхода топлива, времени погрузки/разгрузки сельхозтехники

Анализ зарубежного и отечественного опыта показывает, что повышение ресурсоэффективности агропромышленного комплекса невозможно без системного подхода к организации логистики. В то время как в городах методы оценки эффективности общественного транспорта направлены на повышение привлекательности и снижение издержек, в АПК логистика зачастую остается «невидимой» составляющей агротехнологических процессов. Между тем, как подчеркивается в исследованиях по

сравнительной транспортной безопасности, системный подход к эффективности перевозок требует четкого разграничения ответственности и постоянного мониторинга ключевых рисков – принцип, одинаково применимый как к пассажирским, так и к сельскохозяйственным перевозкам. Трансфер маршрутно-ориентированных подходов из сферы городского транспорта в АПК открывает новые возможности для снижения энергозатрат, повышения регулярности поставок и улучшения устойчивости логистических цепочек. В условиях реализации Транспортной стратегии РФ до 2035 года и задач импортозамещения в аграрной сфере такой подход становится не только актуальным, но и практически необходимым.

Список литературы

1. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года / утв. распоряжением Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363-р.
2. Котов, Р. А. Разработка двухфакторной математической модели оценки количества дорожно-транспортных происшествий с участием пассажирского транспорта / Р. А. Котов, С. В. Дорохин // Воронежский научно-технический Вестник. – 2024. – Т. 3, № 3(49). – С. 126-132. – DOI 10.34220/2311-8873-2024-126-132.
3. Новописный, И. А. Сравнительный анализ программ безопасности дорожного движения германии и Российской Федерации / И. А. Новописный, А. Г. Шевцова, А. Е. Макагонов // Техника и технологии строительства. – 2015. – № 4(4). – С. 11-17.
4. Food and Agriculture Organization (FAO). Energy Use in Agriculture and Food Systems. – Rome: FAO, 2021. – 78 p.
5. Kostevšek, A. Rural transport and agricultural logistics: Integrated solutions for remote areas / A. Kostevšek, J. Kramberger, M. L. Š. Šmid и др. // Transport Policy. – 2020. – Vol. 98. – P. 122–131.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ШИНОМОНТАЖА ГРУЗОВОГО АВТОТРАНСПОРТА КАК ВАЖНОЕ УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ

Магомедов Фахретдин Магомедович, доктор технических наук, профессор
Дагестанский государственный аграрный университет, Махачкала, Россия

Меликов Иззет Мелукович, доктор технических наук, профессор
Дагестанский государственный аграрный университет, Махачкала, Россия

Гасанова Эльнара Саладиновна, кандидат филологических наук, доцент
Дагестанский государственный аграрный университет, Махачкала, Россия

Магомедова Наиля Фахретдиновна, старший преподаватель
Дагестанский государственный аграрный университет, Махачкала, Россия
e-mail: izmelikov@yandex.ru

Кайзер Юрий Филиппович, кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: kaiser170174@mail.ru

Аннотация. Рассматривается процесс шиномонтажа грузового автотранспорта и его влияние на безопасность, и эффективность эксплуатации транспортных средств, также современные методы и технологии шиномонтажа, их влияние на эксплуатационные характеристики транспортных средств и безопасность дорожного движения. Оптимизация данного процесса играет ключевую роль в повышении его безопасности и эффективности. Проведен анализ основных проблем и недостатков, связанных с процессом шиномонтажа, а также предложены пути оптимизации этого процесса. Особое внимание уделено вопросам повышения качества обслуживания и снижению времени простоя транспортных средств. Подчеркивается важность системного подхода в организации шиномонтажных работ для улучшения различных этапов процесса.

Ключевые слова: грузовой автотранспорт, шиномонтаж, оптимизация, безопасность, эффективность, качество обслуживания, время простоя

OPTIMIZATION OF THE TRUCK TIRE FITTING PROCESS AS AN IMPORTANT CONDITION FOR INCREASING ITS SAFETY AND EFFICIENCY

Magomedov Fakhretdin Magomedovich, Doctor of Technical Sciences, Professor
The Dagestan state agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, Russia

Melikov Izzet Melukovich, Doctor of Technical Sciences, Professor
The Dagestan state agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, Russia

Gasanova Elnara Saladinovna, Candidate of Philological Sciences
The Dagestan state agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, Russia

Magomedova Nailya Fakhretdinovna, Senior teacher
The Dagestan state agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, Russia
e-mail: izmelikov@yandex.ru

Kaiser Yuri Filippovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: kaiser170174@mail.ru

Abstract. The article considers the process of tire fitting of trucks and its impact on the safety and efficiency of vehicle operation, as well as modern methods and technologies of tire fitting, their impact on the performance characteristics of vehicles and road safety. Optimization of this process plays a key role in increasing its safety and efficiency. The analysis of the main problems and shortcomings associated with the tire fitting process is carried out, and ways to optimize this process are proposed. Particular attention is paid to issues of improving the quality of service and reducing the downtime of vehicles. The importance of a systematic approach to the organization of tire fitting works is emphasized to improve various stages of the process.

Keywords: trucks, tire service, optimization, safety, efficiency, quality of service, downtime

Безопасность на автотранспорте продолжает быть значимой для всех без исключения. Каждодневно задействуются разновидности автотранспортных средств, поэтому обеспечение их безопасности на должно быть в приоритете. В России транспортную безопасность поддерживают с помощью комплекса мер, которые помогают существенно повысить уровень безопасности на автотранспорте и подвести его к требованиям международных норм [1].

Формирование многих сфер хозяйственно-социальной жизнедеятельности, разумеется, внутри и за границами государства, напрямую обуславливается надежностью, высоким качеством, организованностью, контролируемостью и безопасностью процесса перевозок. Именно поэтому в России транспортную отрасль позволительно считать ключевой для экономики [2].

Для грузовых автотранспортных средств безопасность - это критически важное свойство, которое непосредственно влияет на жизнедеятельность и состояние здоровья народа, а также на целостность, как грузов, так и самого грузового автотранспорта [3].

Значимость для экономики государства грузового автотранспорта обуславливается тем, что он представляет собой обязательный элемент, входящий в транспортную систему. Показатель безопасности и эффективности функционирования у грузового автотранспорта непосредственно обусловлен уровнем состояния его шин. Шины как элементы, контактирующие с дорожным полотном, нуждаются в особом внимании, когда они пребывают как в эксплуатации, так и при обслуживании. Очень важно следить как за техсостоянием, так и за процессом шиномонтажа, чтобы грузовым автотранспортным средствам обеспечить надлежащую безопасность и эффективность.

Монтаж шин грузового автотранспорта характеризуется специфичностью и трудоемкостью процесса. Не имея основательные познания и навыки, а также профессиональное оборудование он сложно выполним. Безопасность движения, а также продолжительность эксплуатации обусловлены качественным процессом шиномонтажа.

При грамотно выполненном монтаже шин, а также их балансировке создаются условия:

- для лучшего сцепления с дорожным полотном;
- для лучшей управляемости, а также устойчивости автотранспорта;
- для уменьшения шинного износа, а также топливопотребления;
- для снижения вероятности ДТП.

Шиномонтаж состоит из замены, ремонта и балансировки шин, а также других манипуляций, которые гарантируют нормальную работу автотранспорта. И все же пока этот процесс нередко сопряжен определенным количеством затруднений, которые могут снизить безопасность и эффективность использования грузового автотранспорта.

Процесс оптимизации шиномонтажа злободневная задача относительно автохозяйств и техподдержки, которые стремятся усилить безопасность, а также сократить расходы на эксплуатацию.

Цель представленной статьи – это выполнение анализа процесса шиномонтажа грузового автотранспорта, а также поиск путей для его оптимизации, чтобы обеспечить повышение безопасности и эффективности эксплуатации автотранспортных средств.

Специфика обслуживания шин грузового автотранспорта имеет свои отличительные черты:

- это применение специализированных технических средств, чтобы работать с крупногабаритными, а также массивными шинами;
- это обеспечение качественной балансировки, чтобы исключить вибрации, а также изнашивание шин в разных местах;
- это фиксация условий использования грузовых автотранспортных средств, в том числе избыточных нагрузок, а также продолжительных переездов.

Процесс замены шин на грузовом автотранспорте осуществляется: с применением специализированных устройств аккуратно и безопасно демонтируются с дисков шины;

операции тщательного очищения, а также осматривания на предмет присутствия дефектов, которые способны негативно сказаться на контакте дисков с шинами; с применением монтажного оборудования новые шины на дисках фиксируются основательно; с обеспечением равномерного характера распределения по колесам веса выполняется процесс балансировки колес, что исключает возникновения вибрации при движении автотранспорта; операции по финальной установке на автотранспорт колес и проверке в целом крепежных элементов на надежность.

Монтажу шин грузовых автомобилей присущи определенные слабые места, а также проблемы. Они способны оказать отрицательное влияние, как на безопасность, так и на эффективность использования такого автотранспорта. Среди таких проблем можно выделить:

- наличие низкого качества услуг, потому что применяются материалы и оборудование, обладающие ненадлежащим качеством;
- отступление от техпроцессов и стандартов, что проявляется неправомерным монтажом шин, также их несвоевременным изнашиванием;
- увеличенный простой автотранспорта, когда он не работает из-за продолжительности выполнения шиномонтажных работ.

Для того, чтобы оптимизировать процесс шиномонтажа, стоит освободиться от имеющихся проблем, для оптимизации шиномонтажного процесса важно:

- применение материалов (например, резины, металлов и прочих), которые имеют надлежащее качество и современного оборудования (позволяющего выполнять работы при максимальной точности и скорости), чтобы шинам обеспечить необходимую долговечность и надежность;
- следование технологиям и стандартам, предписанных производителями шин и оборудования, с целью корректной установки, предотвращения в процессе монтажа шин недочетов и изъянов;
- оптимизация процесса шиномонтажа с применением современных технологий и оборудования, чтобы уменьшить время простоя автотранспорта путем ускорения замены шин и иных установленных операций, что повысит эффективность использования автотранспорта;
- расширение уровня профессиональных знаний сотрудников для более глубокого понимания технологических процессов и стандартов, а также для эффективного применения современного оборудования и материалов, что позволяет гарантировать высокое качество услуг;
- реализация системы управления качеством, которая будет следить за соответствием выполняемых операций установленным техпроцессам и стандартам, а также поможет оперативно обнаруживать и исправлять недочеты и изъяны, что в результате обеспечит высокий уровень сервиса.

По дороге следования крайне важно следить за состоянием шин, чтобы обеспечить безопасность движения. Повреждения, непостоянное давление и износ способны стать причиной аварий. До 30 % дорожно-транспортных происшествий с грузовиками происходят из-за проблем, вызванных неисправными шинами.

В современном шиномонтаже применяется специализированное оборудование и программное обеспечение для анализа исправности шин, также улучшения качества работ по монтажу. Используя автоматизированные системы, можно ускорить обслуживание, а также снизить возможность ошибки.

Грамотной организацией шиномонтажа обеспечивается отчетливое разграничение обязанностей между сотрудниками, рациональное обустройство рабочих мест, также применение инновационных материалов и инструментов. Кроме того, персонал следует обучать актуальным методам и стандартам, что сказывается на качестве работы и, как следствие, и на безопасности.

Один из удачных кейсов оптимизации шиномонтажа для крупного автоперевозчика – это реализация системы по управлению техобслуживанием. Она принимает во внимание статистику о состоянии шин и их замене. Результат - существенное снижение аварийности среди водителей и уменьшение затрат на обслуживание.

В сфере современного шиномонтажа крайне важно грамотно выстроить рабочий процесс. Необходимо найти баланс между скоростью работы, а также качеством предоставляемых услуг.

При эффективной организации рабочей зоны может быть обеспечено ускоренное обслуживание каждого автотранспорта в пределах от 15 до 20 %, не снижая при этом качество выполняемых операций. Необходимо привести в готовность рабочую зону. Весь инструмент надо расположить в удобном доступе, а необходимый расходный материал сгруппировать по разновидностям и размерностям. Заметно сократить время на демонтаж и монтаж шин, помимо этого и на балансировку колес помогает применение профессионального оборудования новых моделей.

Чтобы обеспечить оптимальное распределение нагрузки на протяжении всей рабочей смены можно использовать систему предварительного бронирования. Предотвратить образование очередности, а также назначить каждому получателю услуг установленный период времени, чтобы провести предписанные работы можно путем основательного планирования. Это больше всего востребовано при повальности шиномонтажа.

Правильно организованный процесс распределения функций среди персонала необходим для достижения максимальной производительности труда персонала. Например, можно поручить одному работнику демонтаж, а другому - монтаж, а также выполнение балансировки. Этим обеспечивается непрерывность работы. Также требуется регулярно проводить повышение квалификации сотрудников и знакомить их с новыми технологиями.

Оперативно установить особенность, которые имеют обязательные работы, можно применяя современные методы диагностики. Также оперативно выявить проблемы и принять решение о ремонте позволяет применение компьютерной диагностики состояния дисков и шин. Сокращение времени на формирование заявок и отчетов о выполненных работах до пары минут можно обеспечить, автоматизируя процессы по учету и документообороту.

Кроме того, для обеспечения непрерывной работы следует иметь порядочное количество эксплуатационных материалов, а также комплектующих изделий.

Необходимо следить за чистотой и порядком в рабочей среде как существенной детали процесса оптимизации. Созданию более комфортных условий для труда, а также значительному ускорению рабочего процесса способствуют как проведение своевременной уборки, так и организация правильного хранения, имеющегося инструмента. Кроме того, чтобы обеспечить бесперебойную работу важно иметь в достаточном количестве расходный материал, а также запчасти.

Обеспечить безопасность на дороге, также увеличить срок эксплуатации шин грузовых автомобилей возможно учитывая определенные ключевые моменты: подбор качественных шин, удовлетворяющих конкретным дорожным условиям и особенностям их эксплуатации; систематический контроль в шинах величины давления, в особенности накануне выполнения длительных поездок; процесс шиномонтажа, а также балансировки выполнять при профессиональных и спеццентрах; основательный мониторинг состояния шин, а также при первом проявлении показателей изнашивания или же изъянов производить их замену.

Повышение эффективности процесса шиномонтажа грузовых автомобилей - важное условие для обеспечения безопасности и результативности использования автотранспорта. Чтобы добиться этого, нужно устранить проблемы и недочеты, присущие процессу шиномонтажа. Для этого следует использовать качественные материалы и оборудование, соблюдать технологические процессы и нормы, сократить время простоя автотранспорта, повысить квалификацию персонала и реализовать систему по контролю качества.

Вложения в новейшие технологии и повышение квалификации сотрудников, а также эффективное управление рабочими процессами могут существенно уменьшить вероятность аварий и снизить затраты на эксплуатацию. Формирование и применение инновационных методик в шиномонтаже способствуют росту безопасности дорожного движения в целом.

Оснащенность профессиональным шиномонтажом является существенным фактором, обеспечивающим безопасность и эффективность грузового автотранспорта. Если игнорировать этот процесс, то это чревато ростом расходов на техническое обслуживание и дорожно-транспортными происшествиями с серьезными последствиями. Чтобы избежать многих проблем и обеспечить надежное и комфортное управление автомобилем, стоит обращаться в специализированные шиноремонтные мастерские и регулярно проводить обслуживание шин.

Правильно выбранное для шиномонтажа грузового автотранспорта техоборудование есть залог эффективного и прибыльного функционирования предприятия. Когда осуществляется подбор техоборудования стоит принимать в расчет значение предполагаемого объема предстоящих работ, обслуживаемые автотранспортные средства по типу, стандарты по безопасности, а также финансовые возможности. Проанализировав варианты оборудования, допустимо формирование надежного, также безопасного шиномонтажа, который будет обеспечивать высокое качество услуг, оказываемых грузовым автомобилям. Планируемые в последующем изыскания, возможно, будут сориентированы на анализ различных типов оборудования по экономической эффективности, также на оптимизацию техпроцессов при шиномонтаже.

Список литературы

1. Жилова Е.В. Совершенствование систем обеспечения безопасности перевозочного процесса на транспорте / Актуальные исследования. 2023. №8 (138). С. 7-11.
2. Зайкова С.Н. Транспортная безопасность в Российской Федерации: понятие и система // Вестник Саратовской государственной юридической академии. 2021. № 3 (140). С. 81–92.
3. Sarvar I. Application of Intelligent Systems in Cars. International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology. 2021. 1(4). 78-80.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА В КАЧЕСТВЕ КОРМА ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

Матюшев Василий Викторович, доктор технических наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: don.matyusheff2015@yandex.ru

Медведев Михаил Сергеевич, кандидат технических наук
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: misha_08_80@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы развития сельского хозяйства России, в условиях постоянного повышения интенсивности сельскохозяйственного производства ввиду сокращения площади плодородных земель и роста численности населения. Особое внимание уделено решению проблемы дефицита сахаров в рационах сельскохозяйственных животных посредством внедрения альтернативного компонента – зерновой патоки, полученной методом кавитации. Представлен опыт разработки инновационной технологии подготовки зерновой патоки с использованием кавитационной установки. Подробно изложены механизмы кавитационного воздействия на растворы, содержащие растительное сырье, приведен пример технологического оборудования, разработанного Красноярским государственным аграрным университетом. Приведенные экспериментальные данные подтверждают высокую эффективность добавления зерновой патоки в рационы животных, способствуя увеличению удоев, прироста живой массы и улучшению здоровья поголовья.

Ключевые слова: кавитация, преимущества, корм, животные, зерно, патока

IMPROVING THE EFFICIENCY OF USING FODDER GRAIN AS ANIMAL FEED

Matyushev Vasily Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: don.matyusheff2015@yandex.ru

Medvedev Mikhail Sergeevich, Candidate of Technical Sciences
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: misha_08_80@mail.ru

Abstract. The article discusses the prospects for the development of agriculture in Russia, given the constant increase in the intensity of agricultural production due to the reduction of fertile land and the growth of the population. Special attention is paid to solving the problem of sugar deficiency in the diets of farm animals by introducing an alternative component, grain molasses obtained by the cavitation method. The article presents the experience of developing an innovative technology for preparing grain molasses using a cavitation unit. The mechanisms of cavitation effects on solutions containing plant raw materials are described in detail, and an example of technological equipment developed by Krasnoyarsk State Agrarian University is provided. The presented experimental data confirm the high efficiency of adding grain molasses to animal diets, which helps to increase milk yield, live weight gain, and improve the health of livestock.

Keywords: cavitation, benefits, feed, animals, grain, molasses

В настоящее время Россия является одним из ведущих производителей сельскохозяйственной продукции в мире. На фоне благоприятного отношения со стороны государства тало более выгодно заниматься сельскохозяйственным производством [1]. В нашей стране производится достаточно много продукции как животноводческой, так и растениеводческой отрасли, как для потребления внутри страны, так и для импорта за

границу. Технологические возможности современного производства, находящиеся на высоком уровне, позволяют получать хорошие урожаи в растениеводстве. В животноводческой сфере, за счет применения прогрессивных технологий, наблюдается рост получения готовой продукции с тех же объемов производства.

Из-за роста населения, в связи с сокращением свободных плодородных земель интенсивность производства сельскохозяйственной продукции необходимо повышать постоянно. В Российской Федерации выращиваются достаточно большие объемы зерновых, но их использование не должно ограничиваться только традиционными способами. Одним из перспективных направлений использования фуражных зерновых может быть применение зерновой патоки в качестве одного из компонентов комбинированного корма для животных. Зерновая патока является хорошим средством для регулирования поступления сахаров в рацион животных.

В большинстве хозяйств наблюдаются значительный дефицит сахаров в рационе животных. Величина дефицита сахаров в среднем по отрасли достигает 40 %, доходя в отдельных хозяйствах до 70 % [2]. В зерновой патоке высвобождается около 14 % сахаров, при этом в цельном зерне содержание сахаров не превышает 1,5 %. При приготовлении зерновой патоки происходит высвобождение легкопереваряемых углеводов, глюкозы и мальтозы, при этом все биологически активные компоненты зерна сохраняются.

Применение зерновой патоки на молочных фермах обуславливается потребностью лактирующих животных в сахарах, потребность которых зависит от молочной продуктивности и массы животных. Представленные в таблице 1 данные отражают эту потребность только от надоя.

Таблица 1 – Потребность коровы в сахарах

Номер	Дневной надой, кг/сутки	Потребность в сахарах, г
1	12	1000
2	16	1180
3	20	1360
4	24	1825
5	30	2390
6	40	3000

Исходя из данных, представленных в таблице 1, можно сделать вывод о достаточно большой насыщенности кормов в сахарах, при этом чем более продуктивное животное, тем больше сахаров должно быть в корме. Зерновая патока имеет ряд преимуществ по сравнению с другими добавками, позволяющими повысить количество сахаров в рационе животных. Используемые в южных районах свекловичная меласса, выращенная по интенсивной технологии, может содержать большое количество нитратов и нитритов, а также продуктов разложения химических пестицидов, которые вредят качеству молока и здоровью животного. Применение большого количества силоса, использование которого практикуется в Сибири приводит к ухудшению вкусовых качеств молока. В качестве дополнительных добавок при приготовлении зерновой патоки можно использовать витамины, аминокислоты, минеральные соли или их комплексы: МВД, БМВД, БВД или премиксы.

Внесение жидкой зерновой патоки в рацион животных позволяет увеличить надой КРС на 15%, увеличить прирост живой массы до 40%, сократить объемы потребляемого комбикорма и улучшить здоровье животных [3].

На базе Инжинирингово центра Красноярского государственного аграрного университета разрабатывается технология приготовления зерновой мелассы из различных видов зерновых культур. На сегодняшний момент разрабатывается технологическое оборудование, которое позволит сократить затраты электроэнергии и времени на процесс приготовления [4]. Схема кавитационной установки представлена на рисунке 1.

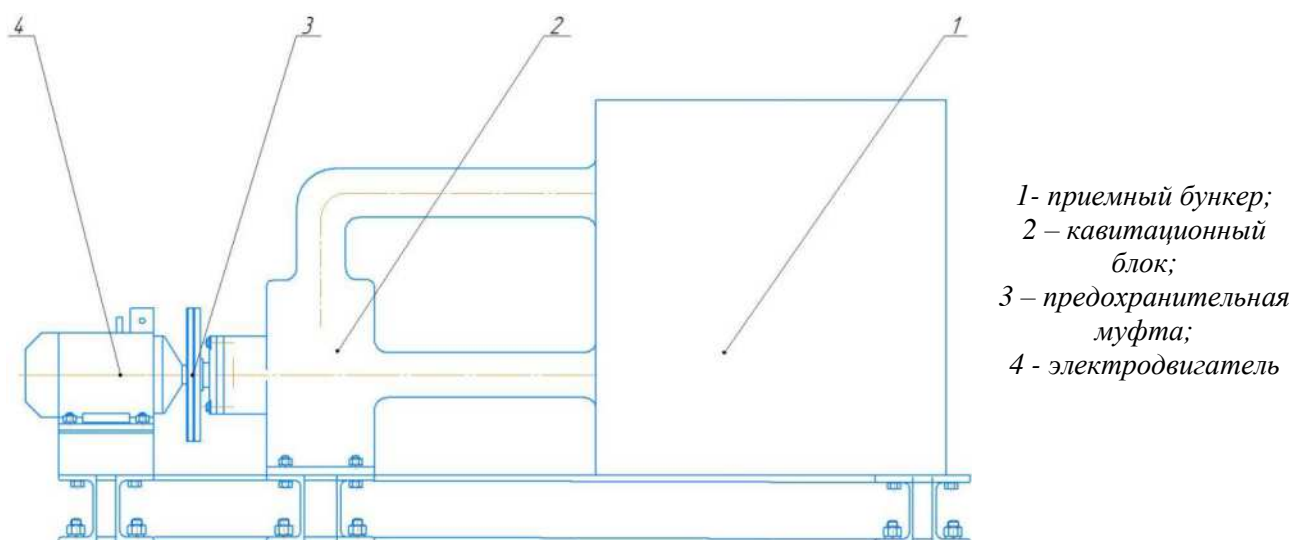


Рисунок 1 – Схема кавитатора

Эффективность работы установки основана на кавитации. Кавитация бывает ультразвуковая и гидравлическая. Ультразвуковая кавитация широко применяется в технической сфере благодаря своим уникальным физическим свойствам и способности вызывать интенсивные процессы разрушения и перемешивания веществ. При воздействии мощного ультразвукового излучения на жидкость образуются микроскопические пустоты (кавитационные пузырьки). Внутри этих пузырьков давление значительно ниже окружающего давления жидкости, что вызывает быстрое расширение и последующее сжатие пузырьков. Когда пузырек достигает критического размера, он мгновенно схлопывается, вызывая мощные ударные волны и местные температуры, достигающие тысяч градусов Цельсия. Этот процесс сопровождается выделением большого количества энергии в ограниченном объеме жидкости. Гидравлическая кавитация – это физическое явление, возникающее в движущихся жидкостях при резком снижении местного давления ниже уровня насыщенного пара жидкости. Оно проявляется образованием и последующим быстрым схлопыванием полостей (кавитационных пузырьков), заполненных паром или газом. Этот процесс оказывает значительное влияние на работу технических устройств и конструкций, работающих с жидкими средами. Гидравлическая кавитация возникает в тех случаях, когда скорость потока жидкости резко увеличивается, либо поток встречает препятствия, сужения или изменения направления движения. Типичные места образования кавитации – зоны за лопастями насосов, гребных винтов судов, турбин и клапанов гидросистем. В нашем случае наиболее подходит гидравлическая кавитация.

С помощью эффекта кавитации в жидкой среде происходят интенсивные процессы, способствующие ферментации крахмалов в условиях гидродинамических воздействий. Установка состоит из бункера, в котором находится обыкновенная вода и дробленое зерно, кавитационного блока, где происходит рабочий процесс преобразования раствора в зерновую патоку и электродвигателя служащего источником получения энергии вращения.

Основные процессы, способствующие получению зерновой патоки, происходят в кавитационном блоке. С помощью, установленной внутри вращающейся турбины, происходит разгон раствора из воды и дробленого зерна по трубопроводам установки. Циркулирующий раствор попадая в кавитационный блок не только получает энергию для продолжений циркуляции внутри установки, но еще и интенсивно перемешивается за счет кавитационного эффекта. Кавитация способствует расщеплению молекул крахмала и целлюлозы тем самым ускоряя процесс образование простых сахаров, таким образом из зерна и воды получается раствор способный значительно повысить эффективность кормления животных.

Водный раствор в кавитационном блоке претерпевает температурный нагрев, это говорит о интенсивности происходящих процессов внутри кавитатора. В среднем

наблюдается нагрев раствора за 1 час до 32⁰С. Рабочая температура не должна превышать 40⁰С, так как это приведет к потере полезных свойств зерновой патоки. Весь процесс приготовления составляет от 1,5 до 2 часов.

Для увеличения кавитационного эффекта используются различные формы лопастей и выходных отверстий турбинной насадки. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности продолжения исследований в этой области.

Список литературы

1. Матюшев В.В. Планирование компоновки линии гранулирования корма силами сельскохозяйственных производителей / В.В. Матюшев, М.С. Медведев // Наука: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы научно-практической конференции, Красноярск, 9-11 апреля 2025 года. Часть 1. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2025. - С. 103-106.

2. Зерновая патока. – Текст: электронный // URL: <http://www.antarakras.ru/zernovaya-patoka> (дата обращения: 06.11.2025).

3. Перевозчиков, А.В. Влияние зерновой патоки на продуктивные и воспроизводительные показатели скота холмогорской породы: специальность 06.02.10 «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства» автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук: 06.02.10 / Перевозчиков Александр Витальевич. - Ижевск, 2020. - 19 с.

4. Матюшев В.В. Анализ технических средств для получения зерновой патоки / В.В. Матюшев, А.В. Семенов, И.А. Чаплыгина // Наука: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы научно-практической конференции, Красноярск, 9-11 апреля 2025 года. Часть 1. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2025. - С. 100-102.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ШАРНИРОВ КАРДАННЫХ ПЕРЕДАЧ

Полюшкин Николай Геннадьевич, кандидат технических наук

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: nigen@mail.ru

Батрак Андрей Петрович, кандидат технических наук

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

e-mail: andrebatrak@mail.ru

Полюшкина Мария Петровна, аспирант

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

e-mail: mpp5@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные проблемы и перспективные направления повышения ресурса и эффективности шарниров карданных передач. Проведен анализ современных подходов к решению задач. Особое внимание уделено применению новых материалов, цифровых методов моделирования, аддитивных технологий, а также конструктивным решениям, направленным на повышение ремонтпригодности и долговечности шарниров карданных передач. Определены ключевые направления развития: цифровизация, применение новых материалов, переход к предиктивному обслуживанию и совершенствование производственных процессов.

Ключевые слова: карданная передача, шарнир, подшипник качения, контактная прочность, метод конечных элементов (FEA), композиционные материалы, трибология, предиктивное обслуживание, ремонтпригодность

MODERN TRENDS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF UNIVERSAL JOINTS

Polyushkin Nikolay Gennadievich, Candidate of Technical Sciences

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: nigen@mail.ru

Batrak Andrey Petrovich, Candidate of Technical Sciences

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: andrebatrak@mail.ru

Polyushkina Maria Petrovna, Post-graduate student

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: mpp5@yandex.ru

Abstract. The article addresses current challenges and promising approaches to enhancing the service life and efficiency of universal joints in cardan shafts. A review of modern methods for solving these problems is presented. Particular attention is given to the use of advanced materials, digital modeling techniques, additive manufacturing technologies, and structural solutions aimed at improving maintainability and durability of universal joints. Key development directions are identified: digitalization, application of novel materials, transition to predictive maintenance, and enhancement of manufacturing processes.

Keywords: cardan shaft, universal joint, rolling bearing, contact strength, finite element analysis (FEA), composite materials, tribology, predictive maintenance, maintainability

В настоящее время совершенствование конструкций шарниров карданных передач обусловлено рядом требований: применение новых материалов, повышение

эксплуатационных скоростей и температур, снижение массы и габаритов, увеличение ресурса, уменьшение себестоимости, а также обеспечение экологической совместимости.

Основные проблемы при работе карданного шарнира:

1. Неравномерный износ шипов крестовины. Из-за ограниченного колебательного движения игл изнашивается лишь часть поверхности шипа, что приводит к использованию ресурса на 30–60 %;

2. Контактная усталость и выкрашивание поверхностей. Циклические нагрузки провоцируют образование микротрещин и питтинга на рабочих поверхностях;

3. Перекос тел качения в игольчатом подшипнике. Вызывает неравномерность нагрузки, взаимное трение игл и ускоренный износ;

4. Неравномерное распределение нагрузки по длине шипа. Приводит к концентрации напряжений по краям;

5. Низкая ремонтпригодность серийных конструкций. В существующих конструкциях карданной передачи изношенную крестовину приходится менять целиком;

6. Ограниченный ресурс из-за недостатка смазки и нарушения герметичности. Попадание пыли и дефицит смазочного материала ускоряют износ;

Указанные проблемы требуют не только применения новых материалов и методов расчета, но и разработки принципиально иных конструктивных решений [1, 6].

Современный этап развития машиностроения характеризуется глубокой цифровизацией всех этапов жизненного цикла изделий - от эскиза до утилизации. На смену традиционным методам приходят технологии, позволяющие проектировать «умные» узлы, способные предупреждать о проблемах и адаптироваться к условиям работы. Исследования смещаются от эмпирических моделей к комплексному многофизическому моделированию.

Ключевые направления:

1. Прогнозирование долговечности и разброса ресурса. Современные исследования фокусируются на микромеханике усталостных разрушений с применением метода дискретных элементов (DEM) и многоуровневого моделирования. Это позволяет прогнозировать зарождение трещин с учетом неоднородности материала и объясняет значительный разброс в долговечности [8].

2. Анализ сложного нагружения. Применение метода конечных элементов (Finite Element Analysis, FEA) в сочетании с многотельным динамическим моделированием позволяет точно воспроизводить условия работы шарнира при качании под нагрузкой, учитывая все компоненты напряженно-деформированного состояния [7]. Применение метода конечных элементов дает возможность оценить напряженно-деформированное состояние, минимизировать эквивалентные напряжения в опасном сечении и обеспечить необходимый коэффициент запаса прочности [2].

3. Оценка влияния скольжения. В трибологии контакт в подшипниках карданного шарнира рассматривается как система, учитывающая шероховатость поверхностей, свойства смазочных материалов и их реологические характеристики при высоких нагрузках. Это позволяет точнее оценивать влияние поперечного скольжения на износ и заедание [8].

4. Новые конструктивные решения. Эксплуатационные наблюдения показывают, что износ шипов крестовины носит местный (секторный) характер из-за ограниченного угла качания игл [3]. Это приводит к неравномерному использованию рабочей поверхности и преждевременному выходу из строя. Эту проблему можно решить заменой изношенного шипа шарнира [4, 2]. Сменные шипы крестовины можно повернуть на нужный угол (например, 120°) или заменить, что позволяет увеличить общий ресурс узла в 2,8 раза [3]. Вязко-демпфирующие втулки, обеспечивают равномерное распределение нагрузки по длине контакта и снижают динамические перегрузки в 3–4 раза [5]. Применение сепараторов в игольчатых подшипниках устраняют перекося игл и исключают их взаимное трение [3, 1].

5. Материалы и упрочняющие покрытия. Для повышения надежности и долговечности возможно использование шариков и роликов из нитрида кремния. Применение углепластика для карданных валов позволяет не только снизить массу (до 80%

по сравнению со стальными валами), но и повысить коррозионную стойкость, снизить шум и вибрации. Нанесение DLC (Diamond- Like Carbon - алмазоподобное углеродное покрытие) и PVD (Physical Vapor Deposition - физическое осаждение из паровой фазы) покрытий на поверхностях крестовин и игл позволяют получить защитные пленки, обладающие высокой твердостью и износостойкостью.

6. Цифровые двойники и предиктивное обслуживание [10]. Данная технология позволит на этапе проектирования имитировать поведение узла при различных нагрузках. В условиях эксплуатации цифровой двойник превращается в систему предиктивного обслуживания: отслеживает параметры вибрации, температуры и биения; выявляет дисбаланс и несоосность на ранних стадиях; прогнозирует остаточный ресурс крестовин и подшипников, выявляет аномалии и прогнозирует отказы.

Применение алгоритмов машинного обучения позволит создавать карданные шарниры с оптимальными геометрическими характеристиками с учетом десятков ограничений. Среди ключевых направлений можно выделить топологическую и параметрическую оптимизацию, а также генеративный дизайн.

7. Технологии производства. Современные требования к карданным шарнирам, такие как снижение массы, повышение прочности и долговечности, стимулируют внедрение инновационных производственных технологий. Два ключевых направления: аддитивные технологии (3D- печать) и прецизионная обработка - открывают принципиально новые возможности конструирования и изготовления этих узлов.

Развитие шарниров карданных передач движется в сторону создания интеллектуальных, легких и высоконадежных узлов. Ключевыми драйверами этого процесса являются:

- глубокая цифровизация (FEA, цифровые двойники, AI- оптимизация);
- внедрение новых материалов и покрытий (композиты, керамика, упрочняющие покрытия);
- переход к предиктивной парадигме обслуживания с использованием конструкций повышенной ремонтопригодности;
- совершенствование производственных процессов с применением аддитивных технологий.

Перспективными направлениями дальнейших исследований следует считать:

- интеграцию цифровых двойников с IoT-датчиками для мониторинга в реальном времени;
- разработку гибридных материалов (керамика и полимер) для снижения массы при сохранении прочности;
- автоматизацию производства с применением 3D-печати функциональных узлов;
- оптимизацию трибологических пар с учетом реальных условий эксплуатации.

Данные меры позволят создать шарниры нового поколения, отвечающие не только надежности существующих узлов, но и вызовам электромобильности, роботизации и повышения общих стандартов эффективности машин.

Список литературы

1. Ереско С. П. Карданный шарнир с сепаратором: патент РФ № 170347 / С. П. Ереско, Т. Т. Ереско, Е. В. Кукушкин, В. А. Меновщиков. – 2017.
2. Ереско С. П. Методика исследования напряженно- деформированного состояния крестовины карданного шарнира со сменными шипами / С. П. Ереско, Т. Т. Ереско, Е. В. Кукушкин // Системы. Методы. Технологии. – 2019. – № 1(41). – С. 35–40.
3. Ереско С. П. Повышение долговечности карданной передачи за счет совершенствования конструкции карданного шарнира и способа его технического обслуживания / С. П. Ереско, Т. Т. Ереско, Е. В. Кукушкин, В. А. Меновщиков // Строительные и дорожные машины. – 2018. – № 1. – С. 45–51.

4. Кукушкин Е. В. Конструкция карданного шарнира со сменными шипами крестовины / Е. В. Кукушкин, В. А. Меновщиков, С. П. Ереско, Т. Т. Ереско // Решетневские чтения. – 2014. – С. 298–300.
5. Меновщиков В. А. Карданный шарнир: патент РФ на полезную модель № 61821 / В. А. Меновщиков, Н. Г. Полюшкин, А. В. Худолей. – 2007.
6. Тимашов Е. П. Крестовина карданного шарнира повышенной ремонтпригодности / Е. П. Тимашов // Международный научный журнал. – 2009. – № 1. – С. 63–66.
7. Kamal M. Application of Multibody Simulation for Fatigue Life Estimation / M. Kamal, M. M. Rahman, M. Sani // International Journal of Automotive and Mechanical Engineering. – 2013. – Vol. 7. – P. 912–923.
8. Lengiewicz J. Modeling and Simulation in Tribology across Scales: An Overview / J. Lengiewicz, A. Vakis, V. A. Yastrebov, J. Scheibert, L. Nicola, D. Dini, C. Minfray // Tribology International. – 2019. – Vol. 125. – P. 169–199.
9. Santecchia E. A Review on Fatigue Life Prediction Methods for Metals / E. Santecchia, A. M. S. Hamouda, F. Musharavati, E. Zalnezhad, M. Cabibbo, M. El Mehtedi, S. Spigarelli // Advances in Materials Science and Engineering. – 2016. – URL: [вставьте URL] (дата обращения: 30.10.2025).

СТУДЕНЧЕСКИЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

Романченко Наталья Митрофановна, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: girenkov@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме организации научной деятельности студентов в процессе прохождения ими производственной практики. Приводятся примеры тематики научных исследований при прохождении производственной технологической практики студентов бакалавриата по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия».

Ключевые слова: производственная технологическая практика, профессиональные компетенции, научные исследования

STUDENT RESEARCH DURING INDUSTRIAL PRACTICE

Romanchenko Natalia Mitrofanovna, Candidate of Technical Science, Associate Professor
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: girenkov@mail.ru

Abstract. This article examines the organization of students' research activities during their industrial internships. Examples of research topics during the industrial technological internships of undergraduate students majoring in Agricultural Engineering (35.03.06) are provided.

Keywords: industrial technological practice, professional competencies, scientific research

Институт инженерных систем и энергетики Красноярского ГАУ осуществляет подготовку бакалавров по направлению 35.03.06. «Агроинженерия». Выпускники – будущие руководители агропромышленной отрасли – реализуют себя не только в производственной и организационно-управленческой профессиональной деятельности. Федеральный государственный образовательный стандарт ориентирует аграрные университеты на подготовку агроинженеров также в научно-исследовательской деятельности, что особенно важно в современных условиях быстро развивающихся технологий и технических систем [6, 2].

Навыки проведения научно-исследовательской работы студенты получают не только в университетских аудиториях, лабораториях, занятиях студенческих научных кружков [1, 3]. При прохождении производственных практик на предприятиях агропромышленного комплекса студентам бакалавриата, специалитета и магистратуры необходимо овладеть профессиональной компетенцией ПК-1 (Способен проводить научные исследования по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы). Таким образом, практикант, получив индивидуальное задание с элементами научной работы, должен отразить ее выполнение в отчете и дневнике практики.

Учебный план подготовки бакалавров профиля «Технические системы в агробизнесе» предполагает прохождение обучающимися нескольких производственных практик [4].

Впервые студенты института получают производственный опыт при прохождении ими технологической практики, которую организует кафедра общепромышленных дисциплин. Эта практика закрепляет знания, навыки и умения, полученные обучающимися при изучении дисциплин общепромышленного цикла и прохождении учебной технологической практики с овладением навыками выполнения слесарных, сварочных и токарных работ. Обучение проводится в лабораториях кафедры общепромышленных дисциплин, снабженных слесарным инструментом и современным оборудованием для обработки материалов:

- станок металлорежущий DMM 7550 CW;
- станки токарно-винторезные X32100 с УЦИ и Z50100H DRO RFS;
- станок электроэрозионный проволочно-вырезной с ЧПУ струйного типа DK7745SE DRO;

- станок токарно-фрезерный MML 2870 MV;
- сварочное оборудование: универсальный многопостовой сварочный комплекс, установка лазерной сварки Ray Mark SLS-Fiber 2000;
- универсальный многопостовой сварочный комплект (УМСК);
- оптоволоконный лазер MLF-3015R 3000W.

Целью производственной технологической практики является закрепление и углубление теоретических знаний и умений по материаловедению, технологии конструкционных материалов, использование практических навыков по механической обработке металлов, по технологии сварки и сварочному оборудованию, слесарной обработке в реальных производственных условиях.

Индивидуальные задания, выдаваемые студентам, включают в себя как выполнение производственных задач по ремонту сельскохозяйственной техники, так и проведение научной работы.

Учитывая важность изучения и решения вопросов защиты сельскохозяйственной техники от коррозии студентам предлагается осуществить сбор информации по оценке сохраняемости сельскохозяйственной техники на конкретном предприятии АПК, представив в отчете следующие сведения [5]:

- Способы хранения сельскохозяйственной техники, указав место хранения;
- Моющие и очищающие средства, используемые для проведения технологического обслуживания (технического обслуживания) машин при хранении;
- Материалы, используемые для проведения технологического и технического обслуживания машин при хранении.

Также студенты проводят исследования поверхности деталей с видимым нарушением лакокрасочных, металлических или иных защитных покрытий, составляя соответствующий реестр.

При подготовке к защите отчета студенты готовятся к обсуждению следующих вопросов:

1. Лакокрасочные покрытия, применяемые для защиты сельскохозяйственной техники от коррозии.
2. Защита сельскохозяйственной техники нанесением консервационных смазок.
3. Ингибиторы коррозии, применяемые в сельскохозяйственном производстве.
4. Подготовка поверхностей к нанесению защитных покрытий.
5. Способы нанесения противокоррозионных покрытий.
6. Техника безопасности и противопожарные мероприятия при противокоррозионных работах.

Студенты, имеющие опыт участия в научно-исследовательской работе на первом и втором курсах обучения, могут предложить свою тематику научных исследований.

Так, в сентябре 2025 года студент третьего курса, проходя производственную практику в крестьянском фермерском хозяйстве «ИП Глава КФХ Булгаков И.В.» в Усть-Илимском районе Иркутской области с ее резко-континентальным климатом, отметил что резкое изменение климатических условий (повышение температур, экстремальные осадки, засухи) оказывает значительное влияние на работу сельскохозяйственной техники. При проведении им исследования влияния климатических факторов на технику предприятия им были обозначены основные проблемы:

- Перегрев двигателей в периоды аномальной жары;
- Коррозия металлических частей из-за повышенной влажности;
- Засорение фильтров при пыльных бурях;
- Снижение эффективности аккумуляторов в зимний период.

В отчете по практике исследователь обобщил влияние некоторых климатических факторов на работу сельскохозяйственной техники (таблица 1) и наметил план разработки технических и организационных мероприятий по адаптации техники к изменяющимся климатическим условиям, которые предлагает внедрить при прохождении следующей производственной практики в этом хозяйстве.

Таблица 1 – Влияние климатических факторов на технику

Климатический фактор	Влияние на технику	Примеры последствий
Повышенная температура	Перегрев двигателя, деформация резиновых деталей	Частые поломки системы охлаждения
Высокая влажность	Коррозия металлических частей	Снижение срока службы кузова и рамы
Пыльные бури	Засорение воздушных и топливных фильтров	Падение мощности двигателя
Низкие температуры	Разряжение аккумуляторов, загустение масел	Трудности с запуском двигателя

Индивидуальное задание «Разработка мероприятий по снижению вредных выбросов от сельскохозяйственной техники предприятия «ИП Глава КФХ Булгаков И.В.» выполнил студент Бондарь Н.Г. Он самостоятельно сформулировал цель работы – разработку практических мер по снижению экологической нагрузки. Проведя анализ парка предприятия, выделил основные проблемы;

- 60 % тракторов имеют двигатели класса экологичности Евро-2 и Евро-3;
- использование некачественного дизельного топлива;
- высокая нагрузка на технику в период страды приводит к работе на максимальных оборотах и росту выбросов;
- отсутствие систем современной очистки выхлопных газов.

В разработанном практикантом плане технических мероприятий по минимизации выбросов присутствуют следующие мероприятия:

- установка сажевых фильтров DPF на технику с двигателями Евро-2 и Евро-3;
- оснащение двигателей системами селективной каталитической нейтрализации;
- перевод части техники на биодизель.

Реализация предложенных мер, по мнению студента, позволит снизить вредные выбросы и улучшить экологическую ситуацию в районе.

Таким образом, выполнение в процессе прохождения производственной практики индивидуальных заданий с элементами научных исследований позволяет обучающимся освоить структуру научной работы – поставить цели и задачи, произвести сбор и обработку данных, сформулировать выводы, и тем самым повысить свою профессиональную компетентность.

Список литературы

1. Кузьмин, Н. В. Организация научной деятельности студентов как элемента самостоятельной работы в учебном процессе / Н. В. Кузьмин, Н. М. Романченко // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. - Красноярск, 2022. - С. 260-264.
2. Носкова О.Е. Влияние научно-исследовательской работы студентов на профессиональное самоопределение и трудоустройство / О.Е. Носкова, Н.В. Кузьмин, Н.М. Романченко // От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК. Проблемы совершенствования профессионального образования и воспитания: сборник статей международной научно-

практической конференции, Екатеринбург, 24–25 марта 2022 г.) / Екатеринбург: Издательство Уральского ГАУ, 2022. – с. 86-90.

3. Романченко Н.М. Использование результатов студенческой научной работы для дополнения электронного учебного курса. В сборнике: Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. Материалы III Международной научной конференции. Красноярск, 2022. С. 308-311.

4. Романченко Н.М. Производственная практика студентов – инструмент приобретения профессиональных компетенций. В сборнике: Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. Материалы IV Международной научной конференции. Красноярск, 2024. С. 329-335/.

5. Романченко, Н.М. Производственная технологическая практика [Электронный ресурс]: методические указания / Н.М. Романченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2023. – 37 с.

6. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия. Утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 23.09.2017 г. № 813 [Электронный ресурс]. – URL: – <https://fgos.ru/fgos/fgos-35-03-06-agroinzheneriya-813/> (дата обращения 14.10.2025).

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕХАНИЗАЦИИ АПК: АНАЛИЗ КРИТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Сазонова Анастасия Алексеевна, студент

Донской государственный аграрный университет, Новочеркасск, Россия

e-mail: sazonovanastia26@gmail.com

Кривоконева Елена Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент

Донской государственный аграрный университет, Новочеркасск, Россия

e-mail: krivokoneva.egorka@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые факторы, определяющие экономическую эффективность механизации агропромышленного комплекса (АПК) в Российской Федерации. Проведен анализ текущего состояния механизированного парка, выявлены наиболее значимые критические факторы, влияющие на экономические показатели сельскохозяйственных предприятий. Предложены пути повышения эффективности механизации, основанные на технических, экономических, организационных и государственных мерах, подкрепленные прогнозными расчетами.

Ключевые слова: механизация, АПК, экономическая эффективность, критические факторы, износ техники

ECONOMIC EFFICIENCY OF AGRICULTURAL MECHANIZATION: ANALYSIS OF CRITICAL FACTORS

Sazonova Anastasia Alekseevna, student

Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russia

e-mail: sazonovanastia26@gmail.com

Krivokoneva Elena Yurievna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russia

e-mail: krivokoneva.egorka@yandex.ru

Abstract. The article discusses the key factors that determine the economic efficiency of mechanization in the agro-industrial complex (AIC) in the Russian Federation. It analyzes the current state of the mechanized fleet and identifies the most significant critical factors that affect the economic performance of agricultural enterprises. The article proposes ways to improve the efficiency of mechanization based on technical, economic, organizational, and governmental measures, supported by forecast calculations.

Keywords: mechanization, agro-industrial complex, economic efficiency, critical factors, equipment wear

В условиях современной экономики агропромышленный комплекс (АПК) является стратегически важной отраслью, обеспечивающей продовольственную безопасность страны. В сложившейся ситуации экономической нестабильности и усиления конкуренции на мировых рынках, задача повышения эффективности сельскохозяйственного производства приобретает особую актуальность. Одним из ключевых направлений решения этой задачи является совершенствование механизации, обеспечивающей снижение себестоимости продукции и повышение производительности труда. Несмотря на значительный прогресс в развитии техники, экономическая эффективность механизации в АПК остается недостаточно высокой, что обусловлено рядом проблем, требующих комплексного анализа и разработки адекватных мер. В этой связи, научное осмысление и выявление критических факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на экономическую эффективность

механизации АПК, представляется крайне важным для обеспечения устойчивого развития отрасли [5, 6].

Анализ динамики обеспеченности сельскохозяйственных предприятий техникой за последние годы свидетельствует о неоднозначной ситуации. По данным Росстата, наблюдается тенденция к сокращению общего количества тракторов и комбайнов, что обусловлено как физическим износом техники, так и недостаточным уровнем инвестиций в обновление парка. Общее количество тракторов в сельскохозяйственных организациях сократилось с 340 тыс. ед. в 2015 году до 285 тыс. ед. в 2024 году. Количество зерноуборочных комбайнов снизилось с 145 тыс. ед. до 120 тыс. ед. за тот же период. В то же время, активно внедряются современные высокопроизводительные машины, что, однако, не компенсирует общие потери в объеме механизации.

Доля техники старше 10 лет остается высокой. Так, в 2024 году более 60% тракторов и 55% зерноуборочных комбайнов имели срок эксплуатации свыше 10 лет. Это приводит к увеличению затрат на ремонт и техническое обслуживание, снижению производительности и повышению риска выхода техники из строя в период проведения сельскохозяйственных работ [2].

Также наблюдается тенденция к увеличению доли импортной техники, что может быть связано с более высокими техническими характеристиками и инновационностью. Доля импортной техники в общем объеме поставок сельскохозяйственной техники на российский рынок в период с 2015 по 2022 год варьировалась в пределах 40-50%. Однако, после 2022 года наблюдается тенденция к снижению этой доли в связи с логистическими трудностями и ограничениями, вызванными геополитической ситуацией. Объем инвестиций в приобретение сельскохозяйственной техники в 2023 году составил около 180 млрд. руб., что на 15% больше, чем в 2022 году. Однако, этого недостаточно для компенсации выбытия изношенной техники и модернизации парка.

Средняя цена дизельного топлива для сельскохозяйственных производителей в 2024 году составила 65 руб./литр, что на 20% выше, чем в 2020 году. Рост цен на ГСМ оказывает существенное влияние на себестоимость сельскохозяйственной продукции [3].

Объем государственной поддержки в виде субсидий на приобретение сельскохозяйственной техники в 2024 году составил около 40 млрд. руб. Однако, доступ к этим субсидиям не всегда прост для малых и средних сельскохозяйственных предприятий [2, 3].

Региональные различия в уровне механизации существенно варьируются в зависимости от специализации сельского хозяйства и уровня экономического развития регионов. Лидерами по уровню механизации являются регионы с развитым зерновым производством и животноводством, в то время как в отстающих регионах наблюдается дефицит современной техники и высокий уровень ее износа. Статистика затрат на механизацию показывает, что доля этих затрат в себестоимости продукции остается достаточно высокой, что обусловлено ростом цен на горюче-смазочные материалы (ГСМ) и запасные части.

Ключевые проблемы механизации АПК в РФ включают высокий износ оборудования, дефицит современной техники, нехватку сервисных центров и рост стоимости обслуживания. Решение этих проблем требует комплексного подхода, включающего государственную поддержку, привлечение инвестиций и внедрение инновационных технологий.

Текущее состояние механизации АПК в России вызвала следующие критические факторы:

1. Высокий уровень износа техники приводит к снижению производительности, увеличению затрат на ремонт и техническое обслуживание, а также к простоям в период проведения сельскохозяйственных работ. Коэффициент физического износа является одним из ключевых показателей, характеризующих состояние технического парка. Увеличение среднего возраста трактора на 1 год приводит к снижению его производительности на 3-5%.

2. Высокая стоимость новой техники затрудняет процесс обновления парка, особенно для малых и средних сельскохозяйственных предприятий. Сравнительный анализ лизинговых и покупных схем показывает, что лизинг может быть более доступным вариантом, однако требует тщательного анализа условий и процентных ставок. Средняя стоимость нового зерноуборочного комбайна импортного производства в 2024 году составляет около 30 млн. руб., что делает его недоступным для многих хозяйств.

3. Нехватка квалифицированных кадров, способных эффективно эксплуатировать современную технику, приводит к снижению производительности, увеличению простоя и ухудшению качества выполняемых работ. Влияние человеческого фактора на эффективность механизации является одним из наиболее сложных аспектов, требующих внимания. По оценкам экспертов, дефицит механизаторов в сельском хозяйстве составляет около 20%.

4. Вследствие неэффективного формирования маршрутов, вынужденных пауз в работе и невыгодных рабочих режимов наблюдается падение объемов выработки и увеличение расходов на топливо и техническое обслуживание. Средний коэффициент эксплуатации тракторной техники в сельскохозяйственной отрасли приближается к 0,7, указывая на потенциал для оптимизации и повышения продуктивности.

5. Увеличение стоимости горюче-смазочных материалов (ГСМ) значительно повышает удельный вес энергетических затрат в структуре себестоимости, оказывая негативное воздействие на рентабельность аграрного сектора. Оценка эластичности затрат на ГСМ относительно рентабельности позволяет определить степень влияния колебаний цен на ГСМ на прибыльность сельскохозяйственной деятельности. В 2024 году доля расходов на ГСМ в общей себестоимости зерновых культур достигла примерно 15%, что представляет собой весомый фактор, влияющий на экономическую эффективность производства [3].

Результаты проведенного количественного анализа обнаружили статистически значимую взаимосвязь между степенью изношенности технологического оборудования и величиной себестоимости выпускаемой продукции, тем самым подчеркивая важность проведения своевременной модернизации машинного парка. В качестве примера, исследование, проведенное на 30 сельскохозяйственных предприятиях Ростовской области, занимающихся выращиванием озимой пшеницы, показало, что коэффициент корреляции Пирсона между средним возрастом комбайнов и себестоимостью тонны озимой пшеницы составил 0.78. По данным линейной регрессии, увеличение среднего возраста комбайнового парка на 1 год приводит к увеличению себестоимости тонны озимой пшеницы в среднем на 320 рублей. Предприятия с наиболее современным парком комбайнов (средний возраст 7-10 лет) имели себестоимость тонны озимой пшеницы в среднем 2700 рублей, в то время как предприятия с наиболее изношенной техникой (средний возраст 18-22 года) – 3500 рублей. Важно отметить, что в хозяйствах с изношенными комбайнами затраты на ремонт и техническое обслуживание были в среднем на 55% выше, чем в хозяйствах с современной техникой. Данные свидетельствуют о том, что обновление комбайнового парка критически важно для повышения конкурентоспособности зернопроизводителей Ростовской области, особенно с учетом ориентации региона на экспорт зерна.

Подтверждена высокая степень влияния цен на энергоресурсы на рентабельность сельскохозяйственного производства. Анализ данных по 50 сельскохозяйственным предприятиям Ростовской области, занимающихся выращиванием подсолнечника, показал, что коэффициент корреляции Пирсона между ценой дизельного топлива и рентабельностью производства подсолнечника составил -0.80. Коэффициент корреляции Пирсона между ценой минеральных удобрений и рентабельностью подсолнечника составил -0.75. Множественный регрессионный анализ показал, что суммарный эффект от роста цен на дизельное топливо и минеральные удобрения снижает рентабельность производства подсолнечника в среднем на 2 процентных пункта при увеличении цен на топливо на 10% и на удобрения на 15%. Сравнение с соседними регионами показало, что рентабельность производства подсолнечника в Ростовской области оказалась в среднем на 5-7% ниже, что может быть связано с более высокими транспортными расходами. Это указывает на то, что

рентабельность сельскохозяйственного производства в Ростовской области, как и в целом по стране, сильно зависит от цен на энергоресурсы и минеральные удобрения, при этом высокие транспортные издержки усугубляют ситуацию.

Экономическая политика в АПК Ростовской области должна быть ориентирована на целевую поддержку обновления парка техники, включая разработку региональной программы льготного лизинга и кредитования, а также приоритетную поддержку для хозяйств, внедряющих системы точного земледелия. Снижение уязвимости к колебаниям стоимости энергоресурсов и удобрений является приоритетной задачей, для чего необходимо учреждение областного фонда для поддержки внедрения энергосберегающих инноваций и стимулирования локального производства удобрений. Также важно содействовать формированию кооперативных связей между сельскохозяйственными предприятиями с целью организации общих закупок ресурсов, что позволит добиться более выгодных цен. Приоритетное внимание должно быть уделено подготовке квалифицированных кадров посредством организации целевых образовательных программ, грантовой поддержки и стипендиальных выплат для привлечения молодых специалистов. Развитие инфраструктурного комплекса, включая модернизацию транспортной сети и расширение сети сервисных центров, имеет стратегическое значение [4].

Рост экономической отдачи от механизации агропромышленного комплекса требует применения интегрированного и систематизированного подхода, включающего технические, экономические, организационные и меры государственной поддержки.

К числу технических решений относится внедрение датчиков Интернета вещей (IoT) для всестороннего мониторинга состояния оборудования, обеспечивающего оперативное обнаружение неисправностей и проведение превентивного технического обслуживания. Переход на энергосберегающую технику, работающую на альтернативных источниках энергии, также способствует уменьшению издержек на энергоресурсы.

Экономические инструменты включают в себя совершенствование условий лизинга, делая таким образом новое оборудование более доступным для сельскохозяйственных предприятий. Кооперативное использование техники между хозяйствами позволяет снизить расходы на приобретение и содержание дорогостоящих машин [1].

Организационные мероприятия включают в себя профессиональную подготовку кадров, создание программ переквалификации для механизаторов и повышение их профессионального мастерства. Цифровизация логистических процессов, оптимизация маршрутов и учет простоев также способствуют более эффективному использованию техники.

Государственная поддержка может выражаться как в расширении программ целевого субсидирования, так и в предоставлении налоговых преференций для обновления парка техники и снижении административного давления. Прогнозный расчет эффективности предложенных мер на примере модельного хозяйства показывает, что внедрение перечисленных мер может привести к существенному снижению себестоимости продукции и повышению рентабельности сельскохозяйственного производства.

Проведенный анализ позволил выявить наиболее значимые критические факторы, влияющие на экономическую эффективность механизации АПК в РФ. К ним относятся изношенность техники, высокая стоимость приобретения новой техники, дефицит квалифицированных механизаторов, неэффективное использование техники и рост цен на энергоресурсы. Реализация предложенных путей повышения экономической эффективности, включающих технические решения, экономические механизмы, организационные меры и государственную поддержку, позволит существенно улучшить экономические показатели сельскохозяйственных предприятий и повысить их конкурентоспособность.

Список литературы

1. Бухтояров В. В., Иванова А. В. Цифровизация сельского хозяйства как фактор повышения экономической эффективности / Бухтояров В.В., Иванова А.В. // Вестник аграрной науки. 2022. № 3 (96). С. 45-52.
2. Козлов В. И., Орлова Н. П. Экономическая оценка эффективности использования сельскохозяйственной техники / Козлов В.И., Орлова Н.П. // Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 10. С. 75-82.
3. Петрова О. С., Смирнова И. В. Управление затратами на горюче-смазочные материалы в сельскохозяйственных предприятиях / Петрова О.С., Смирнова И.В. // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 4 (394). С. 58-631.
4. Региональные аспекты развития сельского хозяйства России / под ред. А.В. Иванова. Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2023. 290 с.
5. Экономика и управление сельским хозяйством: современное состояние и перспективы развития / Х. Нуриев, С. Акмаммедов, Н. Какадурдыев, Б. Исаханов // Eo ipso. – 2024. – № 10. – С. 67-69. – EDN EIFWGB.
6. Шукруллаев, А. А. Оценка экономического эффекта от усовершенствования сельскохозяйственных машин и орудий / А. А. Шукруллаев, М. А. Уролова // Современная экономика: актуальные проблемы, задачи и траектории развития : Материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 10 июня 2021 года / Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 191-195. – EDN МОСВХК.

ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ КОЛЕСНЫХ 4К4Б ТРАКТОРОВ

Селиванов Николай Иванович, доктор технических наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: zaprudskii@list.ru

Запрудский Валерий Никифорович, кандидат технических наук
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: zaprudskii@list.ru

Аннотация. Обоснование условий, методов и средств адаптации, колесных 4к4б тракторов базовой комплектации к технологиям почвообработки в составе агрегатов разного типа. Адаптация трактора с установленной номинальной мощностью двигателя к технологиям почвообработки разных по энергоемкости групп с обоснованными скоростными интервалами представляет оптимизацию уровня и равномерного распределения сцепного веса в номинальном тяговом режиме. Оснащение трактора сдвоенными колесами (2К) повышает с 50 до 58 кг/кВт удельную снаряженную массу, компенсируя до 46% уровень съемного балласта при сохранении общих принципов формирования составляющих сцепного веса. Повышение технологического уровня, за счет снижения до 45% удельного давления на почву и уровня балластирования на 16%, при сдваивании колес достигает 7%.

Ключевые слова: колесный трактор, параметр-адаптер, комплектация, удельная масса

FORMATION OF TECHNOLOGICAL ADAPTATION PARAMETERS ENERGY CHARACTERISTICS OF 4K4B TRACTORS

Selivanov Nikolay Ivanovich, Doctor of technical sciences, Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: zaprudskii@list.ru

Zaprudsky Valery Nikiforovich, Candidate of technical sciences
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: zaprudskii@list.ru

Abstract. Justification of the conditions, methods and means of adapting basic configuration 4x4b wheeled tractors to soil cultivation technologies as part of various types of aggregates. Adapting a tractor with a specified rated engine power to soil cultivation technologies of different energy-intensive groups with justified speed intervals optimises the level and uniform distribution of traction weight in the rated traction mode. Equipping the tractor with dual wheels (2K) increases the specific curb weight from 50 to 58 kg/kW, compensating for up to 46% of the removable ballast level while maintaining the general principles of traction weight formation. The increase in the technological level, due to a reduction of up to 45% in specific pressure on the soil and a 16% reduction in ballasting, reaches 7% when the wheels are doubled.

Keywords: wheeled tractor, parameter adapter, configuration, specific weight

Основу формирования состава инновационного тракторного парка в растениеводстве агрозоны 6.2 СФО Красноярского края составляют [1], модельные ряды энергонасыщенных колесных 4к4б тракторов К-7 «Кировец» и РСМ-2400 номинальной мощностью 260-360 кВт с мехотронными системами навигации и управления ЗАО «Петербургский тракторный завод и ООО «Ростсельмаш». Характерной особенностью новых моделей является регулирование эксплуатационного веса $G_э$ до начала технологического процесса за счет сдваивания колес (2К) и установки балластных грузов массой до 35% от снаряженной, а так же сцепного $G_{сц}$ в

режиме рабочего хода силовым воздействием нормальной составляющей тягового сопротивления и части веса почвообрабатывающей машины. Это должно обеспечивать оптимизацию его уровня и равномерное распределение по осям в составе агрегатов разного типа на операциях почвообработки с установленными скоростными интервалами.

Однако рекомендации изготовителей [2, 3], и официальных дилеров не полностью обеспечивают адаптацию тракторов к разным по энергоемкости группам зональных операционных технологий почвообработки и типам агрегатов по установленным критериям и параметрам.

Цель работы – обоснование условий, методов и средств адаптации колесных 4к4б тракторов базовой комплектации к технологиям почвообработки в составе агрегатов разного типа.

Задачи исследования.

1. Установить особенности формирования параметров-адаптеров тракторов разной комплектации.

2. Обосновать уровни составляющих элементов балластирования тракторов на операциях разных групп.

Адаптация колесного 4к4б трактора установленной мощности $N_{\text{ЕН}}$ к технологиям почвообработки разных по энергоемкости групп с обоснованными скоростными интервалами

$(V_H^* \pm \Delta V)_i$ представляет оптимизацию сцепного веса $G_{\text{сц}i}^*$ при абсциссе центра тяжести $A_{\text{цр}} = a_{\text{цр}}/L = 0.50$ в номинальном тяговом режиме на горизонтальной поверхности для реализации соответствующего тягового усилия $P_{\text{КРН}i}$.

Снаряженная m_0 и съемного балласта $m_{\text{Б}}$ массы по ГОСТ 27021-86 [4] формируют эксплуатационную $m_{\text{Э}}$ массу трактора, которая определяет соответствующий вес $G_{\text{Э}} = m_{\text{Э}} \cdot g$ с распределением по осям в статике $Y_{\text{ПСТ}} + Y_{\text{КСТ}} = G_{\text{Э}}$. Воздействие веса и тягового сопротивления рабочей машины $G_{\text{ОР}}$ через нормальные реакции опорной поверхности на колеса увеличивают при движении агрегата $G_{\text{Э}}$ до сцепного веса $G_{\text{сц}}$

$$\begin{cases} G_{\text{сц}} = G_0 + G_{\text{Б}} + G_{\text{ОР}}; \\ \lambda G_{\text{сц}} = \frac{G_{\text{сц}}}{G_0} = 1 + \lambda G_{\text{Б}} + \lambda G_{\text{ОР}}. \end{cases} \quad (1)$$

Оптимальное значение статической абсциссы центра тяжести трактора $A_{\text{ц}}^* = a_{\text{ц}}^*/L$ для обеспечения $A_{\text{ур}} = 0.50$ определяется по условиям [5,6] равновесия агрегата в режиме установившегося рабочего хода

$$\begin{cases} \lambda G_{\text{сц}}(A_{\text{цр}}^* + f \cdot R + \varphi_{\text{КРН}} \cdot H_{\text{КР}}) = (1 + \lambda G_{\text{Б}}) \cdot A_{\text{ц}}^* - \lambda G_{\text{ОР}} \cdot A_{\text{ОР}}; \\ A_{\text{ц}}^* = [\lambda G_{\text{сц}}(A_{\text{цр}}^* + f \cdot R + \varphi_{\text{КРН}} \cdot H_{\text{КР}}) + \lambda G_{\text{ОР}} \cdot A_{\text{ОР}}] / (1 + \lambda G_{\text{Б}}), \end{cases} \quad (2)$$

– где $\varphi_{\text{КРН}}$ и f – коэффициенты использования сцепного веса и сопротивления качению;

$H_{\text{КР}} = h_{\text{КР}}/L$; $R = r_{\text{К}}/L$; $A_{\text{ОР}}$ – абсцисса $G_{\text{ОР}}$.

Если линия тягового сопротивления на крюке не параллельна поверхности пути ($f_{\text{КР}} = 0$) и $G_{\text{ОР}} = 0$, $\lambda G_{\text{сц}} = \lambda G_{\text{Э}} = (1 + \lambda G_{\text{Б}})$ в случае $f_{\text{КР}} > 0$ $\varphi_{\text{КРН}} \cdot H_{\text{КР}} = 0$.

Для обеспечения $A_{\text{ц}}^*$, при степени балластирования $\lambda_{\text{Б}} = G_{\text{Б}}/G_0$, средняя абсцисса $\bar{A}_{\text{Б}} = \sum G_{\text{Б}i} \cdot A_{\text{Б}i} / G_{\text{Б}}$ суммарного балласта $G_{\text{Б}} = \sum G_{\text{Б}i}$ определяется как

$$\bar{A}_{\text{Б}}^* = A_{\text{ц}}^* + (A_{\text{ц}}^* + A_{\text{ц}0}) \lambda_{\text{Б}}. \quad (3)$$

При оптимизации уровня распределения по осям и оценки составляющих сцепного веса трактора использован [1] универсальный параметр – удельная масса $m_{\text{уд}}$ (кг/кВт), отнесенная к единице реализуемой в номинальном режиме мощности двигателя $N_{\text{ер}} = N_{\text{ЕН}} \cdot \xi_{\text{м}}$.

$$\begin{cases} m_{ydi} = G_{сцi} / N_{ep} \cdot g = \eta_{TH} \cdot 10^3 / g \cdot \varphi_{KPH} \cdot V_{Hi}; \\ m_{ydi}^* = m_{yдо} + m_{yдБi}^* + m_{yдор}, \end{cases} \quad (4)$$

Ее значения для трактора разной комплектации (1К) и (2К) приняты одинаковыми $m_{yд1кi} = 0.660 \cdot 10^3 / 9.81 \cdot 0.40 \cdot V_{Hi} = m_{yд2кi} = 0.690 \cdot 10^3 / 9.81 \cdot 0.42 \cdot V_{Hi}$ и составляют на операционных технологиях 1,2 и 3 группы соответственно 67,3, 58,0 и 50 кг/кВт при $m_{yд1к0} = 50,0$ кг/кВт и $m_{yд2к0} = 58,0$ кг/кВт.

Результаты исследования

Удельная масса $m_{yд1}^* = 67,3$ кг/кВт для операций 1 группы в рациональном скоростном интервале от 2,15 до 2,65 м/с и $V_{H1}^* = 2,50$ м/с, при комплексном показателе технологического уровня $K_3 = 0,9 - 1,0$ [7] на одинарных (1К) колесах (рис. 1а) соответствует

уровню $\lambda_{mуд1} = m_{yд1}^* = \lambda_{сц1} = 1,35$ при увеличении снаряженной массы $m_{yдо}$ за счет $(\lambda m_B + \lambda m_{op})$ на 35%. В составе прицепных агрегатов $\lambda m_B = m_B / m_0$ составляет 75-100%. при $A_{ц}^* = 0.55 - 0.56$ с уменьшением до 46-63% для навесных и полунавесных за счет повышения λm_{op} от 0 до 54% (таблица) и $A_{ц}^* = 0.61 - 0,64$ с $P_{KPyдH} = 0,264$ кН/кВт.

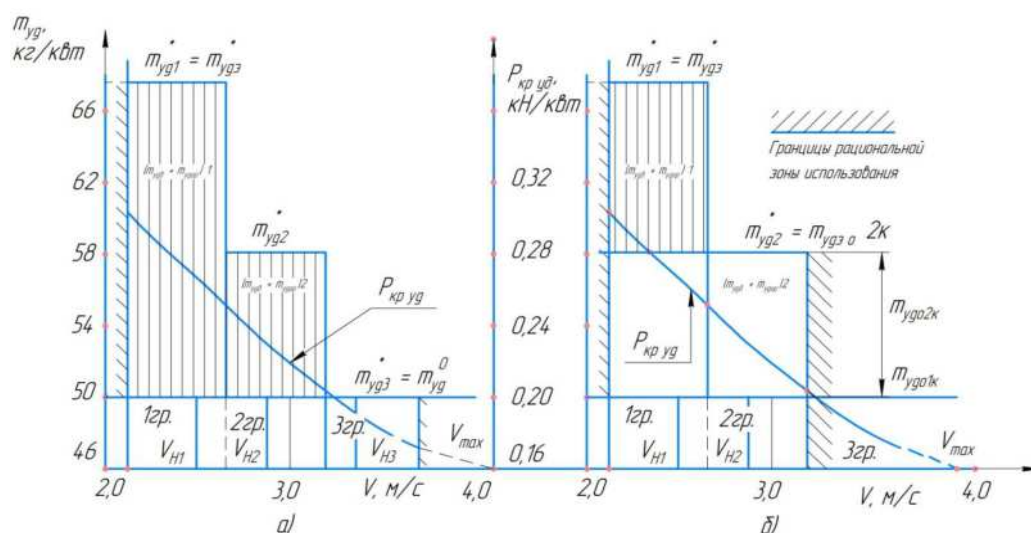


Рисунок – Формирование удельной массы трактора для операций почвообработки разных групп на одинарных (а) и двоянных колесах (б)

Таблица – Параметры - адаптеры колесных 4к46 тракторов разной комплектации

Группа операций	$V_{H}^*, (V_{min} - V_{max})^* \text{ м/с}$	$m_{yд}^* \text{ кг/кВт}$	Тип агрегата	1К ($m_{yдо} = 50$ кг/кВт)			2К ($m_{yдо} = 58$ кг/кВт)		
				$A_{ц0} (A_{цi})^*$	$m_{yдБ}^* \text{ кг/кВт}$	$m_{yдор}^* \text{ кг/кВт}$	$A_{ц0} (A_{цi})^*$	$m_{yдБ}^* \text{ кг/кВт}$	$m_{yдор}^* \text{ кг/кВт}$
1	2,50 (2,15-2,65)	67,3	П ₀	0,55	17,3	0	0,54	9,3	0
			П	0,57	13,0	4,3	0,56	5,0	4,3
			П/Н	0,61	10,9	6,4	0,60	2,9	6,4
			Н	0,64	8,0	9,3	0,63	0	9,3
2	2,90 (2,65-3,20)	58,0	П ₀	0,55	8,0	0	0,54	0	0
			П	0,57	3,7	4,3	0,55	0	0
			П/Н	0,61	2,5	5,5	0,55	0	0
			Н	0,64	0	8,0	0,55	0	0
3	3,33 (3,20-4,00)	50,0 1К	все П ₀	0,55	0	0	0,54	0	0

Для операций 2 группы при $m_{yд2}^* = 58,0$ кг/кВт в скоростном интервале от 2,65 до 3,20 м/с с $V_{H2}^* = 2,90$ м/с $\lambda_{mуд2} = 1,16$. При $A_{ц}^* = 0.55$ в составе прицепных агрегатов с

$f_{KP} = 0$, $G_{CC} = G_{\Sigma}$ и $m_{удБ} = 0,16 m_{уд}$. Увеличение $A_{Цi}^*(A_{Ц0})$ до 0.64 для навесных агрегатов обеспечивает $\lambda G_{CC2} = \lambda m_{уд2}$ за счет $\lambda m_{ор} = 0,16$ при $\lambda m_{Б} = 0$ и $P_{КРудН} = 0,228 \text{ кН/кВт}$.

На операциях 3 группы при $m_{уд3}^* = m_{уд0}$ трактор с $A_{Ц}^* = 0.55 - 0.56$ целесообразно использовать в скоростном интервале от 3,20 до 3,70 м/с без догрузки ($m_{Б} + m_{ор}$) при $K_{\Sigma} = 0,82 - 1,0$. Повышение V_{max3} до 4 м/с снижает технологический уровень до $K_{\Sigma min} = 0,70$.

Оснащение трактора сдвоенными колесами (2К) повышает $m_{уд0} = 8 \text{ кг/кВт}$ за счет $m_{уд2К} = 58 \text{ кг/кВт}$ (рис. 16). Указанное уменьшает до 16% оптимальный уровень балластирования на операциях 1 группы, при неизменном скоростном интервале. Уменьшение массы балласта $m_{Б}$ в составе прицепных агрегатов составляет 46-62%, полунавесных и навесных соответственно 73 и 46%, что указывает на целесообразность использования трактора с $m_{уд0}$ и $A_{Ц0} = 0.63 - 0.64$ в составе последних при снижении m_{Σ}^* на 16%. На операциях 2 и 3 группы в составе агрегатов всех типов значение $m_{уд0} = 58 \text{ кг/кВт}$ при $A_{Ц0}^* = 0.54$ без съемного балласта является базовым. Повышение комплексного показателя технологического уровня трактора за счет сдваивания колес достигает [7] 7%, что показывает достаточно высокую эффективность этой комплектации.

Выводы.

1. Оснащение энергонасыщенных 4к4б тракторов сдвоенными колесами, является основным направлением повышения эффективности их использования на операциях основной и предпосевной обработки в составе агрегатов разного типа за счет снижения удельного давления на почву и уровня балластирования на 45% и 16%, обеспечивающих до 7% рост комплексного показателя технологического уровня.

2. Повышение удельной снаряженной массы с 50 до 58 кг/кВт, при комплектации (2к) обеспечивает адаптацию к наиболее энергоемкой первой группе операционных технологий при снижении удельной массы съемного балласта от 46 до 100% в составе прицепных и навесных агрегатов при сохранении общих принципов формирования составляющих элементов балластирования.

Список литературы

1. Селиванов Н.И., Формирование и состав инновационного тракторного парка в растениеводстве Красноярского края: научно-практические рекомендации / Н.И. Селиванов; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2023. – 104с.
2. Тракторы «КИРОВЕЦ» ТИПА К-7М. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию 7М-00.00.010 ИЭ 2021 год [Текст]. Санкт-Петербург. АО Петербургский тракторный завод, 2021. – 278с.
3. Руководство пользователя РОСТСЕЛЬМАШ 2000 серия. Основные функции, характеристики и условия эксплуатации [Текст]. РОСТСЕЛЬМАШ, 2024. – 361с.
4. ГОСТ 27021-86 Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные тяговые классы. М: ИПК Издательство стандартов, 1986 – 14 с.
5. Кутьков Г.М., Грибов И.В., Перевозчикова Н.В. Балластирование тракторов // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. Т. 84, №9. – С. 52 – 60.
6. Скотников В.А., Машенский А.А., Солонский А.С. Основы теории и расчета трактора и автомобиля, М.: Агропромиздат, 1986. – 383 с.
7. Селиванов Н.И., Грищенко С.В. Технологический уровень колесных тракторов разной комплектации // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – №2. С. 106-112.

РАЦИОНАЛЬНОЕ БАЛЛАСТИРОВАНИЕ КОЛЕСНЫХ 4К4Б ТРАКТОРОВ В СОСТАВЕ АГРЕГАТОВ РАЗНОГО ТИПА

Селиванов Николай Иванович, доктор технических наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: zaprudskii@list.ru

Кузьмин Николай Владимирович, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: kusmin_nikolai@mail.ru

Кузнецов Александр Вадимович, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

Анотация. Обоснование условий формирования и уровней параметров технологической адаптации колесных 4к4Б тракторов базовых комплектаций в составе почвообрабатывающих агрегатов разного типа. При подготовке трактора со снаряженной или минимальной эксплуатационной массой к операционным технологиям более энергоемкой смежной группы, повышение уровня сцепного веса до $\lambda G_{\text{сц}i}^* = G_{\text{сц}i}^*/G_o = 1,16$ достигается за счет догрузки балластными грузами $\lambda G_{\text{Б}i}^* = G_{\text{Б}i}^*/G_o$ ($G_{\text{Э}min}$) и рабочей машиной $\lambda G_{\text{ор}}^* = G_{\text{ор}}^*/G_o$ из условия $\lambda G_{\text{сц}i}^* = 1 + \lambda G_{\text{Б}i}^* + \lambda G_{\text{ор}}^*$. Значение абсциссы центра тяжести трактора $A_{\text{ц}o}(A_{\text{ц}i})$ определяет тип агрегата и соотношение составляющих общего уровня повышения сцепного веса. По результатам моделирования установлено, что в составе навесных агрегата при $A_{\text{ц}o}(A_{\text{ц}i}) = 0,62 - 0,65$ достигается только за счет $\lambda G_{\text{ор}}^*$ без дополнительного балласта, что уменьшает уплотняющее воздействие трактора на почву и топливные затраты в рабочем цикле при сокращении времени и средств на его подготовку к работе.

Ключевые слова: колесный трактор, балластирование, сцепной вес, тип агрегата, технология почвообработки

RATIONAL BALLASTING OF WHEELED 4K4B TRACTORS AS PART OF VARIOUS TYPES OF UNITS

Selivanov Nikolay Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: zaprudskii@list.ru

Kuzmin Nikolay Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: kusmin_nikolai@mail.ru

Kuznetsov Alexander Vadimovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

Abstract. Substantiation of the conditions of formation and levels of parameters of technological adaptation of wheeled 4k4B tractors of basic configurations as part of tillage units of various types. When preparing the tractor with loaded or minimum operating weight operating technology more energy-intensive adjacent group, the increased level of coupling weight to $\lambda G_{\text{сц}i}^* = G_{\text{сц}i}^*/G_o = 1,16$ is achieved by loading ballast cargo $\lambda G_{\text{Б}i}^* = G_{\text{Б}i}^*/G_o$ and the working machine $\lambda G_{\text{ор}}^* = G_{\text{ор}}^*/G_o$ of conditions $\lambda G_{\text{сц}i}^* = 1 + \lambda G_{\text{Б}i}^* + \lambda G_{\text{ор}}^*$. The value of the abscissa of the tractor's center of gravity $A_{\text{ц}o}(A_{\text{ц}i})$ determines the type of unit and the ratio of the components of the overall increase in coupling weight. Based on the simulation results, it was found that as part of the mounted unit at $A_{\text{ц}o}(A_{\text{ц}i}) = 0,62 - 0,65$, it is achieved only due to $\lambda G_{\text{ор}}^*$ without additional ballast, which reduces the compacting

effect of the tractor on the soil and fuel costs in the working cycle while reducing the time and money needed to prepare it for operation.

Keywords: wheeled tractor, ballasting, coupling weight, type of unit, tillage technology

Основу обновления парка сельскохозяйственных колесных 4к4б тракторов высокой мощности (300-470кВт) в агропромышленном комплексе Красноярского края составляют новые модели отечественного производства [1] «Кировец» К-7М и RCM-2400 «Ростсельмаш» с регулируемой в пределах 16-35% величины и распределения по осям рабочей массой (цепным весом) до начала рабочего процесса и в управляемом режиме рабочего хода для использования в операционных технологиях почвообработки разных по энергоемкости групп.

Технологическая адаптация трактора с установленной номинальной мощностью представляет процесс оптимизации указанных параметров-адаптеров для эффективного его использования на операциях почвообработки установленных групп в составе агрегатов разного типа. Ее решение позволит конкретизировать рекомендации изготовителей и снизить затраты труда на эксплуатацию новых моделей тракторов, оснащенных бортовыми компьютерами.

Цель работы – обоснование условий формирования и уровней параметров технологической адаптации колесных 4К4Б тракторов базовых комплектаций в составе почвообрабатывающих агрегатов разного типа и назначения.

Задачи исследования:

1. Определить условия формирования параметров технологической адаптации трактора;
2. Обосновать уровни составляющих сцепного веса трактора для агрегатов разного типа.

Технологическая адаптация энергонасыщенного колесного 4К4Б трактора номинальной мощностью $N_{ен}$ обеспечивает оптимизацию уровня и равномерного распределения по осям за счет балластирования сцепного веса $G_{сцi}^*$ при $Y_{pi}^* = Y_{ki}^* = 0,50 G_{сцi}^*$ в номинальном тягово-скоростном режиме рабочего хода по горизонтальной поверхности ($\alpha=0$) почвообрабатывающих агрегатов разного типа и назначения на операциях установленной группы.

По нормативным требованиям ГОСТ27021-86 исходными параметрами трактора при технологической адаптации являются снаряженная масса, которой соответствует вес $G_0 = m_0 \cdot g$ с абсциссой центра тяжести $A_{ц0} = a_{ц0}/L$ (рис. 1), определяющие статические нормальные реакции опорной поверхности на передние $Y_{пост}$ и задние $Y_{кост}$ [3] колеса

$$\begin{cases} Y_{пост} = G_0 \cdot A_{ц0}; \\ Y_{кост} = G_0 \cdot (1 - A_{ц0}) \end{cases} \quad (1)$$

Эксплуатационная масса $m_э$ колесного трактора базовой комплектации на одинарных (1к) или сдвоенных (2к) колесах, включающая снаряженную m_0 и съемного балласта $m_{Бi}$ массы, определяет его эксплуатационный вес $G_{эi}$ для реализации заданного номинального тягового усилия $P_{крni}$ на операциях установленной энергоемкости при соответствующем коэффициенте использования веса $\varphi_{крн}$ тяговом КПД $\eta_{ТН}$ и скорости V_{ni}

$$\begin{cases} G_{эi} = (m_0 + m_{Бi}) \cdot g = m_{эi} \cdot g; \\ P_{крni} = G_{эi} \cdot \varphi_{крн} = m_{эi} \cdot g \cdot \varphi_{крн}; \\ V_{ni} = \xi_N \cdot N_{ен} \cdot \eta_{ТН} / m_{эi} \cdot g \cdot \varphi_{крн} \\ Y_{пист} = (G_0 + G_{Бi}) \cdot A_{цi}; \\ Y_{кист} = (G_0 + G_{Бi}) \cdot (1 - A_{цi}). \end{cases} \quad (2)$$

Сцепной вес трактора $G_{сцэ}$ формируется в режиме рабочего хода за счет переноса составляющей тягового сопротивления $R_y = P_{кр} \cdot \sin \gamma_{кр}$ и части веса рабочей машины aG_m (рис 1) через нормальные реакции на колеса

$$\begin{cases} G_{\text{сц}} = G_0 + G_{\text{Б}} + G_{\text{ор}}; \\ G_{\text{ор}} = R_y + aG_{\text{м}}. \end{cases} \quad (3)$$

В качестве основных показателей технологической адаптации трактора предложены уровни эксплуатационного $\lambda G_{\text{э}}$ и сцепного $\lambda G_{\text{сц}}$ веса, а так же абсциссы центра тяжести в статике для разных типов агрегатов и групп операций при $\lambda G_{\text{сцmax}} = \lambda G_{\text{эmax}} = 1,16$ и $A_{\text{цр}}^* = 0,50$

$$\begin{cases} \lambda G_{\text{э}} = G_{\text{э}} / G_0 = (1 + \lambda G_{\text{Б}}); \\ \lambda G_{\text{сц}} = \frac{G_{\text{сц}}}{G_0} = (1 + \lambda G_{\text{Б}} + \lambda G_{\text{ор}}), \end{cases} \quad (4)$$

где $\lambda G_{\text{Б}} = G_{\text{Б}}/G_0$; $\lambda G_{\text{ор}} = G_{\text{ор}}/G_0$

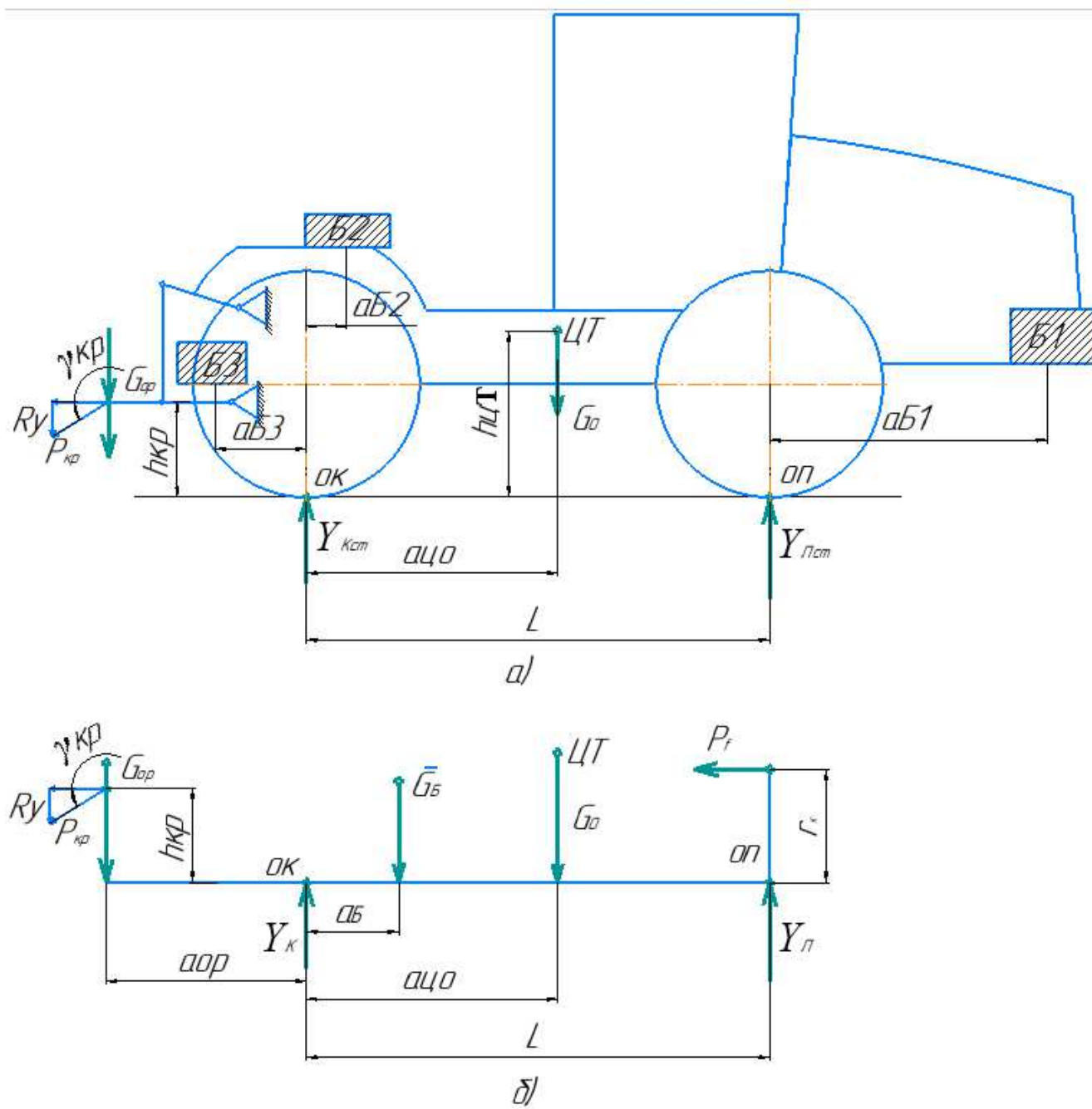


Рисунок 1 – Силы, действующие на трактор в режиме рабочего хода агрегата (а) и расчетная схема нагружения (б) в продольной плоскости

Соотношение оптимального уровня эксплуатационного веса $G_{\text{эi}}^*$ (массы $m_{\text{эi}}^*$) трактора для каждой группы операций почвообработки и снаряженного $\lambda G_{\text{эi}}^* = G_{\text{эi}}^*/G_0$ ($\lambda m_{\text{эi}}^* = m_{\text{эi}}^*/m_0$

определяется степенью балластирования при относительных значениях абсциссы центра тяжести $\bar{A}_{ци} = a_{ци}/L$, $A_{цо} = a_{цо}/L$ и суммарного балласта $\bar{A}_{Би} = \bar{a}_{Би}/L$

$$\begin{cases} Y_{Пист} = G_0(1 + \lambda G_{Би}) \cdot A_{ци} = G_0(A_{цо} + \lambda G_{Би} \cdot \bar{A}_{Би}); \\ Y_{Кист} = G_0(1 + \lambda G_{Би}) \cdot (1 - A_{ци}), \end{cases} \quad (5)$$

где $G_{Би} = \sum_n^n G_{Би}$; $\bar{a}_{Би} = \sum_1^n G_{Би} \cdot a_{Би}/G_{Би}$

При установленных значениях $\lambda G_{Би}$, $A_{ци}$ и $A_{цо}$ средняя абсцисса балластных грузов $\bar{A}_{Би}$ определяется из условия

$$\bar{A}_{Би} = A_{ци}^* + \frac{(A_{ци}^* - A_{цо})}{\lambda G_{Би}}. \quad (6)$$

В режиме рабочего хода (рис. 1б) условия статического равновесия агрегата следующее: $\sum M_{ок} = 0$; $\sum Y = 0$ или

$$\begin{cases} Y_{Пi} = G_{сци} \cdot A_{цр} = G_{эi} \cdot A_{ци} - G_{ор} \cdot A_{ор} - G_{сци}(fR + H_{кр})\varphi_{кри}; \\ Y_{Ки} = (G_0 + G_{Би})(1 - A_{ци}) + G_{ор}(A_{ор} + 1) + G_{оци}(fR + H_{кр}\varphi_{крн}); \\ Y_{Пi} + Y_{Ки} - G_{эi} - G_{ор} = 0, \end{cases} \quad (7)$$

где $H_{кр} = h_{кр}/L$; $R = r_k/L$.

При $\gamma_{кр} = 0$ вертикальная составляющая тягового сопротивления $R_y = 0$ и $G_{эi} = const$. Оптимальное значение абсциссы $A_{ци}^*$ при $A_{цр} = 0,50$ [3]

$$A_{ци}^* = 0,50 + \varphi_{крн} \cdot H_{кр} + f \cdot R \quad (8)$$

Воздействие составляющих $(R_y + aG_m) = G_{ор}$ в составе навесного агрегата увеличивает $G_{эi}$ до $G_{сци}$. С учетом уравнений (7) при $\gamma_{кр} = 0$

$$\lambda G_{сци} \cdot A_{цр} = \lambda G_{Би} \cdot A_{ци} - \lambda G_{ор}; A_{ор} - \lambda G_{сци} \cdot fR,$$

откуда оптимальное значение $\lambda G_{ор}^*$

$$\lambda G_{ор}^*(A_{ор} + A_{ци}) = \lambda G_{сци}^*(A_{ци} - A_{цр} - f \cdot R)$$

или

$$\lambda G_{ор}^* = \lambda G_{сци}^* \frac{(A_{ци} - A_{цр} - f \cdot R)}{A_{ор} + A_{ци}},$$

(9)

При установленной величине $\lambda G_{ор}^*$

$$A_{ци}^* = \frac{[\lambda G_{ор}^* \cdot A_{ор} + \lambda G_{сци}^*(A_{цр} + f \cdot R)]}{(\lambda G_{сци} - \lambda G_{ор})} \quad (10)$$

Результаты моделирования зависимости средней абсциссы съемного балласта $\bar{A}_B = f(A_{ци}, A_{цо}, \lambda_B)$ показали (рис 2) ее существенное снижение для обеспечения $A_{ци}^*$ в составе прицепных агрегатов при увеличении $A_{цо}$ для $A_{ци}^* = 0,55$ и $\gamma_{кр} = 0$ увеличение A_0 до 0,65 приводит к снижению $\bar{A}_B^*$ до -0,075 и 0,265 при $\lambda_B = 0,160$ и 0,340 соответственно. Обеспечение $A_{ци}^* = 0,575$ при $\gamma_{кр} > 0$ и тех же значениях λ_B уменьшает $\bar{A}_B^*$ до 0,106 и 0,354.

Указанные значения $\bar{A}_{Би}^*$ позволяют обосновать $G_{Би}$ и $A_{Би}$ переднего и заднего балластов для обеспечения $G_{эi}^*$ и $A_{ци}^*$ в составе прицепных агрегатов на операциях почвообработки разных групп.

Грузоподъемность навесного оборудования трактора по ГОСТ 19677-87 определяется на расстоянии 610 мм от оси подвеса, поэтому принято (для отечественных моделей) значение абсциссы $A_{ор} = a_{ор}/L = 0,277$. Полученная зависимость $\lambda G_{ор} = f(A_{цо})$ показывает (рис. 2) что степень нагружения от машины для получения $A_{ур}^* = 0,50$ пропорциональна абсциссе трактора снаряженного $A_{цо}$ или с балластом $A_{ци}$. При $A_{цо}(A_{ци}) \geq 0,63 - 0,65$ $\lambda G_{ор} = 0,145 - 0,166$, это обеспечивает оптимальный уровень сцепного веса $\lambda G_{сци}^* = \lambda G_{эн}^*$ для выполнения более энергоемких операций смежной группы без съемного балласта ($\lambda G_{Би} = 0$).

Полученные результаты позволили определить рациональные зоны $A_{ц0}(A_{цi})$ трактора и λG_{opi}^* для использования в составе агрегатов разного типа на операциях почвообработки каждой из установленных групп при $\lambda G_{сцmax} = 1,16$. (рис. 3): $A_{цi} = 0,540 - 0,550$ - прицепные $\gamma_{кр} = 0$, $A_{ц2} = 0,540 - 0,585$, $\lambda G_{э1} = 1,16$; прицепные ($\gamma_{пр} = 4 - 12$ гр), и полунавесные $\lambda G_{op3} = 0,070 - 130$, $A_{ц3} = 0,570 - 0,60$ навесные, $A_{ц4} = 0,620 - 0,655$, $\lambda G_{op4} = 0,130 - 0,168$.

Повышение уровня сцепного веса трактора до $\lambda G_{сцmax} = 1,16$ в составе навесных агрегатов позволяет использовать его с установленным G_0 или $G_{эmin}$ на более энергоемких операциях без дополнительного балласта.

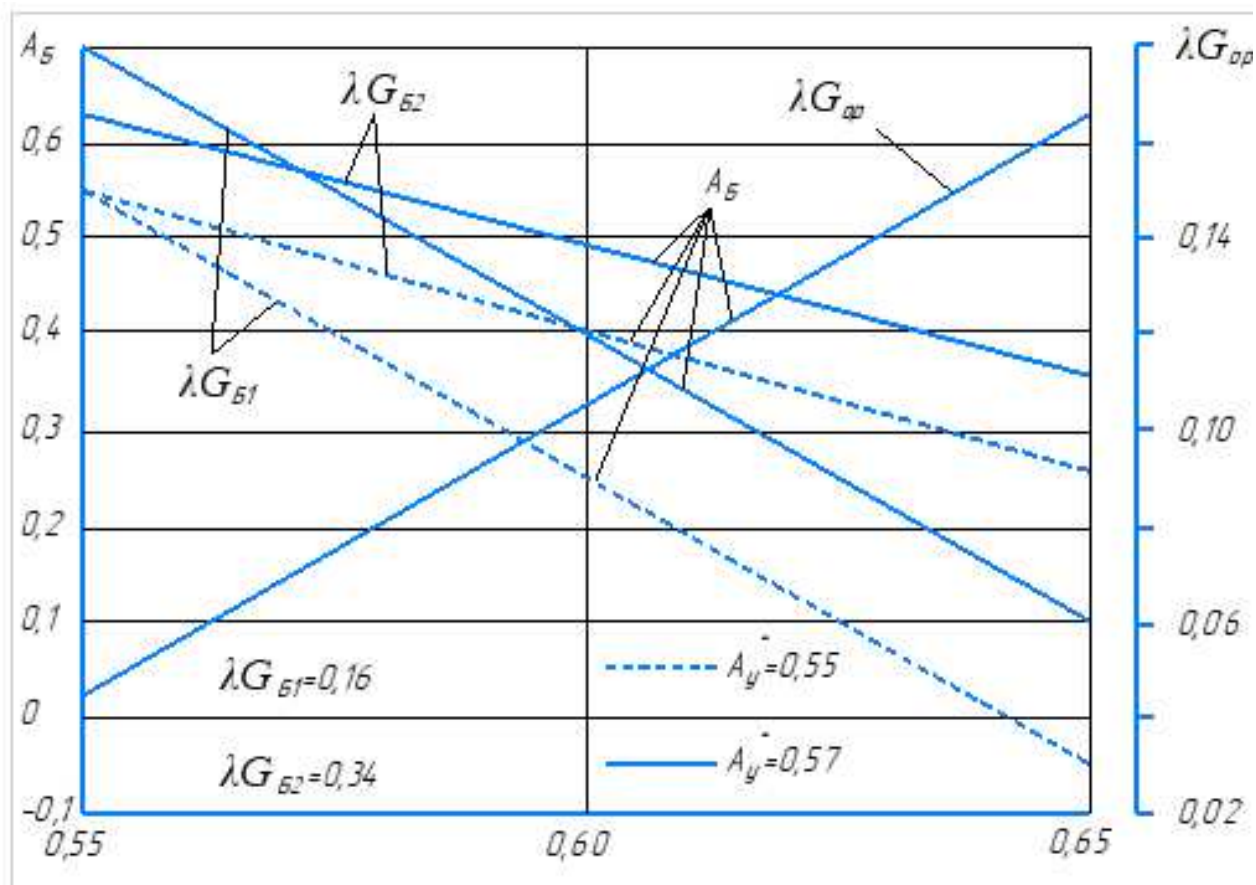


Рисунок 2 – Зависимости $(A_B, \lambda G_{op}) = f(A_0)$ для обеспечения $U_{пр} = U_{кр}^* = 0,50 G_{сц}^*$ для трактора 4к4б в режиме рабочего хода

При установленных значениях основного параметра технологической адаптации удельной эксплуатационной массы трактора на операциях первой группы $m_{уд1}^* = 67,3$ кг/кВт и второй $m_{уд2}^* = 58,0$ кг/кВт снижение составляет 2,3 кг/кВт. Для трактора с реализуемой мощностью двигателя 300 кВт потребную массу балластных грузов $m_B^* = 2790$ кг заменит соответствующая величина $m_{op}^* = G_{op}/g$. Указанное позволит существенно снизить уплотняющее воздействие трактора на почву и топливные затраты в рабочем цикле, а также сократить затраты времени и средств на подготовку к работе.

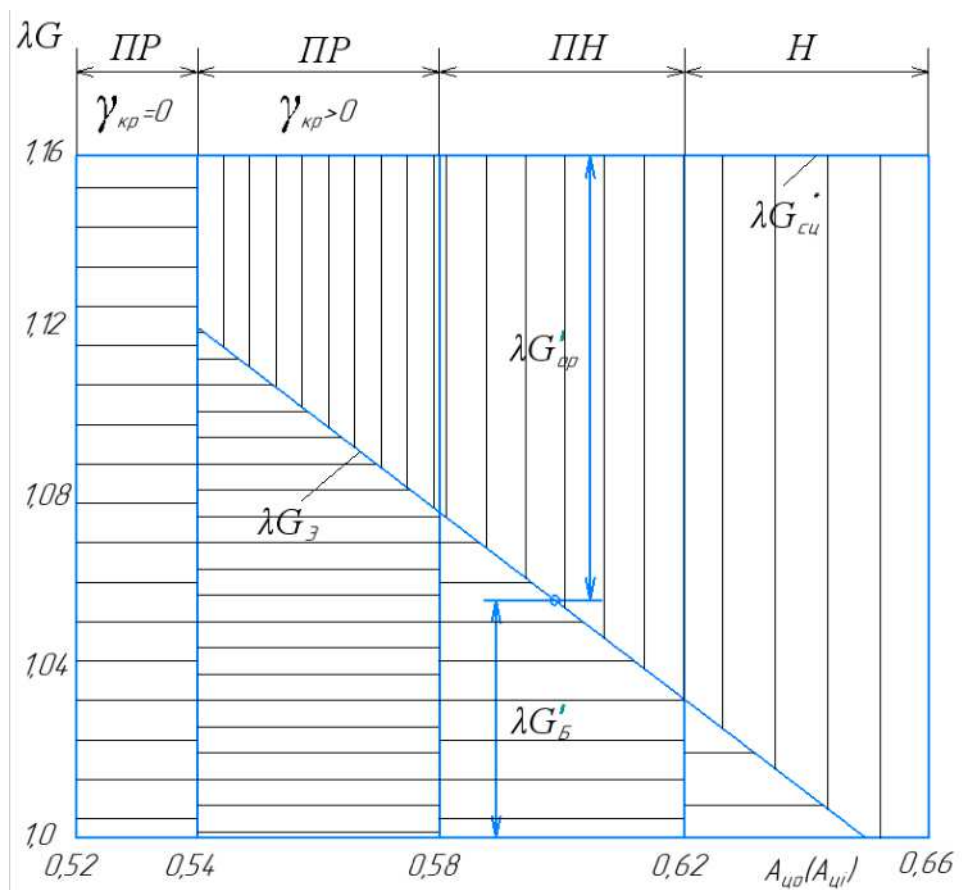


Рисунок 3 – Составляющие сцепного веса $\lambda G_{сц} = G_{сц}/G_o$ трактора 4к4б в составе агрегатов разного типа ($G_o = 1,0$); $\lambda G'_{б} = (1 + \lambda G_{б})$; $\lambda G'_{ор} = (1 + \lambda G_{ор})$.

Таблица – Параметры адаптеры колесных 4к4б тракторов в составе агрегатов разного типа

Тип агрегата	$\overline{A_{цo}^* (A_{ци}^*)}$	λ_{GB}	λ_{Gop}	$m_{уд1}^* / m_{уд2}^* = 67,3/58,0$		
				$m_{уд.б},$ кг/кВт	$m_{уд.ор},$ кг/кВт	$m_{уд}^*,$ кг/кВт
Прицепной $\gamma_{кр} = 0$	0,550	0,16	0	9,30	0	67,3
Прицепной $\gamma_{кр} = 4 - 12$ ($A_{ор} = 0,277$)	0,570	0,09	0,070	5,22	4,08	62,08
Полунвесной ($A_{ор} = 0,277$)	0,600	0,05	0,110	2,90	6,40	60,9
Навесной ($A_{ор} = 0,277$)	0,650	0	0,166	0	9,30	58,0

Выводы

1. Условием формирования сцепного веса колесных 4к4б тракторов для операций почвообработки разных по энергоемкости групп является обеспечение оптимального уровня и равномерного распределения по осям в режиме рабочего хода удельной массы $m_{удс}^* = G_{сцi}^* / Nер \cdot g$ и веса $G_{уд}^* = m_{уди}^* \cdot g$ соответственно за счет установки съемного балласта с догрузкой вертикальной составляющей тягового сопротивления и весом рабочей машины, обеспечивающее его повышение для смежных по энергоемкости технологических операций $\lambda G_{сц} = G_{сцmax}^* / G_{сцmin}^* = 1,16$, независимо от типа агрегата.

2. При подготовке трактора со снаряженной m_o или минимальной эксплуатационной $m_{эmin}$ массой к операциям более энергоемкой смежной группы повышение уровня $\lambda G_{сц}^* = G_{эi}^*/G_o(G_{эmin}) = 1,16$ достигается за счет догрузки балластом $\lambda G_{Бi}$ и орудием G_{opi} . Значение центра тяжести трактора $A_{цо}(A_{ци})$ с $G_o(G_{min})$ определяет тип агрегата и условия балластирования. В характерном интервале $A_{цо}(A_{ци}) = 0,54 - 0,56$ их значение и уровень повышения сцепного веса за счет догрузки рабочей машиной составляют: прицепные - $A_{цо}(A_{ци}) = 0,55 - 0,58$, $\lambda G_{op} = 0,046 - 0,085$; полунавесные $A_{цо}(A_{ци}) = 0,58 - 0,62$, $\lambda G_{op} = 0,09 - 0,130$; навесные - $A_{цо}(A_{ци}) = 0,62 - 0,65$, $\lambda G_{op} = 0,130 - 0,160$.

3. Повышение уровня сцепного веса до $\lambda_{ведmax} = 1,16$ в составе навесных агрегатов позволяет использовать трактор с $G_o(G_{эmin})$ на более энергоемких операциях без дополнительного балласта, что существенно уменьшает его уплотняющее воздействие на почву и топливные затраты в рабочем цикле при сокращении времени и средств на подготовку к работе.

Список литературы

1. Селиванов Н.И. Формирование и состав инновационного тракторного парка в растениеводстве Красноярского края: науч. практ. рекомендации – Красноярск, 2023. – 104 с.
2. ГОСТ 27021-86 Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. Тяговые классы. М: ИПК Издательство стандартов, 1986 – 14 с.
3. Селиванов, Н.И. Формирование сцепного веса колесных тракторов для технологий почвообработки / Н.И. Селиванов, А.В. Кузнецов, Н.В. Кузьмин – DOI: 10.53083/1996-4277-2025-246-4-75-81 – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2025 - №4 (246) – С 76-81.
4. Кувков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. – М.: КолосС, 2004. – 504с.
5. Скотников В.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля/ В.А. Скотников, А.А. Машенский, А.С. Солонский. Под ред. В.А. Скотникова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 383с.
6. ГОСТ 19677-87 Тракторы сельскохозяйственные. Общие технические условия. М: ИПК Издательство стандартов, 1987 – 7 с.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ ЗЕРНОВЫХ КОРМОВ К СКАРМЛИВАНИЮ

Семенов Александр Викторович, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: semenov02101960@gmail.com

Чаплыгина Ирина Александровна, кандидат биологических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: ledum_palustre@mail.com

Матюшев Василий Викторович, доктор технических наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: don.matyusheff2015@yandex.ru

Карабухин Дмитрий Владимирович, студент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: karabuhindmitry@yandex.ru

Аннотация. Качество кормов и их сбалансированность по питательным элементам является залогом здоровья животных и высокой продуктивности. Одним из компонентов кормовых рационов для всех половозрастных групп животных являются зерновые корма. В статье рассматривается и проводится анализ трех технологий подготовки зерновой смеси к скармливанию, состоящей из злаковых и бобовых культур. Приводятся преимущества и недостатки технологий измельчения зерна на молотковой дробилке, приготовления жидкой кормовой патоки и экструдирования. Даются рекомендации производству.

Ключевые слова: фуражное зерно, измельчение, зерновая патока, эктрудат, очистка, смешивание, увлажнение

ANALYSIS OF METHODS FOR PREPARING GRAIN FEED FOR FEEDING

Semyonov Alexander Viktorovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: semenov02101960@gmail.com

Chaplygina Irina Aleksandrovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: ledum_palustre@mail.com

Matyushev Vasily Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: don.matyusheff2015@yandex.ru

Karabukhin Dmitry Vladimirovich, Student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: karabuhindmitry@yandex.ru

Abstract. The quality of feed and its nutritional balance are essential for animal health and productivity. Grain feed is an important component of feed rations for all mature animal groups. This article examines and analyzes three technologies for preparing a grain mixture consisting of cereals and legumes. It highlights the advantages and disadvantages of grinding grain in a hammer mill, preparing liquid feed molasses, and extrusion. The article provides recommendations for production.

Keywords: feed grain, grinding, grain molasses, extrudate, cleaning, mixing, and moistening

Производство продукции животноводства будет эффективным если в рационе кормления будут содержаться все необходимые питательные вещества в нужных

количествах [11]. Виды используемых кормовых культур каждый сельскохозяйственный товаропроизводитель определяет индивидуально в зависимости от состояния кормовой базы [12]. Потребности животных в белке, минеральных и биологически активных соединениях в значительной мере удовлетворяются за счет потребления зерна (фуражная пшеница, овес, ячмень, горох, кукуруза) [1,2,4]. Данные корма в нативном виде имеют высокую энергетическую ценность, но недостаточно хорошо усваиваются организмом животных. Скармливание их без предварительной обработки не позволяет реализовать максимальную продуктивность животных, и приводит к неоправданно высокому расходу кормовых ресурсов [12].

Поэтому внедрение в сельскохозяйственное производство технологий и технических средства подготовки кормов к скармливанию, позволяющих повысить их усвояемость организмом животных, является одной из основных производственных задач [5, 6, 14].

На рисунке 1 представлена технологическая схема подготовки зерновых кормов к скармливанию. Для получения сбалансированного по питательным веществам зернового компонента кормов рекомендуется проводить смешивание зерновых и бобовых культур. Конечным продуктом может быть измельченное зерно, экструдат или зерновая патока (выбирает сельхозтоваропроизводитель в зависимости от его потребности и технической возможности).

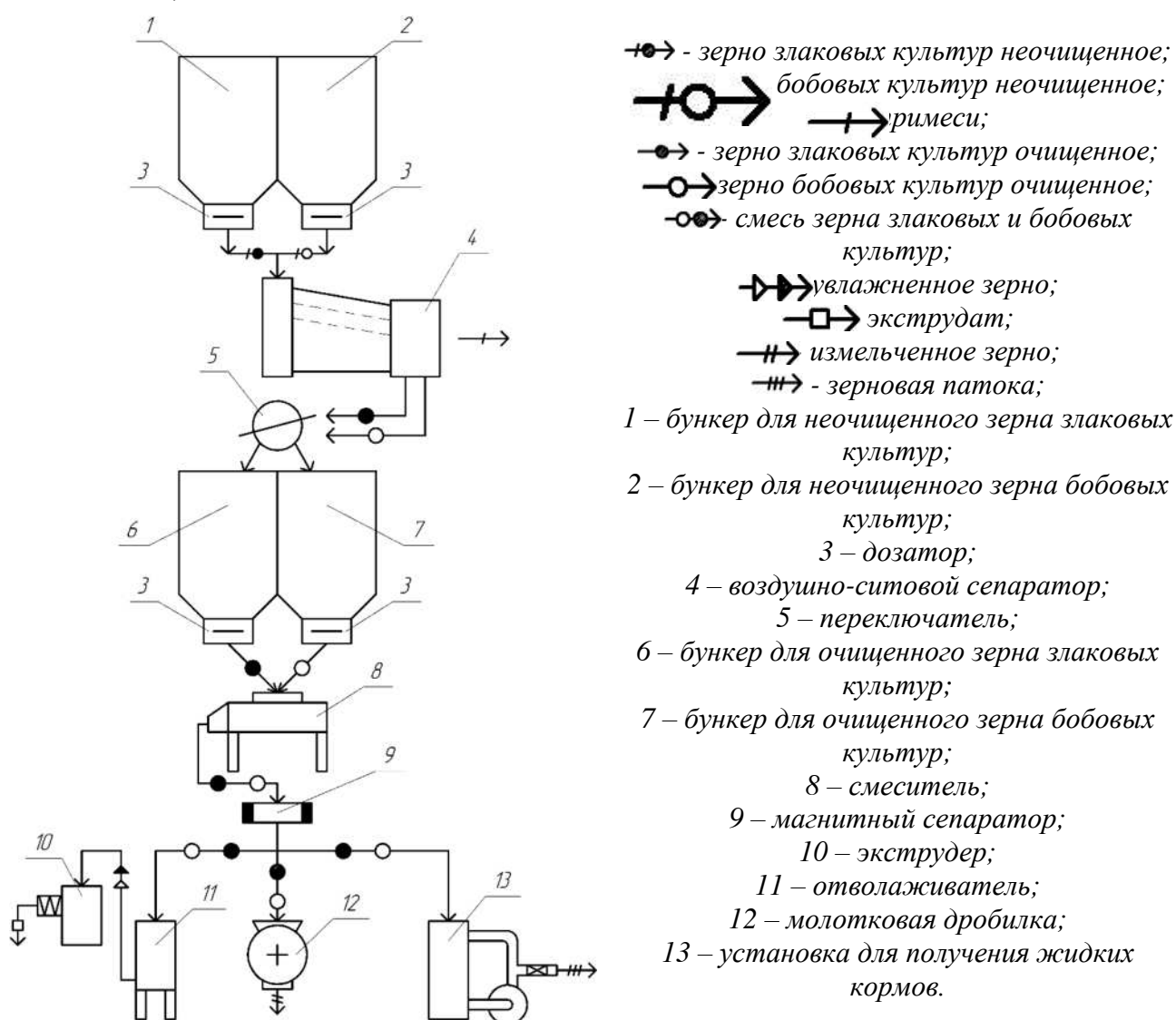


Рисунок 1 – Технологическая схема подготовки зерновых кормов к скармливанию

Злаковые культуры после предварительной очистки загружаются в бункер 1, а бобовые в бункер 2. Затем, поочередно, через дозаторы 3, они поступают в воздушно-ситовой сепаратор 4, где происходит окончательная очистка зерен от примесей. Далее через переключатель потока 5 злаковые компоненты поступают в бункер 6, а бобовые в бункер 7. Подготовленные компоненты одновременно в необходимом количестве через дозаторы 3, расположенные под бункерами 6 и 7 поступают в центробежный смеситель 8, разработанный и запатентованный в Красноярском ГАУ [9]. Смесь зерновых компонентов поступает в магнитный сепаратор 9 где происходит ее отделение от случайно попавших в кормовой продукт метало-магнитных примесей. Далее кормовая смесь направляется в одно из трех направлений переработки. Самым распространенным способом подготовки зерновых к скармливанию является измельчение на молотковых дробилках 12. Несмотря на недостатки, связанные с переизмельчением материала и наличием пылевидной фракции в готовом продукте, данная технологическая операция осуществляется на простых по конструкции дробилках [13].

Другим способом подготовки зерновых к скармливанию является получение жидкой кормовой патоки. В этом случае смесь зерна после магнитного сепаратора 9 поступает в установку для получения жидких кормов 13. Использование жидкой зерновой патоки позволяет увеличить привесы молодняка на 25-40%, повысить надои молока от коровы на 1-2 литра в сутки [19].

Другим способом подготовки зерновых к скармливанию является получение жидкой кормовой патоки. В этом случае смесь зерна после магнитного сепаратора 9 поступает в установку для получения жидких кормов 13. Использование жидкой зерновой патоки позволяет увеличить привесы молодняка на 25-40%, повысить надои молока от коровы на 1-2 литра в сутки [19].

Одним из эффективных способов подготовки зерновых кормов к скармливанию является экструдирование, при котором в результате декстринизации крахмала количество сахара возрастает на 12%. Улучшаются санитарные качества корма и усвояемость организмом животных [3,7]. При производстве экструдированных кормов исходные зерновые компоненты должны иметь влажность 14-15% [8]. Для приведения влажности зерновых компонентов к оптимальной можно использовать увлажнитель и отволаживатель устройства для переработки зерна [10]. В этом случае смесь зерновых компонентов из магнитного сепаратора 9 поступает сначала в увлажнитель 11, а затем в экструдер 10.

Закключение. Анализ способов подготовки зерновых кормов к скармливанию показал, что начальная стадия подготовки злаковых и бобовых культур, независимо от последующего метода переработки, включает очистку, смешивание и контроль влажности сырья. Дальнейшая переработка обусловлена особенностями конкретного хозяйства и целью использования готового продукта. Так в зависимости от дальнейшего назначения полученного концентрированного корма можно предложить следующие варианты его использования:

1. Измельченную на молотковой дробилке зерновую смесь целесообразно применять в сочетании с сочными кормами (например, силосом или сенажом), либо для изготовления гранулированных кормов.

2. Зерновую патоку, охлажденную до температуры 30–35 °С, рекомендуется использовать в качестве подкормки для молодых животных.

3. Экструдированный корм служит эффективной кормовой добавкой для всех возрастных групп животных, повышая их продуктивность и улучшая общее состояние организма.

Список литературы

1. Алешин А.В. Обоснование конструкционных и технологических параметров рабочего органа фрезерного измельчителя кормов / А.В. Алешин, С.Ю. Булатов, В.Н. Нечаев, С.Л. Низовцев // Инженерные технологии и системы, 2023. Т.33, №1. – С.37-51.
2. Булатов С.Ю. Оценка показателей работы модернизированной молотковой дробилки зерна ДКР-1 в режиме дозированной подачи материала / С.Ю. Булатов, В.Н. Нечаев, А.Г. Сергеев, А.Е. Шлыков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2024. №12(242) – С.72-77.
3. Демский А.Б. Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов: справочник / А.Б. Демский, В.Ф. Веденьев. – М.: ДеЛипринт. 2005. – 760с.
4. Егоров Г.А. Технология муки, технология крупы: учебник / Г.А. Егоров. – М.: КолоС, 2005. – 296с.
5. Исулов А.Ю. Исследование показателей работы роторно-центробежного измельчителя / А.Ю. Исулов, Ю.А. Плотникова, И.И. Иванов, А.И. Сухопаров // АгроЭкоИнженерия, 2021. №3(108). – С.90-99.
6. Кузнецов А.Ф. Современные производственные технологии, содержания сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / А.Ф. Кузнецов, Н.А. Михайлов, П.С. Карцев. – СПб.: «Лань», 2013. – 464с.
7. Мартынова Д.В. Повышение эффективности процесса производства экструдированных кормовых продуктов за счет изменения конструктивных параметров шнека пресс-экструдера: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Мартынова Дарья Владимировна. – Оренбург, 2017. – 22с.
8. Матюшев В.В. Исследование влажности зерна на процессе экструзии и качество готовой продукции / В.В. Матюшев, А.В. Семенов, И.А. Чаплыгина, Р.С. Погребнов // Вестник КрасГАУ, 2022. №12. – С.228-234.
9. Патент №189121 U1 Российская Федерация, МПК B01F 7/26. Смеситель сыпучих компонентов центробежного действия: №2018134845: заявл. 01.10.2018: опубл. 13.08.2019 / А.В. Семенов, И.А. Чаплыгина, В.В. Матюшев, [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ»
10. Патент №201660 U1 Российская Федерация, МПК B02B 1/06. Устройство для переработки зерна: №2020114261: заявл. 07.04.2020: опубл. 28.12.2020 / В.В. Матюшев, А.В. Семенов, И.А. Чаплыгина, [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ»
11. Сабиев У.К. Смеситель-увлажнитель гравитационного действия / У.К. Сабиев, Е.С. Есмаганбетов // Вестник Омского ГАУ. 2024. №3(55). – С.144-150.
12. Сабиев У.К. Универсальный измельчитель для сельскохозяйственного производства / У.К. Сабиев, Н.С. Сергеев // Вестник Омского ГАУ. 2019. №4. – С.168-175.
13. Сабиев У.К. Показатели эффективности измельчения фуражного зерна / У.К. Сабиев, В.В. Садов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. №6(200). – С.93-99.
14. Савиных П.А. Термическая обработка зерна как способ повышения его усвояемости / П.А. Савиных, А.Ю. Исулов, Ф.А. Киприянов // Международный технико-экономический журнал. 2021. №2. – С.31-40.
15. Семенов С.В. Снижение энергоемкости технологического процесса приготовления зерновой патоки: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 4.3.1 / Семенов Сергей Вячеславович. – Княгинино, 2024. – 19с.

МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТЕЙНЕРНОЙ ТЕПЛИЦЫ

Семенов Александр Федорович, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия.
e-mail: semaf84@mail.ru

Аннотация. Работа описывает поэтапное создание математической модели, описывающей изменение термических характеристик контейнерной теплицы в зависимости от внешней температуры воздуха и величины внутренней температуры необходимой для выращивания растений. Модель построена на основе предварительно обработанных экспериментальных данных, полученных от автоматической системы измерения и хранения параметров микроклимата.

Ключевые слова: контейнерная теплица, автоматизированное овощеводство, автоматическая система измерения и хранения информации, тепловые потери, количество теплоты

MODEL FOR DETERMINING THERMAL CHARACTERISTICS OF A CONTAINER GREENHOUSE

Semenov Alexander Fedorovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia.
e-mail: semaf84@mail.ru

Abstract. The work describes the step-by-step creation of a mathematical model that describes the change in the thermal characteristics of a container greenhouse depending on the external air temperature and the internal temperature required for plant growth. The model is based on pre-processed experimental data obtained from an automatic system for measuring and storing microclimate parameters.

Keywords: container greenhouse, automated vegetable growing, automatic system for measuring and storing information, heat loss, amount of heat

Контейнерные теплицы являются одним из перспективных направлений развития автоматизированного овощеводства в защищенном грунте, все чаще встречаются примеры производства овощной продукции в регионах ранее не пригодных для ведения тепличного овощеводства из-за холодного климата. Развитие овощеводства в таких регионах осложняется низкими отрицательными температурами, недостаточной естественной освещенностью и длиной дня, ограниченной транспортной доступностью. Сочетание этих факторов делает экономически не рентабельным выращивание овощей в «классических» светопрозрачных теплицах в связи со сложностью их строительства и дальнейшей эксплуатацией в таких условиях. Отличительной особенностью контейнерных теплиц является возможная полная или частичная герметизация помещения для последующего автономного выращивания овощей или зелени в течении одного цикла от посева до сбора урожая. Такой тип теплиц может быть изготовлен производителем на базе стандартных утепленных контейнеров различного объема или в виде утепленной каркасной конструкции схожих размеров и доставлен к месту эксплуатации доступным видом транспорта. Несмотря на преимущества предлагаемых конструкций существует проблема, отсутствие данных длительной эксплуатации таких конструкции в северных регионах, а также математических моделей, описывающих изменение термических характеристик теплицы от колебаний внешних температур и выбранного микроклимата теплицы.

Математическая модель описывает изменение: внешней и внутренней температуры воздуха, влажности воздуха, удельной теплоемкости воздуха в теплице, количества теплоты необходимого для нагрева воздуха в теплице до необходимой температуры, изменения тепловых потерь от разности температур в зависимости от размеров теплицы и теплотехнических характеристик применяемых материалов. Исследования проводились в контейнерной теплице с размером 2100*2650*2400 мм, что соответствует стандартному контейнеру, на пять тонн и упрощает дальнейшее применение полученных результатов [2].

Моделирование термических характеристик выполнено на основе данных полученных от системы автоматического измерения и хранения информации об изменении температур и влажности. Автоматические замеры проводились каждые 2 часа и записывались в файл в формате .txt, системой на основе Arduino (рис.1). Эксперимент проводился без установки технологического оборудования необходимого для выращивания растений.

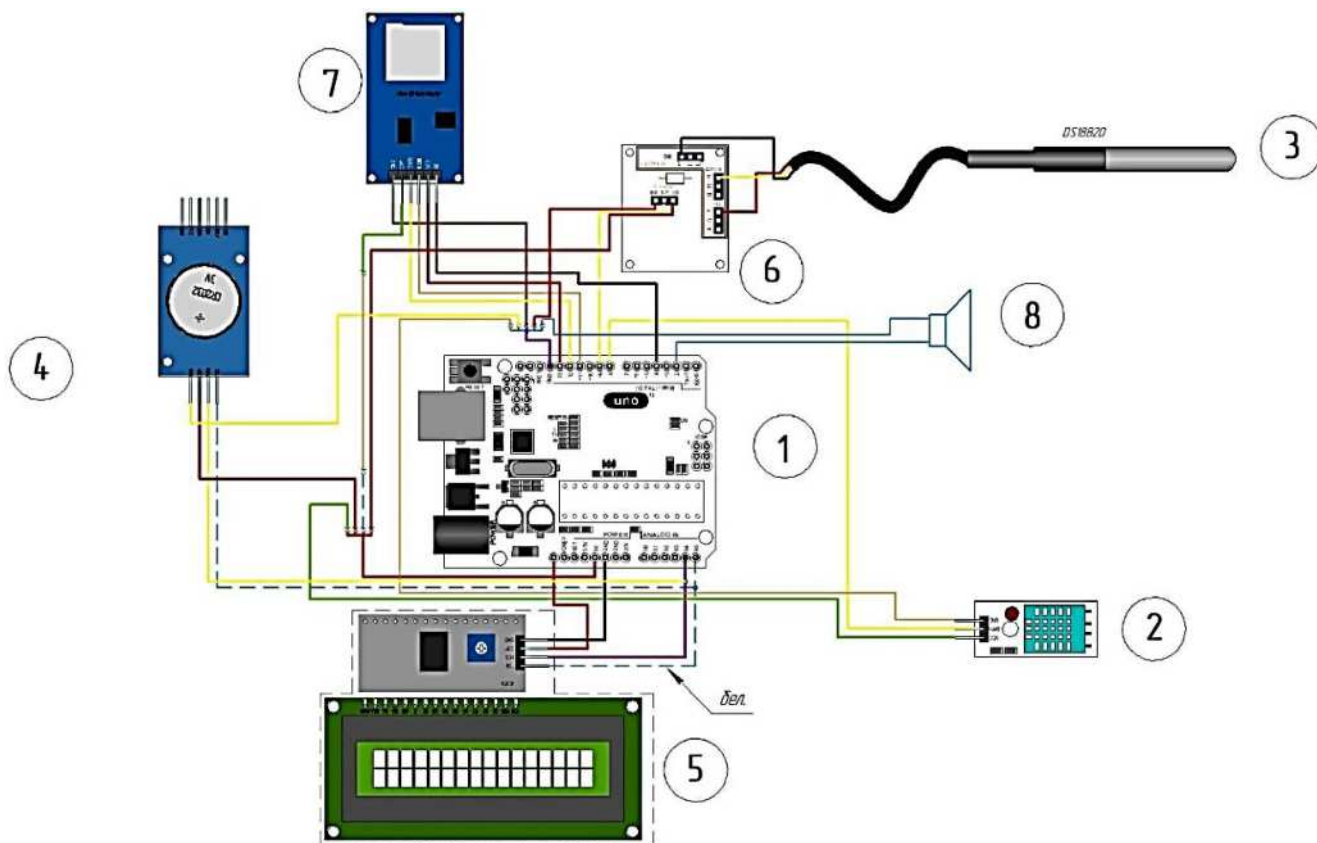


Рисунок 1 - Система автоматического измерения и хранения информации

Система автоматического измерения и хранения информации состоит из: 1- платы Arduino Uno; 2 - датчика температуры и влажности в теплице DHT 11; 3 - датчика внешней температуры DS18B20; 4 - модуля часов DS3231; 5 - дисплея LCD1602; 6 - подтягивающего резистора для датчика DS18B20; 7 - модуля карты памяти MicroSD Card Adapter; 8 – зуммера [2].

Контроль параметров осуществлялся с 16.09.2025г. по 22.02.2025г., сохранена тысяча измерений каждого контролируемого параметра [4]. Полученные данные обработаны в приложении Matlab и представлены в виде графических зависимостей температур и влажности воздуха в теплице (i – температура в теплице, $^{\circ}\text{C}$; o – внешняя температура, $^{\circ}\text{C}$; w – влажность воздуха, %;) (рис. 2).

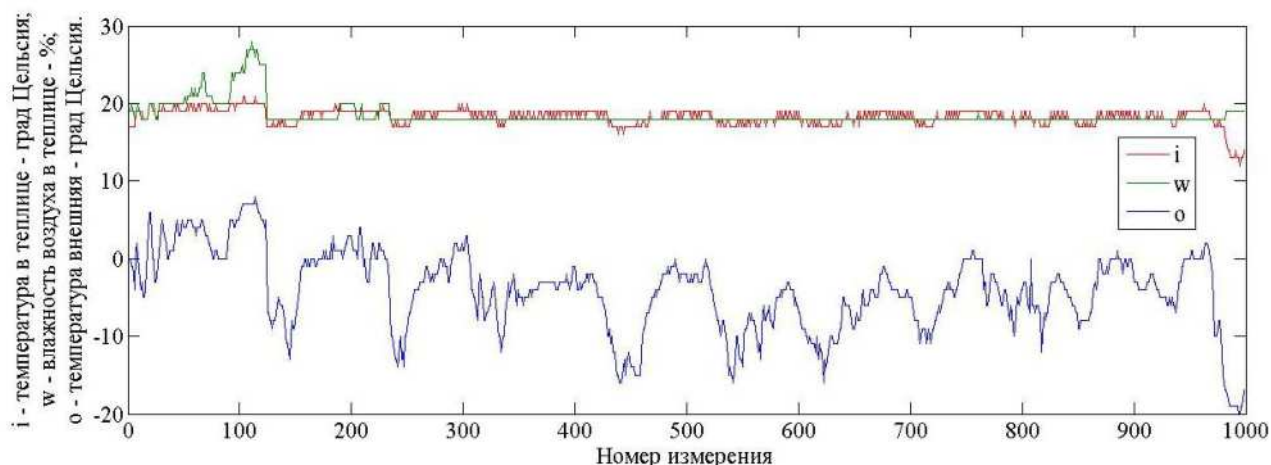


Рисунок 2 - Графики изменения температур и влажности воздуха в теплице

На протяжении всего эксперимента контролировалось потребление электрической энергии на обогрев теплицы (табл.1).

Таблица 1 – Потребление электрической энергии на обогрев теплицы

Дата снятия показаний прибора учета	16.09.2024	02.10.2024	18.11.2024	22.02.2025
Показания кВт*ч	7489,8	7500	7629,9	7899,9
Потребление, кВт*ч	0	10,2	129,9	270
Среднее в сутки, кВт*ч	-	0,64	2,76	2,81
Время работы обогрева, час	-	8,16	103,92	216
Среднее в сутки, час	-	0,51	2,21	2,25
Среднее в сутки, мин	-	30,6	132,66	135

По данным данные о потреблении энергии сделаны выводы:

- среднесуточное потребление энергии: 0,64-2,81 кВт*ч в сутки;
- при похолодании менялось время работы конвектора: 0,51-2,25 часов или 30,6-135 мин в сутки;
- тепловые потери теплицы: 0,86-3,77 Вт/м² или 120 Вт суммарных тепловых потерь при температуре наружного воздуха -25 °C и поддерживаемой внутренней температуре 18 C° [3].

Создана программа, определяющая удельную теплоемкости воздуха в теплице (с), количество теплоты необходимое для нагрева воздуха в теплице до необходимой температуры (Qa), изменение тепловых потерь от разности температур (Qi) в зависимости от размеров теплицы (h, l, b), значений внешней и внутренней температуры воздуха (o, i), влажности воздуха полученных в ходе эксперимента (w) и теплотехнических характеристик применяемых материалов (r) (рис.3 на стр. 107) [4].

Построим графики изменения количества теплоты необходимого для нагрева воздуха в теплице до необходимой температуры (Qa, Дж) и тепловых потерь теплицы (Qi, Вт) за весь период проведения эксперимента (рис. 4 на стр. 107).

Полученный график показывает плавное изменение значение Qa и Qi в течении всего периода наблюдения, связанное со снижением среднесуточной температуры воздуха в период наблюдений с сентября по декабрь и повышение этого параметра с января по февраль, когда эксперимент был завершен. Тепловые потери в ходе эксперимента и на основе данных от работы модели, не превышают возможности источника тепловой энергии, выбранного ранее, что говорит о возможности применения контейнерной теплицы в регионах с экстремально низкими температурами.


```

i=load('in.txt');           %температура в теплице - град Цельсия;
o=load('out.txt');          %температура внешняя - град Цельсия
w=load('w.txt');            %влажность воздуха в теплице - %;
cv=1.005;                   %средняя удельная теплоемкость сухого воздуха
                             %кДж/(кг*град Цельсия);
cp=1.8;                     %средняя удельная теплоемкость водяного пара
                             %кДж/(кг*град Цельсия);
c=(cv+cp*(w*0.01))/1000;    %удельная теплоемкость воздуха в теплице
                             %кДж/(кг*град Цельсия);
p=1.2056;                   %плотность воздуха в теплице - кг/м3;
V=12;                       %полезный объем теплицы - м3;
m=p*V;                      %масса воздуха - кг;
Qa=c.*m.*(i-o)*1000;         %количество теплоты необходимое для нагрева
                             %внешнего воздуха до заданного значения - Дж;
r=0.045;                    %тепловое сопротивление ограждения теплицы - Вт/м2*K
h=2.4;                      %высота теплицы - м;
l=2.65;                     %длина теплицы - м;
b=2.1;                      %ширина теплицы - м;
A=((h*b+h*l+b*l)*2);        %площадь стены+пол+потолок - м2;
Qi=r*(i-o)*A;               %изменение тепловых потерь теплицы
                             %от разности температур - Вт;

```

Рисунок 3 - Программа для определения термических характеристик теплицы

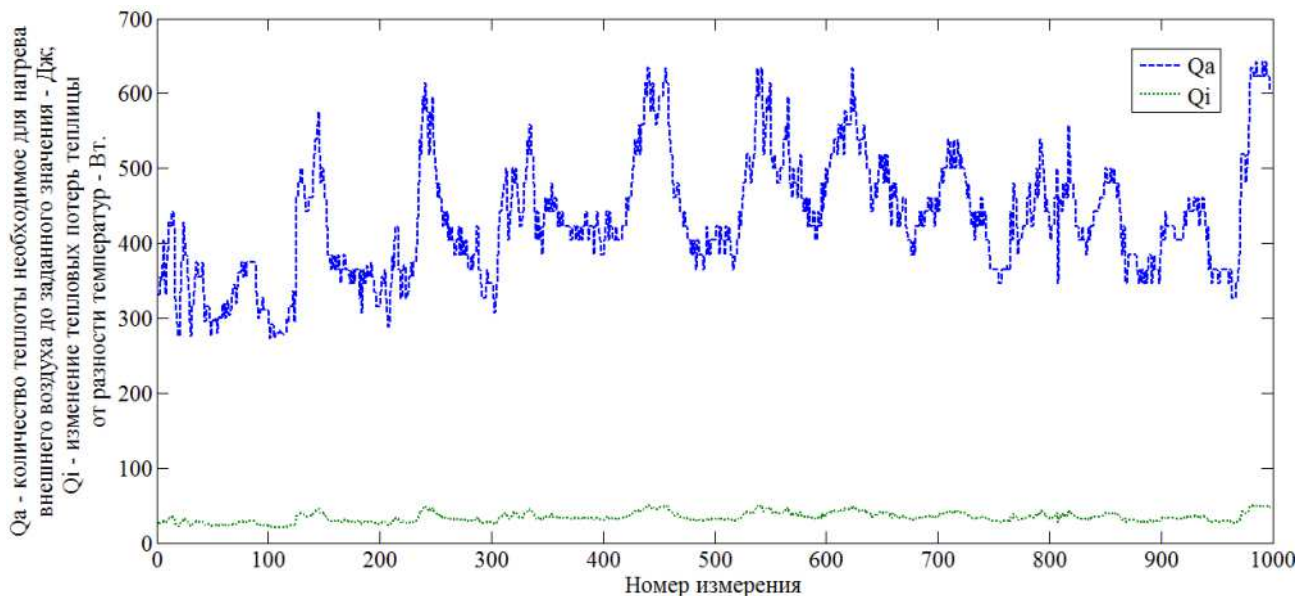


Рисунок 4 - Изменение количества теплоты необходимого для нагрева воздуха и тепловых потерь теплицы

Модель для определения термических характеристик контейнерной теплицы на данном этапе позволяет определять зависимость тепловых потерь от изменения климатических условий в месте размещения объекта проектирования. Можно прогнозировать изменение затрат энергии на выращивание при смене климатической зоны, это необходимо в связи с мобильностью рассматриваемой конструкции. Модель позволяет с высокой точностью определять затраты энергии на обогрев в течении одного периода выращивания растения, с учетом теплового режима и времени роста. На основе этих данных рассчитывается себестоимость получаемой продукции на этапе проектирования теплицы и выбора места ее размещения.

Список литературы

1. Книга Ю.А., Макеева Ю.Н. Прибор для мониторинга температуры и влажности воздуха на основе Arduino// Материалы Всероссийской научно-практической конференции для преподавателей и научных сотрудников. – Иркутск. – 2024.
2. Семенов А. Ф. Контейнерная вертикальная теплица для выращивания микрозелени// Материалы международной научно-практической конференции. – Красноярск. – 2024.
3. Семенов А. Ф. Экспериментальное определение тепловых потерь вертикальной контейнерной теплицы // Материалы международной научно-практической конференции. – Красноярск. – 2025.
4. Семенов В.Г., Крушель Е.Г. Математическая модель микроклимата теплицы\\ Известия Волгоградского государственного технического университета. – Волгоград - 2009.

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ АБИНСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Соколова Ирина Владимировна, доцент

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

e-mail: irin-sokolova@yandex.ru

Парциков Марк Дмитриевич, студент

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

e-mail: partsikov05@bk.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается влияние нефтяных загрязнений на окружающую среду, дается оценка эффективности метода электрокоагуляционной очистки сточных вод, загрязненных углеводородами нефти. Исследование показывает, что относительное количество захваченного материала в системах электрокоагуляции увеличивается, что способствует снижению содержания загрязняющих веществ до 0,5-1,0 % от первоначального уровня. Анализ реальных сточных пластовых вод демонстрирует схожесть в эффективности очистки на разных участках, несмотря на различия в уровне загрязнения. Метод зарекомендовал себя как практически эффективный для доочистки вод, включая сточные воды нефтяных месторождений Краснодарского края.

Ключевые слова: нефтяные загрязнения, метод электрокоагуляционной очистки

THE IMPACT OF OIL POLLUTION ON THE ENVIRONMENT OF THE ABIISKY DISTRICT OF THE KRASNODAR REGION

Sokolova Irina Vladimirovna, Associate Professor

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

e-mail: irin-sokolova@yandex.ru

Partsikov Mark Dmitrievich, Student

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

e-mail: partsikov05@bk.ru

Abstract. This paper examines the environmental impact of oil pollution and evaluates the effectiveness of the method of electrocoagulation treatment of waste water contaminated with petroleum hydrocarbons. The study shows that the relative amount of trapped material in electrocoagulation systems increases, which helps reduce the content of pollutants to 0.5-1.0% of the initial level. The analysis of real wastewater shows similarities in the efficiency of treatment at different sites, despite differences in the level of pollution. The method has proven to be practically effective for post-treatment of waters, including wastewater from oil fields in the Krasnodar Territory.

Keywords: oil pollution, electrocoagulation purification method

Нефтедобыча существенно влияет на окружающую среду, вызывая изменения в природных системах. Это приводит к формированию новых, техногенных экосистем, требующих тщательного изучения их воздействия на живые организмы [1].

В Краснодарском крае, где приоритетом является развитие туризма и отдыха, проблемы, связанные с нефтяным загрязнением, особенно актуальны. Наблюдается увеличение объемов нефтяных загрязнений, что при отсутствии мер по их ликвидации приводит к долгосрочному негативному воздействию на землю и воду [2].

В России отсутствуют эффективные технологии очистки сточных вод, образующихся при добыче нефти. Существующие методы либо экономически невыгодны, либо

недостаточно эффективны, поскольку при этом часто теряется ценное сырье. Поэтому целью нашей работы явилась не только оценка загрязненности нефтепродуктами территорий Абинского района, но и разработка методов очистки нефтесодержащих сточных вод для поддержания экологической устойчивости и снижения уровня загрязнения.

Задачи исследования:

- изучение существующих научных источников для ознакомления с уже имеющейся информацией по теме;
- анализ загрязнений в местах разливов нефти в Абинском районе;
- разработка методов мониторинга нефтяных загрязнений. создание экологически безопасных режимов для электрокоагуляционной очистки;
- экспериментальная проверка метода на сточных водах ООО «РН-Краснодарнефтегаз».

В процессе работы проводились мониторинг и оценка предложенных методов очистки, использовались стандартные методики и аналитические методы математического анализа, теории вероятностей, статистики и обработки информации [3, 4, 5].

Изучение потенциала использования электрокоагуляционного метода для глубокой очистки сточных пластовых вод и других водных объектов, содержащих нефть, вызывает в настоящее время большой интерес. Электрокоагуляция воды – это прогрессивное технологическое направление избавления воды от загрязнений. Суть этого метода заключается в применении электролиза, при котором растворимые электроды в электрическом поле выделяют коагулянты, превращающие мельчайшие взвешенные и коллоидные частицы в крупные хлопья. Это происходит следующим образом. При пропускании электрического тока через сточные воды в электролизере, растворимые аноды (например, из железа или алюминия) выделяют катионы металла, которые выступают в роли коагулянтов. Эти коагулянты нейтрализуют заряды мелких частиц загрязнений, заставляя их слипаться в крупные хлопья, что облегчает удаление загрязнений из воды путем последующего осаждения или флотации. При этом также обеспечивается бактерицидная обработка и нейтрализация определенных загрязнений, что делает метод эффективным для очистки стоков от масел, эмульсий и других примесей. Минус этого метода – он требует значительных затрат электроэнергии.

Данный метод очистки воды демонстрирует высокую эффективность в удалении мелкодисперсных органических загрязнений, включая мономеры, полимеры, эмульсии и продукты нефтепереработки. Он также способствует снижению цветности воды (как природной, так и сточной) и удалению избыточных фосфатов и хроматов [6]. Электрокоагуляция обеспечивает связывание органических загрязнителей, таких как ПАВ и фенол. В процессе электрохимической обработки воды достигается бактерицидный эффект.

Далее рассмотрим, методику и результаты исследования.

В период с 2015 по 2020 годы было проведено обследование участков территории в Абинском районе Краснодарского края на предмет существования нефтяных загрязнений и их воздействия на землю и воду. Визуально установлено наличие загрязненной территории. Документально установлено, что площадь загрязненных участков за последние годы увеличилась в два раза и в некоторых местах уровень нефтяных загрязнений достигает 1000 ПДК. Также была проведена комплексная оценка нефтесодержащих сточных вод резервуарного парка «Бугундырь», при этом расчет показателей загрязненности осуществлялся по методу Евдокимова-Ибрагимова. Химический лабораторный анализ сточных вод показал наличие в них большого количества минерализации. На основе этого было сделано заключение о возможности применения на данном участке что позволяет электрокоагуляционной очистки для удаления загрязнений.

Также была выполнена статистическая обработка данных: использование программного комплекса «ЭКО» дало возможность создать базу данных о загрязнениях и провести их сравнительный анализ. Результаты этого анализа высветили круг проблем, на решение которых необходимо было направить усилия по разработке стратегии ликвидации

разливов нефти. В рамках инженерно-технических изысканий, в том числе с участием ученых и студентов КубГАУ, были проведены работы по созданию реактора для коагуляционной очистки нефтезагрязненных сточных вод, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

Сравнительный анализ очистки на двух участках: результаты очистки реальных сточных пластовых вод участка 2 показывает аналогичные закономерности эффективности анодного растворения и очистки, несмотря на более высокое исходное загрязнение по сравнению с участком 1. Оценка состояния подземных вод показала, что по результатам расчета загрязненности сточных пластовых вод участка 2 по методу Евдокимова-Ибрагимова, они относятся к категории «грязных и очень грязных» с показателем ОПЗВ=12,1 ед. ПДК. После процесса очистки остаточное содержание углеводородов составляет всего 0,5–1,0 % от первоначального уровня, что указывает на высокую эффективность метода и возможность его использования на полупромышленных и промышленных масштабах.

Давая оценку эффективности электрокоагуляционного метода, можно утверждать, что в результате его применения происходит увеличение относительного количества захваченного материала в системах, что приводит к снижению концентрации загрязняющих веществ. Это подтверждает целесообразность электрокоагуляционного метода для очистки промышленных сточных вод, содержащих углеводороды нефти и острую необходимость его применения. В результате эксперимента выявились преимущества указанного метода:

- компактность установок электрокоагуляции, они занимают мало места;
- современные установки могут быть автоматизированы и требуют простого обслуживания;
- метод исключает вторичное загрязнение воды опасными реагентами, характерными для химических способов очистки.

Как показало исследование и уже было отмечено выше, указанный метод требует значительных затрат электроэнергии из-за расхода металла и преодоления электрического сопротивления. Происходит расход листового металла (анодов), что требует их периодической замены [7, 8]. Но расходы окупятся сохранением природной уникальности и экологии региона. Курортная зона Краснодарского края должна быть чистой и приносить прибыль в бюджет страны за счет расширения масштабов внутреннего туризма, а население края и гости должны пить и использовать чистую воду.

Научная новизна: впервые проведен систематический мониторинг загрязнений в Абинском районе, выявлены основные экологические угрозы от нефтяных загрязнений, указаны методы борьбы с ними.

Вывод. Электрокоагуляция может применяться для глубокой очистки сточных вод нефтяных месторождений, где присутствуют нефтепродукты, эмульсии и другие механические примеси. Использование устаревшего электрохимического метода является оправданным для доочистки сточных вод нефтедобывающих предприятий. Применение импульсного тока способствует ускорению процесса, что позволяет сократить затраты на электроэнергию и уменьшить потребление металла. Установлена связь между уровнем нефтяных загрязнений и индексом здоровья населения региона, что подчеркивает важность экологической безопасности. Подтверждена высокая экологическая опасность закачки пластовых сточных вод без предварительной очистки, что требует срочных мер по внедрению электрокоагуляционного метода.

Список литературы

1. Тугуз, Н. С. Воздействие промышленных предприятий на окружающую среду / Н. С. Тугуз, И. В. Соколова, П. О. Казьмиров, Р. Р. Антипов // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник трудов III Национальной (Всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирск, 2020. – С. 578–582.

2. Панюшкин, В. Т. Мониторинг нефтяных загрязнений территории Краснодарского края / В. Т. Панюшкин, К. А. Шохина // Материалы IX Международного семинара по магнитному резонансу (спектроскопия, томография и экология). – Ростов-на-Дону, 2018. – С. 174.
3. Соколова, И. В. Математические модели в экономике агропромышленного комплекса / И. В. Соколова. – Краснодар, КубГАУ, 2020. – 110 с.
4. Любин, В. А. Алгебра: типовые расчеты. Практикум / В. А. Любин, И. В. Соколова. – Краснодар, 2007. – 71 с.
5. Сергеев, А. Э. Прикладная математика / А. Э. Сергеев, И. В. Соколова / Методические рекомендации к выполнению заданий для магистров направления 21.04.02 «Землеустройство и кадастры». – Краснодар, КубГАУ. – 2017. 61 с.
6. Шохина, К. А. Исследование влияния нефтяных загрязнений на экосистемы Абинского района Краснодарского края и разработка технологии очистки сточных вод нефтяных месторождений: автореферат дисс... кандидата технических наук. – Ростов-на-Дону, 2011. – 24 с.
7. Дробот В. А. Новая полевая установка для динамометрирования и результаты оценки тяговых сопротивлений почвообрабатывающего рабочего органа / В. А. Дробот, Б. Ф. Тарасенко // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. № 12. – С. 10-12.
8. Дробот В. А. Новая полевая установка для инженерной оценки почвообрабатывающих рабочих органов / В. А. Дробот, Б. Ф. Тарасенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 91. – С. 712-720.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Соколова Ирина Владимировна, доцент

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

e-mail: irin-sokolova@yandex.ru

Ермолин Владимир Вадимович, студент

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

e-mail: ermolinvladimir23@gmail.com

Аннотация. В статье проанализированы ключевые проблемы, с которыми сталкивается агропромышленный комплекс Российской Федерации и сельскохозяйственная отрасль в целом. Высокий износ сельскохозяйственной техники, слабое развитие энергетической инфраструктуры в сельской местности, дефицит квалифицированных кадров, низкий уровень внедрения ресурсосберегающих и других не менее важных технологий, – все это насущные вопросы АПК РФ. Особое внимание уделено проблемам электрификации, связанным с обеспечением надежного энергоснабжения и внедрением возобновляемых источников энергии. Предложены возможные пути решения обозначенных проблем, такие как развитие государственно-частного партнерства, стимулирование отечественного машиностроения, модернизация образовательных программ и создание интегрированных систем энергообеспечения на основе возобновляемых источников.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, механизация, электрификация, износ техники, точное земледелие, возобновляемые источники энергии, цифровизация, кадровый дефицит

CURRENT PROBLEMS OF MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Sokolova Irina Vladimirovna, Associate Professor

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

e-mail: irin-sokolova@yandex.ru

Ermolin Vladimir Vadimovich, Student

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

e-mail: ermolinvladimir23@gmail.com

Abstract. This article analyzes the key challenges facing the Russian agro-industrial complex and the agricultural sector as a whole. High levels of wear and tear on agricultural machinery, underdeveloped energy infrastructure in rural areas, a shortage of qualified personnel, and the low adoption of resource-saving and other equally important technologies are all pressing issues facing the Russian agro-industrial complex. Particular attention is paid to electrification issues related to ensuring a reliable power supply and the introduction of renewable energy sources. Possible solutions to these challenges are proposed, including developing public-private partnerships, stimulating domestic mechanical engineering, modernizing educational programs, and creating integrated energy supply systems based on renewable energy sources.

Keywords: agro-industrial complex, mechanization, electrification, equipment wear, precision farming, renewable energy sources, digitalization, and staff shortages.

Одним из важнейших секторов национальной экономики является агропромышленный комплекс (АПК) России, обеспечивающий продовольственную безопасность и вносящий значительный вклад в экспортный потенциал страны [1]. Однако,

чтобы обеспечить устойчивое развитие отрасли и повышение ее конкурентоспособности, надо уделить большое внимание технологическому состоянию ее базиса – уровней механизации и электрификации.

Несмотря на отдельные успехи последних лет, в данной сфере накоплен ряд системных проблем. Высокая степень физического и морального износа основных фондов, дефицит квалифицированных кадров, отставание в освоении передовых цифровых и ресурсосберегающих технологий, а также неравномерность развития энергетической инфраструктуры в сельской местности создают существенные барьеры для интенсивного роста.

Целью данного исследования является комплексный анализ актуальных проблем механизации и электрификации отечественного АПК, а также разработка концептуальных путей их решения.

Машинно-тракторное оборудование является важной составляющей для АПК любой страны. К сожалению, именно изношенная сельскохозяйственная техника остается одной из ключевых проблем в нашей стране. По данным Минсельхоза России, средний возраст тракторов в стране превышает 15 лет, а зерноуборочных комбайнов – 12 лет, при нормативном сроке службы 8–10 лет. Уровень износа по основным видам техники оценивается в 65–75% [2].

Таблица 1 – Возрастная структура парка основной сельскохозяйственной техники в России (по состоянию на 2023 г.)

Вид техники	До 5 лет, %	5–10 лет, %	Свыше 10 лет, %	Средний возраст, лет
Тракторы	15	25	60	15,2
Зерноуборочные комбайны	18	30	52	12,8
Кормоуборочные комбайны	12	22	66	14,5
Сеялки	10	20	70	16,1

Из-за несвоевременной модернизации сельхозтехники происходит повышенный расход ГСМ, рост простоев в периоды наивысшей нагрузки, потеря до 15–20% урожая из-за задержки или некачественного проведения агротехнических операций [3]. Это приводит к потерям и плохо сказывается на экономике страны и жизни населения.

Острым вопросом является нехватка высококвалифицированных специалистов таких как: оператор сельскохозяйственной техники, механизатор и сервисный инженер, способные работать на современном оборудовании. Это проблема обусловлена следующим.

- 1) Демографическими факторами: миграцией молодежи из сельской местности в города.
- 2) Социальными факторами: низкой престижностью профессии, невысоким уровнем оплаты труда по сравнению с промышленными секторами.
- 3) Образовательным разрывом: отставанием программ среднего специального и высшего образования от реальных требований производства, особенно в области цифровых и электронных систем.

Таблица 2– Сравнительный анализ потенциала ВИЭ для АПК России

Вид ВИЭ	Потенциал применения в АПК	Преимущества	Существующие барьеры
Солнечная энергетика	Энергоснабжение ферм, насосы для орошения, сушильные комплексы	Высокий потенциал в южных регионах, модульность, низкие эксплуатационные расходы	Высокая стоимость накопителей, сезонность генерации

Биоэнергетика	Переработка отходов животноводства и растениеводства в биогаз и электроэнергию	Утилизация отходов, производство удобрений, круглогодичная генерация	Высокая стоимость оборудования, сложность логистики и сырья
Ветроэнергетика	Электроснабжение в прибрежных и степных регионах	Возможность комбинирования с солнечными установками	Нестабильность генерации и высокая шумность

Технологии точного земледелия, включающие GPS-навигацию, дифференцированное внесение удобрений и СЗР, дроны для мониторинга полей и IoT-сенсоры, внедрены менее чем на 15% сельхозугодий страны, в то время как в странах-лидерах агроэкспорта (США, Бразилия, ЕС) этот показатель превышает 60–80% [4]. Основные барьеры для развития агротехнологий:

- 1) Высокая капиталоемкость внедрения.
- 2) Недостаточный уровень знаний и компетенций у сельскохозяйственных специалистов.

- 3) Слабое развитие телекоммуникационной инфраструктуры в сельских районах.

Изношенность сельских распределительных сетей достигает 60–70%. Частые перебои в подаче электроэнергии, особенно в периоды посевной и уборочной кампаний сокращают время работы предприятий. Тарифы на электроэнергию для сельхозпроизводителей остаются высокими, что снижает рентабельность производства. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) – солнечная, ветровая, биоэнергетика – обладают значительным потенциалом для децентрализованного энергообеспечения АПК. Однако их внедрение сдерживается:

- 1) Высокими первоначальными инвестициями.
- 2) Отсутствием эффективных механизмов поддержки (например, «зеленых» тарифов для сельского хозяйства).

- 3) Технической сложностью интеграции в существующие энергосистемы.

Для преодоления обозначенных вызовов необходим системный подход, объединяющий усилия государства, бизнеса и научно-образовательного сообщества.

- 1) Стимулирование обновления парка техники и развития отечественного машиностроения: расширение программ льготного лизинга и субсидирования приобретения новой, в том числе российской, техники, развитие государственно-частного партнерства (ГЧП) в создании и апробации новых моделей сельхозмашин, поддержка проектов по локализации производства наиболее востребованных и дефицитных видов техники.

- 2) Модернизация системы подготовки кадров: обновление образовательных стандартов и программ с акцентом на цифровые технологии, роботизацию и электронику, создание на базе ведущих аграрных вузов и ссузов центров компетенций, оснащенных современной техникой, развитие программ целевого обучения и повышения привлекательности сельских территорий.

- 3) Создание условий для технологического прорыва: разработка и реализация федеральной программы по стимулированию внедрения технологий точного земледелия, инвестиции в развитие цифровой инфраструктуры (широкополосный интернет, сети связи) в сельской местности, поддержка отечественных R&D-проектов в области агробототехники и AI.

- 4) Развитие энергетической инфраструктуры и ВИЭ: реализация программ модернизации сельских электрических сетей, введение специальных тарифов и субсидий на приобретение и установку оборудования ВИЭ для сельхозтоваропроизводителей, стимулирование создания гибридных энергокомплексов (солнце-ветер-дизель-накопитель) для обеспечения энергонезависимости удаленных хозяйств.

Комплексная модернизация механизации и электрификации АПК России является не просто желательным направлением развития, а императивом для обеспечения долгосрочной продовольственной безопасности и укрепления позиций страны на мировом

агропродовольственном рынке [5]. Преодоление таких системных проблем, как старение парка техники, кадровый голод, медленная цифровизация и энергодефицит, требует консолидированных усилий и последовательной государственной политики. Предложенные меры, включающие развитие ГЧП, поддержку отечественного машиностроения, глубокую реформу системы аграрного образования и активное внедрение ВИЭ, формируют основу для перехода отечественного АПК к модели интенсивного, технологически оснащенного и устойчивого развития. Дальнейшие исследования должны быть сфокусированы на разработке конкретных механизмов реализации данных предложений и оценке их экономической эффективности.

Список литературы

1. Соколова, И. В. Математические модели в экономике агропромышленного комплекса / И. В. Соколова. – Краснодар, КубГАУ, 2020. – 110 с.
2. Иванов, А. А. Перспективы цифровой трансформации АПК России / А. А. Иванов, С. В. Петрова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2023. – № 5. – С. 15-22.
3. Дробот, В. А. Ресурсосберегающие технологии основной обработки почвы / В. А. Дробот // Итоги научно-исследовательской работы за 2021 год. Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ. Отв. за выпуск А. Г. Кощев. Краснодар, 2022. С. 216-218.
4. Тарасенко, Б. Ф. Инновационные комплексы машин для эколого-мелиоративных технологий обработки почвы при возделывании зерновых-колосовых культур / Б. Ф. Тарасенко, С. В. Оськин, В. А. Дробот, В. В. Цыбулевский // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. 2018. – № 4 (36). – С. 51-59.
5. Казаков, Б. А. Инновации в сельском хозяйстве: повышение эффективности предприятия за счет внедрения нанотехнологий / Б. А. Казаков, А. С. Касьянов, И. В. Соколова // Студенческие научные работы инженерно-землеустроительного факультета. сборник статей по материалам студенческой научно-практической конференции. 2017. – С. 39-43.

АНАЛИЗ ГИБРИДНЫХ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Соловской Александр Сергеевич, кандидат технических наук, старший преподаватель
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия
e-mail: solovskoyas@mail.ru

Пуляева Ольга Юрьевна, студент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия
e-mail: pulyaeva.03@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются способы компьютерного моделирования электромагнитных полей, а именно метод линий передачи (TLM), Методы конечного объема во временной области (FVTD), метод конечного интегрирования (FIT). Обозначены перспективы использования гибридных методов компьютерного моделирования.

Ключевые слова: электромагнитное поле, электромагнитная обстановка, компьютерное моделирование, метод конечного интегрирования, FIT метод, гибридный метод

ANALYSIS OF HYBRID METHODS OF COMPUTER SIMULATION OF ELECTROMAGNETIC FIELDS

Solovskoy Alexander Sergeevich, Candidate of technical sciences, Senior Lecturer
Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia
e-mail: solovskoyas@mail.ru

Pulyaeva Olga Yurievna, student

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia
e-mail: pulyaeva.03@mail.ru

Abstract. The article discusses the methods of computer simulation of electromagnetic fields, namely the transmission line method (TLM), finite volume time domain (FVTD) methods, finite integration method (FIT). The prospects of using hybrid methods of computer modeling are outlined.

Keywords: electromagnetic field, electromagnetic environment, computer simulation, finite integration method, FIT method, hybrid method

В результате научно-технического прогресса возрастает роль негативного влияния электромагнитного излучения (ЭМИ) на биологические объекты. При этом, наряду с усложнением электромагнитной обстановки (ЭМО), связанное с внедрением новых или обновленных излучающих источников электромагнитного поля (ЭМП), развиваются и способы компьютерного моделирования для их контроля [1]. Однако, известные исследования, направленные на представление обобщенной классификации способов компьютерного моделирования, рассматривают только обобщенные способы (метод конечных элементов, метод конечных разностей во временной области) [2-3]. В связи с этим, необходимо проанализировать частные способы компьютерного моделирования ЭМП.

Метод линий передачи (TLM) использует расширенные узлы, в которых комбинации электрических и магнитных полей моделируются с помощью импульсов, распространяющихся по трехмерной сетке. В узлах сетки (точках пересечения) эти импульсы рассеиваются, что описывается с помощью матриц рассеяния (S-матриц). Требование унитарности этих матриц гарантирует сохранение энергии в системе и, как следствие, устойчивость моделирования. Доказано, что для двумерной неоднородной сетки модель

линий передачи эквивалентна схмотехнической модели, а также соответствует результатам, получаемым методом конечных разностей во временной области (FDTD) [4].

Методы конечного объема во временной области (FVTD) генерируют дискретные уравнения путем интегрирования законов Ампера и Фарадея по каждой ячейке сетки. Используются две сетки: «основная» и «двойная». Электрическое поле задается в вершинах первичной сетки, а магнитное поле – в вершинах двойственной сетки, вершинами которых являются центры первичных ячеек. В отличие от FDTD, FVTD не сохраняет электрические и магнитные заряды. FVTD является явным и, следовательно, эффективным, пока ячейки имеют достаточно одинаковый размер; в противном случае требуются очень малые временные шаги, которые снижают производительность метода. Первичная сетка может состоять из тетраэдров, что дает методу хорошие возможности для моделирования сложной геометрии. Недостатком FVTD является появление слабой неустойчивости «позднего времени» [2-3].

Для интегральных уравнений число неизвестных намного меньше, чем для дискретизации объема, таких как FDTD или метода конечных элементов (FEM) [4]. Интегральная формулировка, тем не менее, лучше подходит для больших задач благодаря методу быстрого мультиполя (FMM). Первым шагом является разделение области моделирования на блоки, каждый из которых содержит умеренное количество ячеек сетки. Поля из ячеек сетки в том же или соседнем поле вычисляются стандартным способом. Поля, создаваемые более удаленными источниками, вычисляются путем первой генерации мультипольного разложения для источников [4].

Метод локализации матрицы импеданса (IML) представляет собой процедуру матричной алгебры, которая преобразуется в основу для распределения источника, излучающего узкими пучками. Это делает матрицу метода моментов (MoM) разреженной. Этот метод может быть включен в существующие программы MoM для разрежения уже вычисленной матрицы [4].

Интегральные уравнения во временной области (TDIE) относительно новая область исследований. Первые подходы прямо дискретизировали временную форму интегрального уравнения электрического поля (EFIE) и магнитного поля (MFIE) в пространстве и времени. Ранние алгоритмы TDIE были нестабильны и требовали рассеивания для устойчивости. Однако, недавно данная проблема была преодолена для EFIE с помощью вариационной формулировки вместе со строгими методами FEM как в пространстве, так и во времени [4].

Метод конечного интегрирования (FIT) является эффективным инструментом для численного решения уравнений Максвелла. Его ключевое преимущество заключается в том, что получаемые дискретные уравнения Максвелла строго сохраняют заряд, импульс и энергию. Это обеспечивает высокую стабильность вычислений, что особенно важно для моделирования некоторых процессов, таких как нагрев, характеризующиеся длительными переходными состояниями. Метод FIT также применяется для расчета стационарных распределений электромагнитных полей. Для реализации расчетов по методам FIT и конечно-разностному во временной области (FDTD) используется схема Йи, которая задает расположение векторов компонент электромагнитного поля внутри расчетной ячейки куба Йи (рисунок 1 на стр. 120) [5].

Различные базовые методы имеют свои преимущества и ограничения. Один из способов добиться более высокой производительности, чем два использование двух отдельных методов – объединить в «гибридный метод».

Известные работы [2-4] показывают эффективность метода конечных разностей во временной области, однако использования представленного метода затруднительно в моделях со сложной геометрией. В связи с этим, известны гибридные методы, сочетающие эффективность со способностью обрабатывать сложную геометрию. Гибридные методы сочетают FDTD с методом конечного объема во временной области или метода конечных элементов во временной области. Однако, для данных методов характерна временная нестабильность.

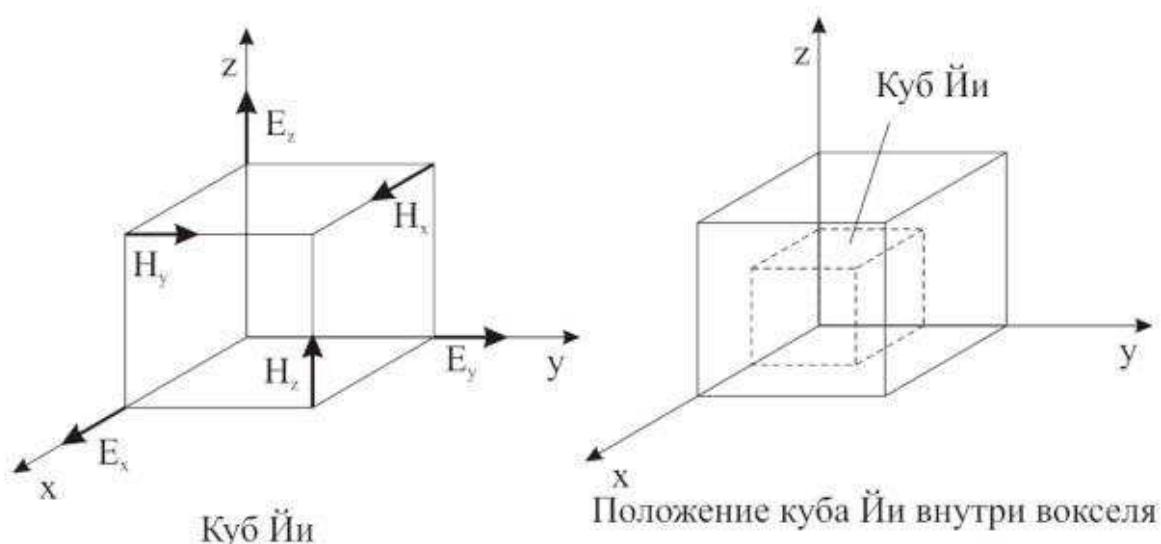


Рисунок 1 – Расположение векторов напряженностей электрического и магнитного полей на кубе Йи

Гибридные методы используют неявный решатель на неструктурированной сетке. Усовершенствованные методы TLM, FIT и гибридные FEM-FDTD обеспечивают эффективное и стабильное решение, способные обрабатывать сложную геометрию. Комбинация FEM и FDTD обладает преимуществом в облегченном соединении с сеткой и адекватностью для адаптивного уточнения сетки [4].

Таким образом, применение гибридных методов повышает эффективность моделирования и позволяет работать со сложными геометрическими объектами. Наряду с ними, для моделирования электромагнитных полей также эффективно используются метод конечных разностей во временной области (FDTD) и метод конечного интегрирования (FIT), что в совокупности позволяет охватить широкий частотный диапазон излучений.

Список литературы

1. Соловской А.С., Титов Е.В. Контроль электромагнитной обстановки с учетом количественной оценки поглощенной электромагнитной энергии // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России : Материалы III Международной научной конференции, Красноярск, 24 ноября 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 121-124.
2. Титов Е.В., Мазур Д.Р. Анализ способов компьютерного моделирования электромагнитного поля на объектах с излучающими источниками // Актуальные вопросы энергетики: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Омск, 14–15 мая 2021 года / Редколлегия: П.А. Батраков (отв. ред.) [и др.]. – Омск: Омский государственный технический университет, 2021. – С. 188-191.
3. Шарапова А.А., Кулябов Д.С. Моделирование распространения электромагнитных волн методом конечных разностей с помощью openEMS // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Математика, информатика, физика. – 2016. – № 1. – С. 32-40.
4. Harris N., Ausman L.K., McMahon J.M. and et. al. Computational electrodynamics methods // RSC Theoretical and Computational Chemistry Series. – 2011. – P. 147-178. – DOI 10.1039/9781849732680-00147.
5. Мигалев И. Е. Моделирование электромагнитного поля с помощью метода конечных разностей // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 6(69). – С. 181-183.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ БАЗ ОТДЫХА

Чебодаев Александр Валериевич, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: ale-chebodaev@yandex.ru

Ефимова Анастасия Олеговна
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: afanasevaa931@yandex.ru

Аннотация. В ходе работы, была разработана фотоэлектрическая станция, предназначенная для сезонной и круглогодичной эксплуатации туристической базы отдыха на реке Мана, Красноярского края. Установка полностью обеспечивает потребности базы в электроэнергии в весенне-осенний период и частично – в зимний. Для зимнего периода был предусмотрен дизель-генератор (ДЭГ) в качестве резервного источника питания. По результатам сравнительно-экономического анализа установлено, что себестоимость электроэнергии, вырабатываемой фотоэлектрической станцией с резервным ДЭГ, в два раза ниже, чем у дизельной электростанции «Азимут».

Ключевые слова: фотоэлектрическая станция, фотоэлектрический модуль, дизельная электростанция, дизельгенератор, выработка, потребление

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF AUTONOMOUS POWER SUPPLY SYSTEMS FOR TOURIST RECREATION CENTERS

Chebodaev Alexander Valerievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: ale-chebodaev@yandex.ru

Efimova Anastasia Olegovna
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: afanasevaa931@yandex.ru

Abstract. This work involved developing a photovoltaic power station designed for seasonal and year-round operation at a tourist recreation center on the Mana River in Krasnoyarsk Krai. The system fully meets the center's electricity needs in the spring and fall and partially in the winter. A diesel generator (DEG) was provided as a backup power source for the winter period. A comparative economic analysis revealed that the cost of electricity generated by a photovoltaic power plant with a backup diesel generator is half that of the Azimut diesel power plant.

Keywords: photovoltaic power plant, photovoltaic module, diesel power plant, diesel generator, generation, consumption

Потребность человечества в энергии постоянно растет, тогда как запасы традиционных топлив - нефти, газа и угля - ограничены. Это делает особенно актуальным использование возобновляемых источников энергии, среди которых солнечная энергия является одной из наиболее перспективных благодаря своей доступности и экологичности.

Красноярский край, богатый природными достопримечательностями и туристическими маршрутами, располагает множеством удаленных территорий, где отсутствует централизованное электроснабжение. Современные туристы, стремясь к отдыху на природе, все же нуждаются в базовых удобствах - освещении и возможности зарядки устройств. Поэтому создание автономной системы электроснабжения на основе солнечной энергии является актуальной задачей для туристических баз региона.

Для базы отдыха «Манский пилигрим» использование солнечной энергии наиболее рационально [8], учитывая: удаленность от электросетей; высокие затраты и сложности

доставки топлива для дизельных генераторов; большое количество солнечных дней в году; сезонный характер работы базы.

Климатические условия [7] центральной части Красноярского края с жарким летом, продолжительной зимой и обилием солнечного света способствуют эффективному применению фотоэлектрических установок для энергообеспечения туристических объектов.

Объектом электроснабжения является туристическая база отдыха «Манский пилигрим». База отдыха расположена на южном склоне берега реки Мана, Красноярского края. База отдыха рассчитана преимущественно на летнее время работы, в остальное время возможна работа в выходные и праздничные дни.

База отдыха состоит из:

- трех домиков на 4-6 гостей: 2 спальни, кухня. Установлены бойлер, вентиляция, электрообогреватели. В каждом домике имеется холодильник, ТВ, Wi-Fi роутер, возможность подключения своего оборудования (свободные розетки);

- 2-ух этажный гостевой дом с местами на 12-14 гостей: зона отдыха, 6 спален, с общей кухней, бойлера и вентиляции. В доме имеется большой холодильник, 2 ТВ, музыкальная аппаратура, игровая консоль, Wi-Fi роутер, возможность подключения своего оборудования (свободные розетки). Летом предусмотрено отопление от электронагревателей типа теплофон в каждой комнате, в остальное время отопление осуществляется твердотопливным котлом;

- поляна с зоной барбекю и беседкой (из электрооборудования только освещение);

- по периметру поляны деревянные настилы для установки палаток в теплое время года (из электрооборудования только освещение);

- бани на дровах (из электрооборудования внутри только освещение);

- на территории базы имеются зоны отдыха (шезлонги, гамаки, беседки), и спортивного досуга (футбольное поле, волейбольная площадка, площадка для бадминтона, столы для настольного тенниса, пневматический и лучный тир);

- в летние месяцы организуется групповой сплав на SUP-board с забросом отдыхающих на 5–10 км вверх по течению реки Мана;

- территория базы отдыха освещается в темное время суток уличным освещением.

Для определения энергопотребления базы отдыха были определены потребители электрической энергии, их количество и мощность. В основном используется бытовое электрооборудование, такое как холодильники, телевизоры, чайники, электроплита и прочее.

При расчете параметров и выбора оборудования ФЭС, задавались максимальным суточным электропотреблением [6]. Самым нагруженным месяцем для туристической базы является июль, поэтому максимальное суточное электропотребление определяли для июля.

На базе отдыха используется около 30 электроприборов различного назначения: холодильное оборудование, кухонная техника, системы освещения, бойлеры, тепловое оборудование, мультимедийные устройства и оборудование для комфорта гостей (розетки, вентиляторы, Wi-Fi и т.д.). Их суммарное потребление электроэнергии в течение года, зависит прежде всего от сезонной загруженности базы и климатических условий.

В зимний период энергопотребление определяется в основном работой холодильников, освещения, небольших бытовых приборов и бойлеров, тогда как тепловое оборудование в это время практически не используется. С мая по август нагрузка значительно возрастает за счет активной работы тепловых приборов, кухонной техники, большего количества гостей и, как следствие, повышенной работы бытовых устройств и розеточных групп.

Наибольший вклад в общий расход энергии вносят:

- бойлеры (25 и 80 л), работающие круглый год;
- кухонное оборудование (СВЧ-печи, чайники, плиты);
- сезонные тепловые приборы (теплофоны), используемые преимущественно летом;
- холодильное оборудование;
- розетки для гостей, потребление которых растет в сезон.

Годовая динамика энергопотребления

В зимние месяцы (сентябрь–апрель) нагрузка стабильна и составляет около 550–560 кВт·ч в месяц.

В летний сезон (май–август) наблюдается резкий рост расхода энергии, связанный с увеличением количества гостей и эксплуатацией теплового и кухонного оборудования. Потребление достигает в июне – 1588 кВт·ч, в июле – 1632 кВт·ч (максимум).

Таким образом, летний сезон увеличивает энергопотребление базы почти в 3 раза по сравнению с зимним периодом. Главная причина – рост интенсивности использования бытовой и кухонной техники, а также сезонные электроприборы.

Перед тем как найти общее потребление электрической энергии по месяцам, необходимо скорректировать количество электрической энергии для питания электроприборов переменного тока с учетом потерь в инверторе, полученные значения сведем в таблицу 1. В связи с тем, что основной наплыв туристов предполагается в июне и июле, максимальное месячное энергопотребление базы отдыха в июле составляет 1632 кВт·ч.

Таблица 1 – Общее потребление электрической энергии по месяцам с учетом потерь в инверторе

Показатель	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
W_m^{DC} , кВт·ч	558,2	499,5	558,2	550,8	1426	1588	1632	1300	550,8	558,2	550,8	558,2
W_m^{AC} , кВт·ч	614,1	549,5	614,1	605,9	1569	1747	1795	1431	605,9	614,1	605,9	614,1
W_{mi}^{AC} , кВт·ч	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W_m , кВт·ч	558,2	499,5	558,2	550,8	1569	1747	1795	1431	605,9	558,2	550,8	558,2

Годовая потребность туристической базы в электрической энергии составит 10982 кВт·ч, при этом максимальное суточное энергопотребление составит 57,9 кВт·ч. Средняя мощность в течение года составит 1,26 кВт, установленная мощность электрооборудования туристической базы составит 39,9 кВт, максимальная расчетная мощность 15 кВт.

Проанализировав оборудование, предоставляемое различными компаниями, остановим свой выбор на оборудовании компании «Технолайн» [1], так как инверторы компании «МикроАРТ» [5] имеют высокую стоимость и качество, но требуют много дополнительного оборудования, такого как, контроллер заряда – разряда, и прочего. Предлагаемая компанией «Хевел» [4] готовая ФЭС, имеет высокую стоимость, и имеет не оптимальные параметры для наших целей.

Оптимальным вариантом для системы энергообеспечения является инвертор SILA ULTRA 11000MHTD, который обеспечивает надежную и гибкую работу фотоэлектрической станции. Он поддерживает параллельное подключение до шести устройств, что позволяет формировать как однофазную, так и трехфазную сеть (таблица 2).

В качестве фотоэлектрических модулей рекомендуется использовать SilaSolar 580 Вт TOPCon 16BB (Bifacial). Параметры инвертора позволяют масштабировать систему, добавляя новые панели при необходимости увеличения мощности.

Расчеты выполнены для одного инвертора SILA ULTRA 11000MHTD (таблица 2). Для трехфазной сети потребуется три таких устройства, при этом не обязательно задействовать все MPPT-контроллеры на полную мощность.

Как показывают расчеты, минимально необходимое количество ФЭМ для обеспечения расчетной мощности туристической базы на реке Мана, при использовании трех гибридных инверторов SILA ULTRA 11000MHTD для построения трехфазной сети

электроснабжения, необходимо минимум 15 двухсторонних ФЭМ типа SilaSolar 580 Вт TOPCon 16BB (Bifacial) (таблица 3). При этом задействуется только один MPPT контроллер каждого инвертора, к которому подключается цепочка из пяти ФЭМ. Суммарная мощность системы ФЭМ составляет 8700/10875 Вт. При необходимости, можно легко увеличить мощность ФЭС, путем добавления дополнительных ФЭМ, по схеме (таблица 2). К каждому MPPT контроллеру можно подключить до 8 двухсторонних ФЭМ типа SilaSolar 580Вт TOPCon 16BB, таким образом общее количество ФЭМ может быть увеличено до 48 шт., а суммарная мощность составит 27 840/34 800 Вт.

После выбора типа и количества ФЭМ для ФЭС, необходимо рассчитать количество произведенной электрической энергии одним модулем мощностью 580/725Вт за сутки, расчет выполняется для каждого месяца используя продолжительность солнечного сияния по месяцам.

Количество произведенной за май месяц ФЭС, состоящей из 15 ФЭМ SilaSolar 580Вт TOPCon 16BB (Bifacial) электрической энергии. Расчеты по остальным месяцам выполним аналогично, результаты сведем в таблицу 3.

Таблица 2 - Построение системы из ФЭМ

Построение системы из ФЭМ на мощность 8300 Вт		Построение системы из ФЭМ на максимальную мощность контроллера MPPT для одного инвертора SILA ULTRA 11000MHTD	
Параметр	SilaSolar 580Вт TOPCon 16BB (Bifacial)	Параметр	SilaSolar 580Вт TOPCon 16BB (Bifacial)
Параметры ФЭМ		Параметры системы ФЭМ (расчетная максимальная мощность)	
$P_{н \text{ ФЭМ, Вт}}$	580/725	$n_{\text{пар.ФЭМ, шт}}$	1
$U_{н \text{ ФЭМ, В}}$	24	$n_{\text{пос.ФЭМ, шт}}$	500/50,9=9,82
$U_{\text{раб ФЭМ, В}}$	42,52	$n_{\text{ФЭМ, шт}}$	8 x 2
$U_{\text{хх ФЭМ, В}}$	50,90	$P_{\text{сист ФЭМ, Вт}}$	4640/5800
$I_{\text{раб ФЭМ, А}}$	13,64	$U_{\text{раб сист ФЭМ, В}}$	$8 \cdot 42,52 = \mathbf{340}$
$I_{\text{кз ФЭМ, А}}$	14,52		
Параметры системы ФЭМ (расчетная мощность 8300 Вт)			
$n_{\text{пар.ФЭМ, шт}}$	3	$U_{\text{хх сист ФЭМ, В}}$	$8 \cdot 50,9 = \mathbf{407,2}$
$n_{\text{пос.ФЭМ, шт}}$	5	$I_{\text{сист ФЭМ, А}}$	$13,64 \times 2$
$n_{\text{ФЭМ, шт}}$	15	Цена, руб	20 244
$P_{\text{сист ФЭМ, Вт}}$	8700/10875	Стоимость, руб	$16 \cdot 20\,244 = \mathbf{323\,904}$
$U_{\text{раб сист ФЭМ, В}}$	$5 \cdot 42,52 = \mathbf{212,6}$		
$U_{\text{хх сист ФЭМ, В}}$	$5 \cdot 50,9 = \mathbf{254,5}$		
$I_{\text{сист ФЭМ, А}}$	$3 \cdot 13,64 = \mathbf{40,92}$		
Цена, руб	20 244		
Стоимость, руб	$15 \cdot 20\,244 = \mathbf{303\,660}$		
Параметры MPPT контроллера в составе SILA ULTRA 11000MHTD			
$U_{\text{max ФЭМ, В}}$	500	$U_{\text{max ФЭМ, В}}$	500
$I_{\text{max ФЭМ, А}}$	150	$I_{\text{max ФЭМ, А}}$	150
$U_{\text{раб ФЭМ, В}}$	90 - 450	$U_{\text{раб ФЭМ, В}}$	90 - 450
$I_{\text{раб ФЭМ, А}}$	10 – 150	$I_{\text{раб ФЭМ, А}}$	10 – 150
		$P_{\text{max ФЭМ, Вт}}$	6000 x 2

Таблица 3 – Количество произведенной энергии ФЭС за месяц

Месяц	n_j , д	$t_{cp,j}$, ч·мес.	$T_{сол.сут.}$, ч·сут	$W_{мод.сут.}$, Вт·ч.	W_j , кВт·ч.	W_j^2 , кВт·ч.	W_m , кВт·ч.
январь	31	58	1,87	868,13	403,68	504,60	558,24
февраль	28	90	3,21	1491,43	626,40	783,00	499,52
март	31	162	5,23	2424,77	1127,52	1409,40	558,24
апрель	30	202	6,73	3124,27	1405,92	1757,40	550,80
май	31	224	7,23	3352,77	1559,04	1948,80	1569,13
июнь	30	278	9,27	4299,73	1934,88	2418,60	1747,02
июль	31	270	8,71	4041,29	1879,20	2349,00	1795,24
август	31	217	7,00	3248,00	1510,32	1887,90	1430,53
сентябрь	30	154	5,13	2381,87	1071,84	1339,80	605,88
октябрь	31	96	3,10	1436,90	668,16	835,20	558,24
ноябрь	30	49	1,63	757,87	341,04	426,30	550,80
декабрь	31	33	1,06	493,94	229,68	287,10	558,24
Год	365	1833	5,02		12757,68	15947,1	10981,88

Годовая выработка электрической энергии ФЭС за год составит 12757,68 кВт·ч при односторонней работе ФЭМ, В случае обеспечения достаточной освещенности тыльной стороны ФЭМ SilaSolar 580Вт TOPCon 16BB (Bifacial) выработка электрической энергии может составить 15947,1 кВт·ч. Выработка электроэнергии от ФЭС и энергопотребление туристической базы Манский Пилигрим в течение года представлено в виде диаграммы на рисунке 3.1.

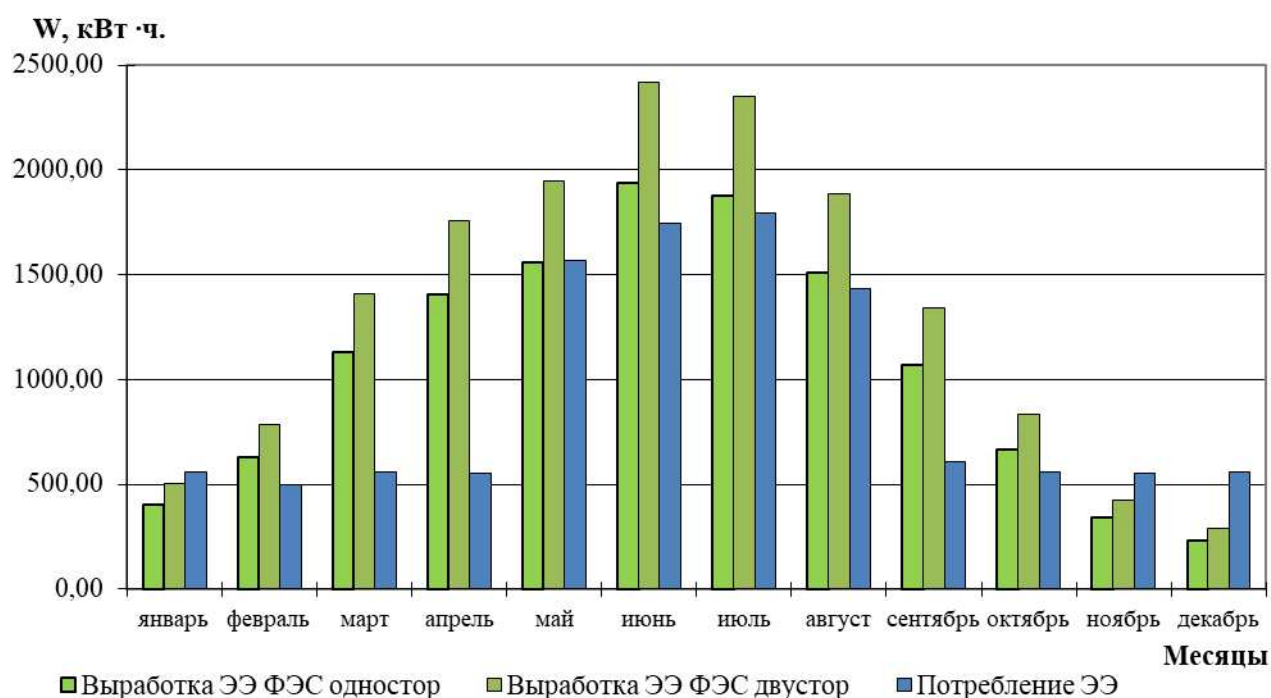


Рисунок 1 – Выработка электроэнергии от ФЭС с двусторонними ФЭМ и энергопотребление туристической базы «Манский Пилигрим» в течение года

Определено минимально необходимое количество ФЭМ для обеспечения расчетной мощности туристической базы на реке Мана, которое составляет 15 двухсторонних ФЭМ типа SilaSolar 580Вт TOPCon 16BB (Bifacial). При этом задействуется только один MPPT контроллер каждого инвертора, к которому подключается цепочка из пяти ФЭМ. Суммарная мощность системы ФЭМ составляет 8700/10875 Вт. При необходимости, можно легко

увеличить мощность ФЭС, путем добавления дополнительных ФЭМ. К каждому MPPT контроллеру можно подключить до 8 двухсторонних ФЭМ типа SilaSolar 580Вт TOPCon 16BB, таким образом, общее количество ФЭМ может быть увеличено до 48 шт., а суммарная мощность составит 27840/34800 Вт.

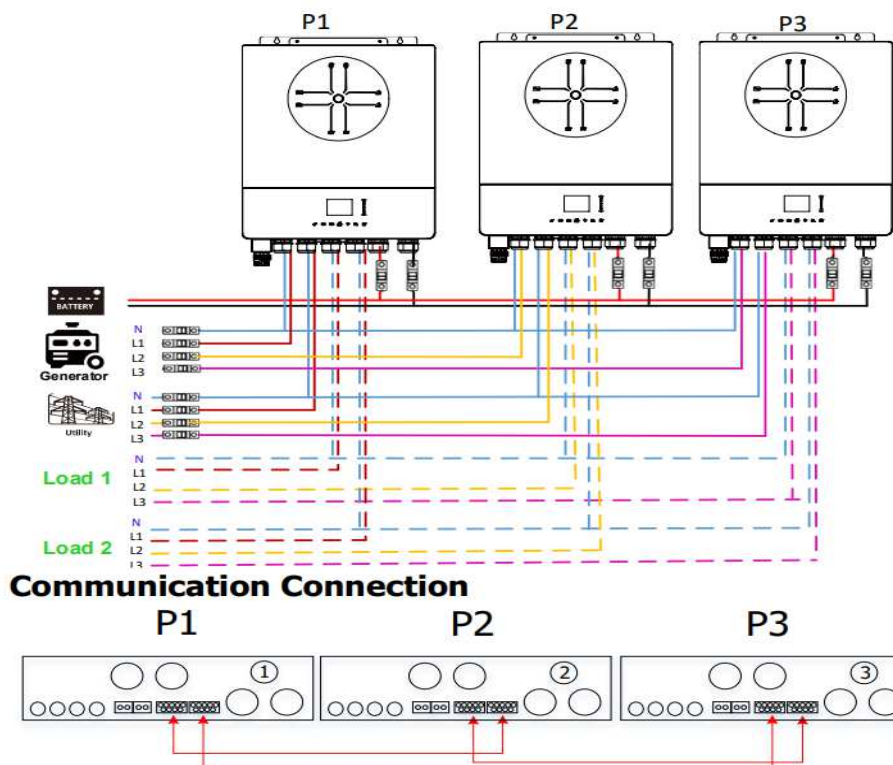


Рисунок 2 – Принципиальная схема подключения трех гибридных инверторов SILA ULTRA 11000MHTD для создания трехфазной сети 380/220В

Анализ годовой выработки ФЭС и профиля энергопотребления туристической базы показывает, что в зимний период солнечной генерации недостаточно для полного покрытия нагрузки. В этих условиях рационально использовать резервный источник – дизельный генератор TCC SDG 6000EN3A [3] мощностью 6,5 кВт. Он обеспечивает восполнение дефицита энергии в зимние месяцы и позволяет поддерживать заряд аккумуляторных батарей в периоды длительной пасмурной погоды.

Для покрытия недостающих 705 кВт·ч достаточно около 120 часов работы данного ДЭГ, что подтверждает его оптимальность и отсутствие необходимости в применении более мощной и дорогостоящей промышленной электростанции.

Вывод: Выбранное оборудование и разработанная принципиальная электрическая схема автономной ФЭС туристической базы на реке Мана, способная покрыть на 100% потребности в весенне-осенний период и частично в зимний. Схема имеет возможность увеличения мощности ФЭС в случае расширения туристической базы. Результаты расчеты выработки электрической энергии, показывают перспективность и экологичность применения автономных ФЭС, для энергообеспечения объектов, удаленных от централизованных сетей.

Список литературы

1. Ваш солнечный дом [Электронный ресурс]. – URL: <https://shop.solarhome.ru/> (дата обращения: 08.11.2025).
2. Все инструменты. Онлайн гипермаркет [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.vseinstrumenti.ru/product/dizelnaya-elektrostantsiya-ooo-pk-azimut-v-shumozaschitnom-kozhuhe-400-v-16-kvt-s-pozh-ad16s-t400-2rkm5-15833511/> (дата обращения: 08.11.2025).

3. Все инструменты. Онлайн гипермаркет [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.vseinstrumenti.ru/product/dizelnyj-generator-tss-sdg-6000eh3a-077016-1131774/> (дата обращения: 08.11.2025).
4. Группа компаний Хевел. Солнечная энергетика для бизнеса и дома [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.hevelsolar.com/catalog/network/> (дата обращения: 08.11.2025).
5. Компания «МикроАРТ» [Официальный сайт]. – URL: <https://www.invertor.ru> (дата обращения: 08.11.2025).
6. Костюченко, Л. П., Чебодаев, А. В. Проектирование систем сельского электроснабжения: учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2005. – 184 с.
7. Строим, проектируем, сопровождаем [Электронный ресурс]. – URL: <https://stroysps.ru/news/proektirovanie-bazy-otdyha-cto-nuzhno-znat> (дата обращения: 08.11.2025).
8. Чебодаев, А. В. Оценка эффективности применения сетевых фотоэлектрических станций в целях микрогенерации для окрестностей Красноярска // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 18–20 апреля 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – Т. 1. Ч. 2. – С. 240–248. – EDN LTIBQG.

ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ УНИЧТОЖЕНИЯ БОРЩЕВИКА: КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КОРЧЕВАТЕЛЯ-МУЛЬЧЕРА

Шаршембиев Жыргалбек Сабырбекович, доктор технических наук, профессор
Таласский государственный университет, Талас, Кыргызская Республика
e-mail: jyrgal.krtk@mail.ru

Абдырахманов Иманбек Асанович, кандидат технических наук, доцент
Таласский государственный университет, Талас, Кыргызская Республика
e-mail: i.abdyrahmanov@mail.ru

Сурапов Анаркул Кудайбердиевич, кандидат технических наук, доцент
Таласский государственный университет, Талас, Кыргызская Республика
e-mail: surapov80@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема распространения борщевика – опасного инвазивного растения, представляющего угрозу экосистемам, сельскому хозяйству и здоровью человека. Проанализированы существующие способы борьбы, включая химические и агротехнические методы, показана их ограниченная эффективность. Предложен новый механический способ уничтожения борщевика с использованием запатентованного устройства – самоходного корчевателя-мульчера (Патент КР № 433 от 31.07.2025). Сущность предлагаемого решения заключается в комплексной механической обработке растения, включающей рыхление почвы в прикорневой зоне ударным инструментом, извлечение корневой системы роторной парой и последующее измельчение стеблевой массы барабанным механизмом. Такой способ обеспечивает полное удаление растения с сохранением структуры почвы и минимальным воздействием на окружающую среду. Рассмотрены конструктивные особенности устройства, принцип действия и перспективы дальнейшего совершенствования. Показаны преимущества механического способа в сравнении с химическими и ручными методами борьбы с борщевиком.

Ключевые слова: борщевик, механическое уничтожение, корчеватель-мульчер, патент, рыхление, измельчение, экологическая безопасность

AN ENGINEERING APPROACH TO HOGWEED ERADICATION: DESIGN AND OPERATING PRINCIPLE OF THE SELF-PROPELLED STUMP-PULLER-MULCHER

Sharshembiev Jyrgal Sabyrbekovich, Doctor of Technical Sciences, Professor
Talas state University, Talas, Kyrgyz Republic
E-mail: jyrgal.krtk@mail.ru

Abdyrahmanov Imanbek Asanovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Talas state University, Talas, Kyrgyz Republic
E-mail: i.abdyrahmanov@mail.ru

Surapov Anarkul Kudayberdievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Talas state University, Talas, Kyrgyz Republic
E-mail: surapov80@mail.ru

Abstract The article addresses mechanical eradication of rigid-stem and invasive vegetation, particularly *Heracleum sosnowskyi* (Sosnowsky's hogweed), in environmentally sensitive areas. Existing methods are labor-intensive and inefficient on rugged and stony terrain. A novel technical solution is proposed – a self-propelled root-extractor mulcher combining impact soil loosening, rotary root extraction, and drum shredding. The device allows comprehensive vegetation treatment without soil disturbance or chemical use. The root-extractor mulcher design is patented in Kyrgyzstan (Patent KG No. 433, 31.07.2025). Application of the device ensures complete root removal of *Heracleum sosnowskyi*, reduces labor costs, and enhances ecological safety.

Keywords: hogweed, mechanical eradication, root-puller mulcher, patent, loosening, shredding, environmental safety

1. Введение.

Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*) является одним из наиболее агрессивных инвазивных растений. Бесконтрольное распространение борщевика Сосновского представляет серьезную экологическую и социальную угрозу. Для природных экосистем это растение опасно тем, что вытесняет местные виды флоры, образуя монодоминантные заросли и резко снижая биологическое разнообразие. Массовое распространение приводит к деградации экосистем, вытеснению местных видов растений и снижению биоразнообразия. Сок растения вызывает фотохимические ожоги у человека и животных [1, 3].

Существующие методы борьбы имеют ограничения: низкая эффективность в пересеченной местности, трудоемкость, экологические риски. В связи с этим особую актуальность приобретают механические способы уничтожения борщевика, обеспечивающие точечное воздействие на растение, полное извлечение корневой системы и экологическую безопасность.

Настоящая работа посвящена описанию и обоснованию нового инженерного решения – самоходного корчевателя-мульчера, реализующего механический способ удаления борщевика и другой жесткостебельной растительности с сохранением плодородного слоя почвы. Разработанная конструкция защищена патентом Кыргызской Республики KG № 433 от 31 июля 2025 года [8].

2. Анализ существующих методов.

- Химический метод: эффективен на больших территориях, но загрязняет почву и воду [2].

- Агротехнические методы: многократное скашивание, вспашка и дискование; требуют времени и трудозатрат [2, 9].

- Механические методы. Существующие методы борьбы с борщевиком, представленные в ряде патентных решений, характеризуются механическими как механическими, так и химическими способами воздействия [4, 9,10].

Так, в патенте WO2014109655A1 [5] предложено устройство и способ уничтожения инвазивных видов борщевика. Механические методы, реализуемые с помощью различных режущих и выкапывающих агрегатов, экологически безопасны, однако требуют высокой трудоемкости, системного подхода и многолетнего повторения процедур. Только при условии регулярного проведения таких мероприятий и последующего восстановления травяного покрова достигается устойчивый эффект и предотвращается повторное зарастание территорий.

В патенте RU2297141C1 [6] описан комбинированный способ борьбы с борщевиком, включающий обработку участка гербицидами системного действия, последующее рыхление почвы с оборотом пласта и дополнительную селективную химическую обработку. Для предотвращения повторного прорастания сорняка предлагается формировать дерновый покров с использованием трав, устойчивых к примененным гербицидам. Однако подобные технологии повышают химическую нагрузку на почву и экосистему.

В патенте RU2683517C1 [7] реализован способ однократной обработки борщевика гербицидами системного действия с почвенной активностью на основе производных пиридина, бензойной и карбоновых кислот, а также сульфонилмочевины. Метод демонстрирует высокую эффективность на начальных этапах, но не обеспечивает долгосрочной элиминации сорняка при повторном семенном возобновлении.

Таким образом, анализ известных решений показывает, что существующие способы – как механические, так и химические – не обеспечивают полного и устойчивого уничтожения борщевика без риска вторичного прорастания и экологических последствий. Вывод: необходима разработка механического устройства, способного удалить растения вместе с корневой системой.

В этой связи предложен новый механический способ уничтожения стебельных растений в пересеченной местности, в том числе борщевика и устройство для его

реализации, разработанные авторами и запатентованного Кыргызпатентом (Патент КГ №433) [8]. Конструкция устройства сочетает режуще-корчевательный и мульчирующий узлы, что позволяет одновременно подрезать и извлекать корневую систему борщевика, измельчать стеблевую массу и распределять полученный растительный материал в качестве мульчи по поверхности почвы

3. Сущность предлагаемого механического метода.

Метод сочетает три технологические операции:

1. Импульсное рыхление почвы прикорневой зоны.
2. Выдергивание стеблей с корнем с помощью роторного узла.
3. Измельчение растительной массы барабанными ножницами.

Преимущества метода:

- Минимальное разрушение плодородного слоя.
- Высокая эффективность на пересеченной и каменистой местности.
- Экологическая безопасность (без гербицидов).
- Автономность и маневренность работы

4. Техническое описание устройства.

Принципиальная схема компоновки корчевателя-мульчера представлена на рисунках.

На рисунке 1 представлен вид сверху принципиальной схемы компоновки корчеватель-мульчера, на рисунке 2- вид А, где показаны расположения элементов и на рисунке 3 - схема предельных положений корчеватель-мульчера.

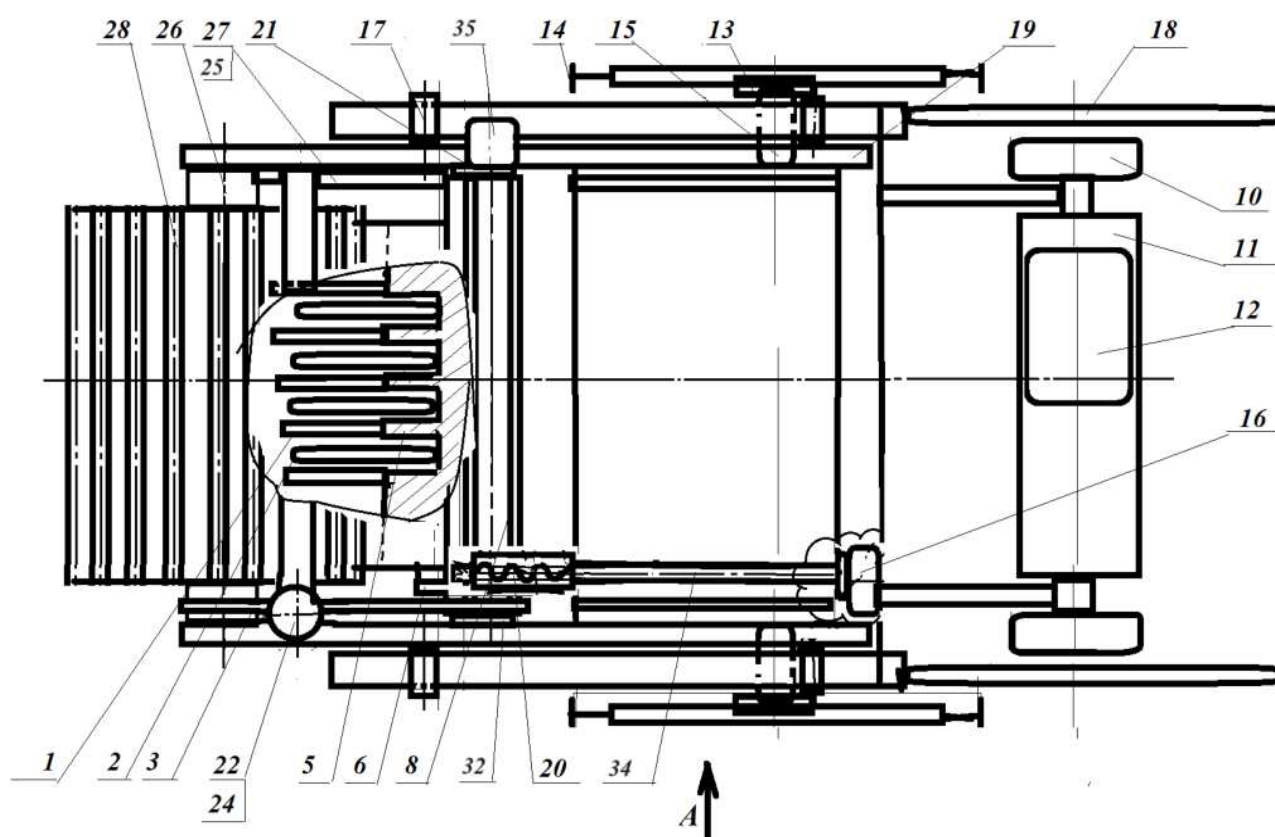


Рисунок 1 – Вид сверху принципиальной схемы компоновки корчеватель-мульчера

Рабочий орган устройства, устанавливаемый на самоходное шасси (поз. 18), включает рамный корпус суппорта (поз. 19), усиленный перемычками (поз. 25 и 27) и содержащий опорные узлы (поз. 21, 26, 31, 32), на которых смонтированы:

- барабанные ножницы (поз. 9) с быстросменными полотнами (поз. 8);
- ведомый ротор (поз. 28) с внутренним съемником (поз. 33);
- ведущий ротор (поз. 30);

- ударный механизм переменной структуры (поз. 36) с отбойными пиками (поз. 2), приводимый в движение электромотором (поз. 35), питающимся от бензинового генератора (поз. 12) через ременные передачи (поз. 3, 6 и 29).

В верхней части установлены многозаходные гайки горизонтального (поз. 20) и вертикального (поз. 23) винтовых приводов; в нижней части – стеблеподъемник (поз. 1), направляющий желоб (поз. 4), регулируемый противонож (поз. 5) и сбрасывающий желоб (поз. 7).

Быстросменное полотно 8 выполнено в виде полосы с симметричным дугообразным профилем радиуса кривизны R (в продольном сечении) и наружным диаметром D барабана (в поперечном). Такая форма обеспечивает равномерное распределение усилий резания и плотный захват растительной массы в зоне измельчения.

Самоходное шасси.

Шасси 18 представляет собой пространственную рамную конструкцию, в нижней части которой расположены ведущие колеса (поз. 14) с зубчатым венцом, вращаемые электромотором (поз. 15) через зубчатую шестерню. Ведомые колеса (поз. 10) снабжены поворотным механизмом. На платформе (поз. 11) размещен бензиновый электрогенератор (поз. 12).

Верхняя часть шасси включает направляющий узел (поз. 17) и ходовые винты (поз. 24, 34), приводимые электромоторами (поз. 22 и 16). Ведущее колесо имеет спицевую конструкцию с плоскими лаповидными наконечниками, обеспечивающими надежное сцепление на наклонных и заросших поверхностях.

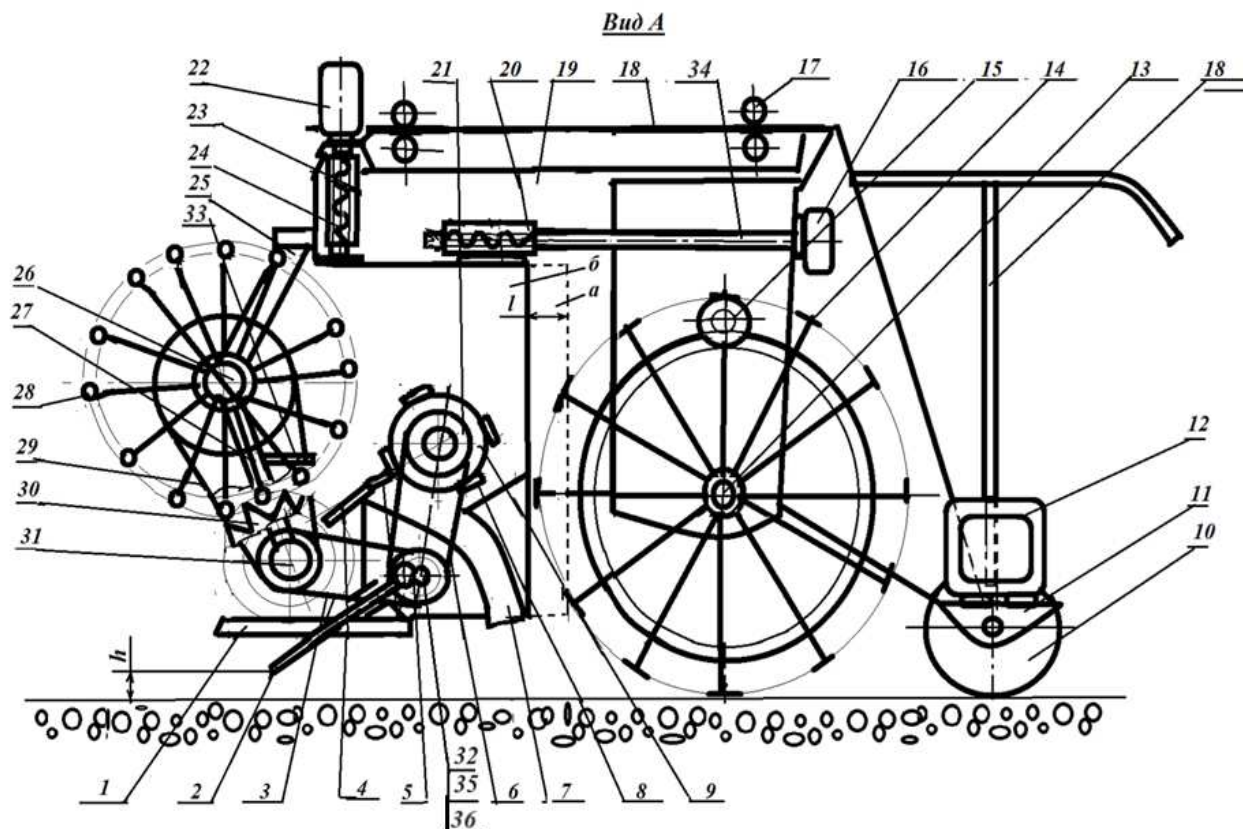


Рисунок 2 – Вид А, где показаны расположения элементов

Принцип работы.

В исходном положении (рис. 2) суппорт 19 поднят на высоту h над уровнем почвы. Перед началом работы ведущие колеса 14 фиксируются, а суппорт посредством винтового механизма (ходовой винт 24 и гайка 23, приводимая электромотором 22) опускается до касания стеблеподъемников с поверхностью грунта.

После включения электромотора 35 начинают вращаться рабочие механизмы (рис. 3). Отбойные пики 2 совершают импульсные удары, рыхля прикорневую зону стеблей. Перемещение суппорта вдоль направляющих (узлы 17) осуществляется передачей винт-гайка (ходовой винт 34, гайка 20, приводимая электромотором 16).

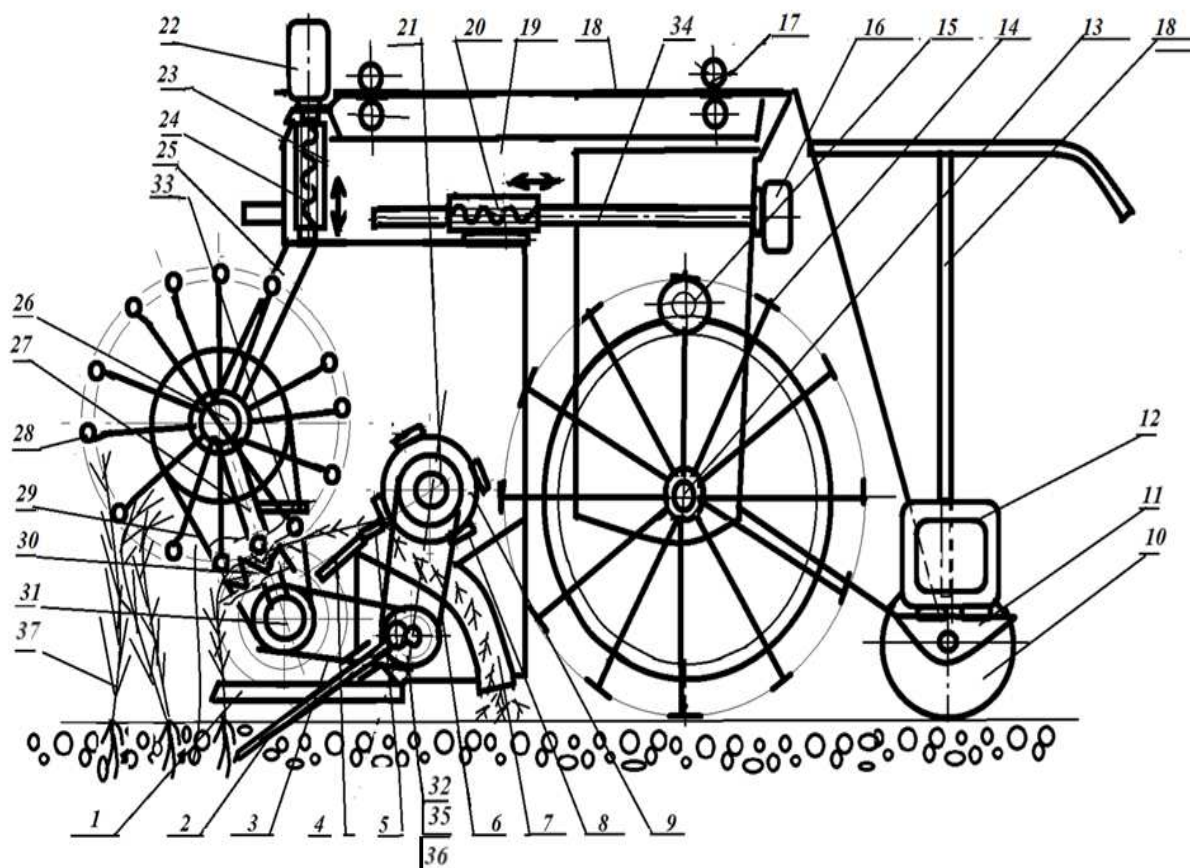


Рисунок 3 – Схема предельных положений корчеватель-мульчера

Ведомый ротор 28, выполняя роль жатки, пригибает стебли 37 и подает их к ведущему ротору 30, где растительная масса захватывается и защемляется, образуя «замок». Освобожденные корни извлекаются из почвы, снимаются внутренним съемником 33 и подаются через направляющий желоб 4 к режущему узлу, состоящему из регулируемого противножа 5 и барабанных ножиц 9 с полотнами 8. Измельченная масса выбрасывается через желоб 7 на поверхность почвы.

По завершении рабочего хода (рис. 3, положение б) каретка возвращается в исходное положение (положение а) посредством реверса хода винтового привода. Передвижение шасси осуществляется ведущими колесами 14, а поворот – ведомыми 10. Рабочий процесс может выполняться как при движении шасси при фиксированной каретке, так и при выдвигании каретки при неподвижном шасси, что позволяет адаптироваться к неровностям рельефа.

Разработанная конструкция обладает следующими преимуществами:

- автономность – питание всех электромоторов от встроенного бензогенератора;
- маневренность и устойчивость при работе на пересеченной и бугристой местности;
- ударный способ рыхления, обеспечивающий эффективное разрушение прикорневой зоны и извлечение кустарников с корневой системой без разрушения плодородного слоя;
- комбинированный цикл операций – рыхление, выдергивание, измельчение;
- высокая технологичность изготовления и простота обслуживания.

Заключение.

Предложенная конструкция самоходного корчевателя-мульчера реализует принципиально новый способ механического удаления жесткостебельной и инвазивной растительности, включая борщевик. Комплексное сочетание ударного рыхления прикорневой зоны, роторного извлечения стеблей и барабанного измельчения растительной массы обеспечивает эффективную и

экологически безопасную обработку территорий при сохранении структуры и плодородия почвы.

Применение устройства позволяет существенно повысить производительность и эффективность очистки территорий в пересеченной, бугристой и каменистой местности, где использование традиционных сельскохозяйственных орудий затруднено. Одновременное выполнение трех технологических операций – рыхления, выдергивания и измельчения – сокращает энергетические и трудовые затраты, а также исключает необходимость многократных проходов техники по одному участку.

Разработанный и запатентованный корчеватель-мульчер для стебельных растений в пересеченной местности (Патент KG № 433 от 31.07.2025) обеспечивает комплексное удаление жесткостебельной растительности с минимальным механическим воздействием на почву. Конструкция устройства отличается технологичностью, автономностью и возможностью адаптации к различным типам грунтов.

Особое значение устройство имеет для борьбы с инвазивными видами борщевика (*Heracleum sosnowskyi*) на природоохранных территориях, где применение химических методов недопустимо. Предлагаемый механический способ обеспечивает полное уничтожение растений борщевика на корню, предотвращая их повторное отрастание, при этом не нанося ущерба сопутствующим видам растительности.

Преимуществами применения разработанного способа и устройства являются:

- полное удаление растений с корневой системой без повреждения плодородного слоя;
- исключение использования гербицидов и других химических веществ;
- экологическая безопасность и возможность применения на охраняемых территориях;
- снижение трудоемкости и затрат на повторные обработки;
- снижает риск негативного влияния на человека, связанного с контактом с растением.

Перспективы дальнейших исследований связаны с совершенствованием конструктивных элементов, внедрением датчиков контроля параметров почвы и систем автоматического управления процессом удаления растительности, а также адаптация конструкции для обработки больших площадей и интеграция с интеллектуальными системами мониторинга растительного покрова.

Таким образом, представленное решение может стать основой нового класса самоходных машин для экологически безопасной очистки земель от жесткостебельной и инвазивной растительности, обеспечивая устойчивое восстановление экосистем и рациональное землепользование.

Список литературы

1. Гончарова Т. Борщевик: как выглядит, чем опасен и как с ним бороться. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.cian.ru/stati-borschevik-kak-vygljadit-chem-opasen-i-kak-s-nim-borotsja-341853/>
2. Как избавиться от борщевика на участке навсегда: 6 эффективных способов. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://realty.rbc.ru/news/6627935d9a79471d0c0d567a>
3. Лунева Н.Н. Борщевик Сосновского в Российской Федерации //Защита и карантин растений» 2014. №3.
4. Методические рекомендации по борьбе с борщевиком сосновского [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.torzhokadm.ru/tinybrowser/2022/>.
5. Патент WO2014109655A1. 2014-07-17. Паствая Я. Ч. Устройство и способ уничтожения инвазивных видов борщевика.
6. Патент RU2297141C1. 2007-04-20 Львов С.М., Шашова М.В. Метод борьбы с борщевиком.
7. Патент RU 2 683 517 C1. 2019-03-28. Егоров А. Б, Павлюченкова Л.Н. Способ уничтожения борщевика.
8. Патент KG № 433. Корчеватель-мульчер для стебельных растений в пересеченной местности. Абдырахманов И.А., Шаршембиев Ж.С.
9. Семчук Н.Н. и др. Экологические способы борьбы с инвазионным видом борщевик сосновского// Агроэкоинженерия, 2022. №4.
- 10.Шкляревская О., Якимович Е. Стратегии борьбы с борщевиком // Наука и инновации. №195 Май 2019.

СЕКЦИЯ 2. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

УДК 633.11: 633.19: 631.9

ВКЛАД СОРТА И СОРТООБРАЗЦА ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ В РОСТ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ

Байкалова Лариса Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: kos.69@mail.ru

Попов Виктор Юрьевич, аспирант
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: viktor2009krsk@list.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований урожайности зеленой массы пшеницы и тритикале, проведенных в лесостепи Красноярского края в 2023-2025 гг. Цель работы – установить вклад сорта и сортообразца яровых пшеницы и тритикале в рост урожайности зеленой массы. Урожайность зеленой массы яровых пшеницы и тритикале зависела от рода, сорта и предшественника. По паровому предшественнику вклад в рост урожайности зеленой массы был сделан сортом пшеницы Тюменская 29 – 6,8-8,8 %, Новосибирская 31 – 12,4-16,0 %, сортообразцами Эритроспермум 112/1020 – 57,5-74,6 %, Эритроспермум 217/1213 – 21-27,2 %, Эритроспермум 56/314 18,3-23,8 % к контролям Рикс и Заря Сибири соответственно. По зерновому предшественнику вклад в рост урожайности зеленой массы к контролю Заря Сибири был сделан всеми сортами пшеницы и образцами тритикале. Он составлял от 11,7 до 110,9 %.

Ключевые слова: пшеница, тритикале, сорт, сортообразец, зеленая масса

CONTRIBUTION OF SPRING WHEAT AND TRITICALE VARIETY AND CULTIVAR SAMPLE TO GROWTH GREEN MASS YIELD

Larisa Petrovna Baikalova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: kos.69@mail.ru

Viktor Yuryevich Popov, Graduate student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: viktor2009krsk@list.ru

Abstract. The results of studies of the yield of green mass of wheat and triticale conducted in the forest-steppe of the Krasnoyarsk Territory in 2023-2025 are presented. The purpose of the work is to establish the contribution of the variety and variety pattern of spring wheat and triticale to the increase in the yield of green mass. The yield of the green mass of spring wheat and triticale depended on the genus, variety and predecessor. According to the steam predecessor, the Tyumen wheat variety contributed to the increase in the yield of the green mass. 29 – 6,8-8,8 %, Novosibirsk region 31 – 12,4-16,0 %, Erythrosperrum variety samples 112/1020 – 57,5-74,6 %, Erythrosperrum 217/1213 – 21-27.2%, Erythrosperrum 56/314 18.3-23.8% to the controls of Riks and Zarya Siberia, respectively. According to the grain predecessor, all wheat varieties and triticale samples contributed to the increase in the yield of the green mass to the Zarya Siberia control. It ranged from 11.7 to 110.9%.

Keywords: yield of green mass, wheat, triticale, variety, varietal

В связи со стремительным ростом населения продовольственная проблема выдвигает новые требования к научным исследованиям. Это касается развития сельскохозяйственных наук в целом, а кормопроизводства, растениеводства и животноводства – в частности [1, 12]. Эффективность производства животноводческой продукции находится в прямой зависимости с качеством кормов. В Сибири наметился рост кормообеспеченности, однако этот рост обусловлен снижением поголовья скота [6].

Кормовые рационы животных в последнее время строятся методами математического моделирования. Многокритериальная оптимизация, или линейное программирование, формирует кормовой рацион по нескольким требованиям, в числе важнейших в котором является обеспечение животных зеленой массой. При этом учитываются почвенно-климатические особенности, технология возделывания зерновых культур, фуражная эффективность агрофитоценозов пшеницы и тритикале [4].

От структуры и функции посева как целостной системы зависит его продуктивность. Дальнейшее повышение урожаев сельскохозяйственных растений и получение экологически чистой продукции теснейшим образом связано с совершенствованием и улучшением их сортового состава. Особую актуальность приобретает изучение вклада сорта в рост урожайности зеленой массы в связи с изменением климата. Так, за 50 лет в Сибири среднегодовая температура воздуха ежегодно повышалась на $0,4^{\circ}\text{C}$, сумма осадков на 32 мм или 7,5 %. Повышение температур и осадков происходило за счет весенних и зимних месяцев: температур – в феврале, марте и апреле, осадков – в ноябре и декабре [13].

Современному ресурсосберегающему земледелию нужны сорта новых типов, способствующих получению максимально возможной высококачественной продукции в тех или иных агроэкологических условиях, при минимальных затратах энергии и материальных средств. Одним из новых и перспективных форм растений является тритикале – полиплоидный гибрид между пшеницей и рожью, который имеет ряд важнейших признаков и качеств. Особую ценность представляют кормовые сорта тритикале, обладающие высоким потенциалом биологической и хозяйственной продуктивности. Они имеют также и лучше сбалансированный белково-аминокислотный состав. Белки тритикале являются биологически полноценным источником питания, а по кормовым достоинствам превосходят другие злаки, в том числе и пшеницу [3, 8].

Высокой урожайностью тритикале характеризуются не только по зерну, но и по зеленой массе, о чем свидетельствуют научные исследования многих авторов [2, 5, 11, 14]. Актуальность создания сортов тритикале, предназначенных для использования на зеленый корм, подчеркивается тем, что продуктивность животноводства в летний период в значительной степени зависит от сбалансированности зеленого конвейера. Определенные трудности в снабжении животноводства зеленым кормом складываются в начале июля, когда срок использования озимой ржи, заканчивается, а многолетние травы косить еще рано, поскольку они не достигли максимальной урожайности и технологической спелости. Зеленая масса тритикале содержит в 1 кг 0,25 корм. ед. и около 30 г переваримого протеина. В связи с этим, по мнению А.К. Федорова использование тритикале в рационе животных повышает надой молока на 10-12 %, содержания жира в молоке на 0,29 % и привесов молодняка крупного рогатого скота на 13-15 % [15].

Яровая пшеница является ценной продовольственной и кормовой культурой. Почти половина зерна пшеницы в России используется на кормовые цели. Белка в зерне яровой пшеницы содержится 18-24 %, клейковины – 28-40 %. При этом в 1 тонне пшеницы содержится 114-116 кормовых единиц, а обменная энергия в 1 тонне зерна составляет 18,1 ГДж. Зерну пшеницы отводится особая роль в решении мировой проблемы пищевого и кормового белка [7].

Цель исследования – установить вклад сорта и сортообразца яровых пшеницы и тритикале в рост урожайности зеленой массы.

Задачи:

1. изучить урожайность зеленой массы сортов пшеницы и сортообразцов тритикале по предшественнику пар;
2. определить вклад сортов пшеницы и сортообразцов тритикале в рост урожайности зеленой массы при возделывании по зерновому предшественнику.

Методика и погодные условия. Полевые исследования проводились в лесостепной зоне Красноярского края, в УНПЦ «Борский» в 2023-2025 гг. Закладка опытов и наблюдения проведены по методикам ВНИИ кормов [10] и ГСУ [9]. В качестве предшественников брали пар и зерновые культуры. Контролями служили сорта пшеницы и тритикале. Из сортов пшеницы контролем являлся Рикс, из сортообразцов тритикале – Эритроспермум 94/1119, переданный в государственное сортоиспытание под названием Заря Сибири. Исследовали сорта пшеницы Тюменская 29 и Новосибирская 31, сортообразцы тритикале Эритроспермум 56/314, Эритроспермум 57/405, Эритроспермум 112/1020, Эритроспермум 160/217, Эритроспермум 239/220, Эритроспермум 217/1020, Эритроспермум 217/1213, Эритроспермум 250/220.

В годы проведения исследований погодные условия отличались. ГТК показывает, что 2023 год был более засушливым (ГТК= 1,00), 2024 близок к норме (ГТК 1,21), 2025 был более влажным (ГТК 1,78). По сумме осадков 2024 год превышает среднюю норму, тогда как в 2023 г. виден недостаток, а 2025 г. сильно ее превышает. При этом сумма температур в годы исследования была выше нормы. Особенно это важно с июня по август.

Результаты исследований. По паровому предшественнику достоверные прибавки урожая зеленой массы к контролю Заря Сибири показали сорта яровой пшеницы Рикс, Тюменская 29 и Новосибирская 31, сортообразцы тритикале Эритроспермум 56/314, Эритроспермум 57/405, Эритроспермум 112/1020, Эритроспермум 239/220 в 2023 и 2024 годах. В 2023 г. прибавки составляли 0,67-5,23 т/га, в 2024 г. – 2,98-9,93 т/га. В 2025 году прибавки зеленой массы были у сортообразцов тритикале Эритроспермум 56/314, Эритроспермум 57/405, Эритроспермум 112/1020, Эритроспермум 239/220, Эритроспермум 217/1213, а так же у пшеницы Новосибирская 31.

В среднем за 2023-2025 гг. при урожайности контроля Заря Сибири (Эритроспермум д. 94/1119) 8,54 т/га и урожайности контроля Рикс 11,07 т/га по некоторым сортам и образцам получены достоверные прибавки, представленные на рисунке 1.

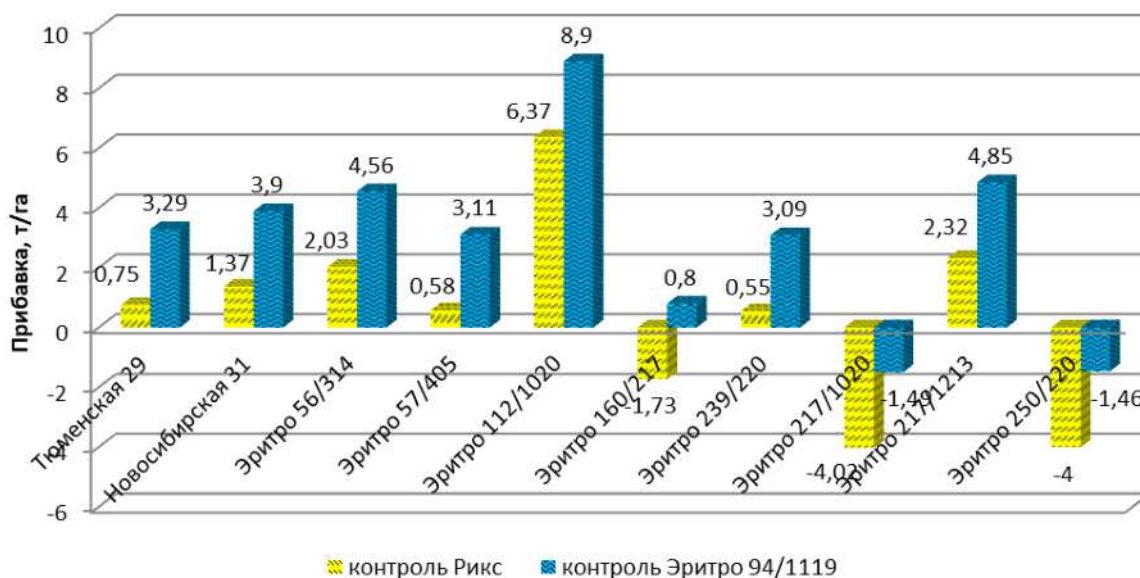


Рисунок 1 – Прибавки урожайности зеленой массы зерновых колосовых культур при возделывании по паровому предшественнику, 2023-2025 гг., т/га

НСР₀₅ А сорт 0,89 т/га

Урожайность зеленой массы зависела от погодных условий. Варьирование урожайности зеленой массы по годам было значительным, о чем свидетельствуют прибавки урожайности по годам (рис. 2).

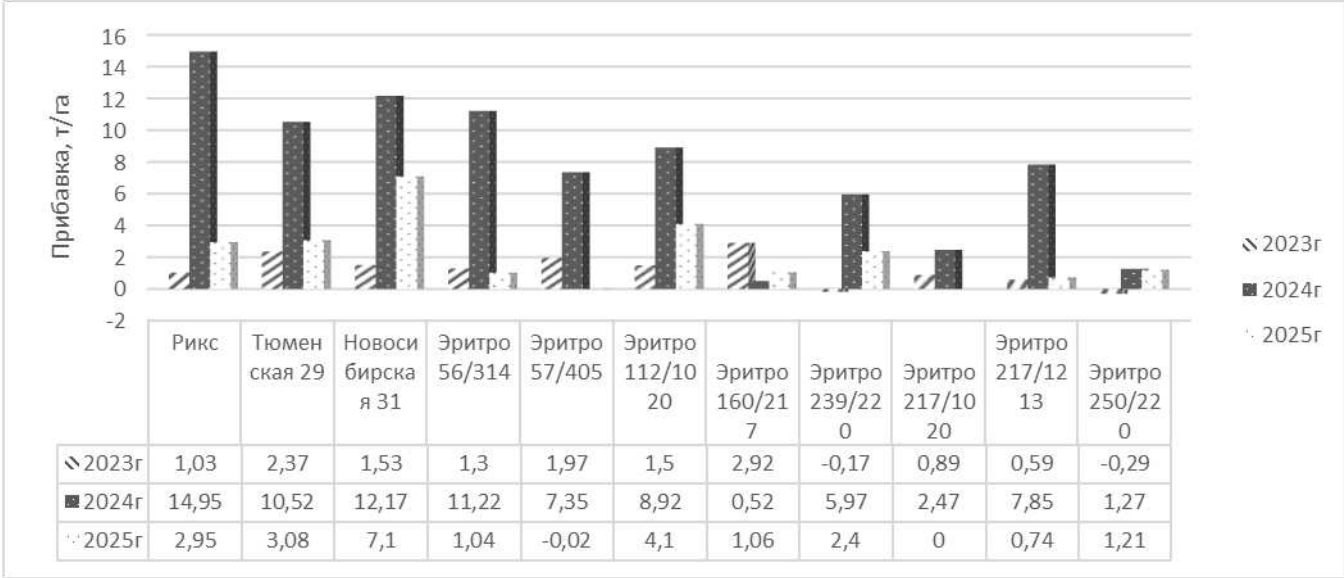


Рисунок 2 – Прибавки урожайности зеленой массы зерновых колосовых культур при возделывании по зерновому предшественнику, контроль Эритроспермум 94/1119 (Заря Сибири), т/га

НСР_{05 А} сорт 1,39 т/га; НСР_{05 Б} год 0,69 т/га; НСР_{05 А×Б} 2,4 т/га

По зерновому предшественнику прибавку урожайности зеленой массы к контролю Эритроспермум д. 94/1119 давали в 2023 году яровые пшеницы Рикс 1,03 т/га и Тюменская 29 2,37 т/га, сортообразцы тритикале Эритроспермум 56/314 1,3 т/га, Эритроспермум 57/405 1,97 т/га, Эритроспермум 112/1020 1,5 т/га, Эритроспермум 160/217 2,92 т/га, Эритроспермум 217/1020 0,89 т/га, Эритроспермум 217/1213 0,59 т/га. В 2024 г. достоверные прибавки урожайности зеленой массы к контролю Эритроспермум 94/1119 получены у всех исследуемых сортов за исключением Эритроспермум 160/217, Эритроспермум 217/1213 и Эритроспермум 250/220. В 2025 году есть прибавки урожайности у сортообразцов тритикале Эритроспермум 56/314, Эритроспермум 112/1020, Эритроспермум 160/217, Эритроспермум 239/220 и Эритроспермум 250/220, а так же у пшениц Рикс, Тюменская 29, Новосибирская 31 (рис. 2).



Рисунок 3 – Прибавки урожайности зеленой массы пшеницы и тритикале при возделывании по зерновому предшественнику, 2023-2025 гг., т/га

НСР_{05 А} сорт 1,39 т/га

На уровне контроля Рикс были лишь пшеницы сортов Тюменская 29 и Новосибирская 31. В сравнении с контролем Заря Сибири прибавки урожайности зеленой массы показали все сорта пшеницы и сортообразцы тритикале (рис. 3).

Заключение. Урожайность зеленой массы яровых пшеницы и тритикале в условиях лесостепи Красноярского края зависела от рода, сорта и предшественника.

По паровому предшественнику больший вклад в рост урожайности зеленой массы был сделан сортами пшеницы Тюменская 29, Новосибирская 31, сортообразцами Эритроспермум 112/1020, Эритроспермум 217/1213, Эритроспермум 56/314 и Эритроспермум 57/405. Тюменская 29 превышала урожайность контроля Заря Сибири на 3,28 т/га, Новосибирская 31 – на 3,9 т/га, Эритроспермум 112/1020, Эритроспермум 217/1213, Эритроспермум 56/314 и Эритроспермум 57/405 – на 8,90 т/га, 4,85 т/га, 4,56 т/га и 3,11 т/га соответственно.

При возделывании по зерновому предшественнику больший вклад в рост урожайности зеленой массы был сделан пшеницами сортов Тюменская 29 и Новосибирская 31; образцами тритикале Эритроспермум 112/1020, Эритроспермум 56/314, Эритроспермум 217/1213. Эти сорта и сортообразцы превышали контроль Зарю Сибири на 5,33 т/га или 85,1 %, 6,94 т/га или 110,9 %, 77,3 % или 4,84 т/га, 72,2 % или 4,52 т/га, 48,9 % или 3,06 т/га.

Рекомендуем вышеперечисленные сорта пшеницы и тритикале для использования на зеленую массу в сельскохозяйственном производстве.

Список литературы

1. Байкалова, Л.П. Содержание белка и клейковины в зерне яровых пшеницы и тритикале при различных технологиях возделывания / Л.П. Байкалова, В.Ю. Попов // Достижения и перспективы развития кормопроизводства в Сибири: Мат-лы регион. науч.-практ. конф., посв. 55-летию Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. – С. 19-22.
2. Брущенкова, Е.Н. Засоренность посевов озимой тритикале при различном фоне питания растений / Е.Н. Брущенкова, Л.В. Батуро, М.П. Наумова // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Мат-лы VIII междунар. науч. конф., Брянск: Брянская ГСХА, 2013. – С. 344-348.
3. Гаджимагомедова, М.Х. Сравнительный анализ продуктивности и морфобиологических особенностей пшеницы, ржи и тритикале / М.Х. Гаджимагомедова // Проблемы развития АПК региона. – 2020. – № 2 (42). – С. 37-41.
4. Евдокимова, Н.Е. Развитие методов математического моделирования кормовых рационов для животных / Н.Е. Евдокимова // Достижения и перспективы развития кормопроизводства в Сибири: Мат-лы регион. науч.-практ. конф., посв. 55-летию Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН, Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. – С. 41-43.
5. Кашеваров, Н.И. Конкурентная способность компонентов в смешанных агроценозах зернофуражных культур / Н.И. Кашеваров, Т.А. Садохина, Т.Ю. Бакшаев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2021. – Т. 51. – № 1. – С. 42–50.
6. Кашеваров, Н.И. Краткий анализ о состоянии кормопроизводства в Сибири и направлениях его развития / Н.И. Кашеваров // Достижения и перспективы развития кормопроизводства в Сибири: Мат-лы регион. науч.-практ. конф., посв. 55-летию Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. – С. 41-43.
7. Кершанская, О.И. Фотосинтетические основы продукционного процесса у пшеницы / О.И. Кершанская // Вестник региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству. – 2003. – № 3(6). – С. 65-68.
8. Ковтуненко, В.Я. Роль тритикале в повышении продуктивности кормопроизводства / В.Я. Ковтуненко, П.А. Беспалова, В.В. Панченко // Кормопроизводство. – 2019. – № 2. – С. 14–17.

9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. – М., 2019. – 329 с.
10. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса. – М.: Поздразд. операт. полиграфии ВИК, 1987. – 197 с.
11. Нецветаева, О.В. Наследственная дифференциация сортов зерновых колосовых культур по зимостойкости: специальность 03.00.15 Генетика: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Нецветаева Ольга Васильевна. – Белгород, 2005. – 158 с.
12. Садохина, Т.А. Продуктивность смешанных посевов зернофуражных культур и качество сенажа из них / Т.А. Садохина, Т.Г. Ломова, Д.Ю. Бакшаева // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 2. – С. 43–49.
13. Садохина, Т.А. Тенденции климатических изменений в лесостепной зоне Западной Сибири / Т.А. Садохина // Достижения и перспективы развития кормопроизводства в Сибири: Мат-лы регион. науч.-практ. конф., посв. 55-летию Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН, Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. – С. 98-102.
14. Шпилев, Н.С. Селекция, возделывание и использование сортов озимой гексаплоидной тритикале: специальность 06.01.05 Селекция и семеноводство: диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Шпилев Николай Серафимович. – Брянск, 2001. – 264 с.
15. Юхневская, Л.Г. Тритикале на зеленый корм / Л.Г. Юхневская, О.В. Постева // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Мат-лы VII междунар. науч. конф. Брянск: Брянская ГСХА, 2010. – С. 165-168.

ВЛИЯНИЕ ДОЗЫ БИОДЕСТРУКТОРА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Байкалова Лариса Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: kos.69@mail.ru

Самонов Алексей Олегович, магистрант

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: Ssamonovv2002@mail.ru

Вирченко Дарья Юрьевна, магистрант

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: pvirchenko-1991@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния дозы биодеструктора на урожайность яровой пшеницы. Цель исследования – изучение влияния биодеструктора Органит стерн-М в различных дозах на урожайность яровой пшеницы на удобренном и не удобренном фонах в условиях лесостепной зоны Красноярского края. Результаты показали, что оптимальная доза биодеструктора составляет 2 л/га, обеспечивающая максимальную урожайность как на не удобренном фоне (4,53 т/га), так и на удобренном (4,60 т/га). При этом прибавка урожая составила 35,6 % и 36,1 % соответственно. Совместное применение биодеструктора с минеральными удобрениями слабо усиливало положительный эффект.

Ключевые слова: биодеструктор, яровая пшеница, урожайность, доза препарата

THE EFFECT OF THE BIODESTRUCTOR DOSE ON THE YIELD OF SPRING WHEAT

Baikalova Larisa Petrovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: kos.69@mail.ru

Samonov Alexey Olegovich, Graduate students

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: Ssamonovv2002@mail.ru

Virchenko Daria Yurievna, Graduate students

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: pvirchenko-1991@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a study of the effect of the biofungicide dose on the yield of spring wheat. The aim of the study was to study the effect of the biofungicide Organit stern-M in various doses on the yield of spring wheat on fertilized and non-fertilized backgrounds in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory. The results showed that the optimal dose of biofungicide is 2 liters/ha, which ensures maximum yield on both non-fertilized (4.53 t/ha) and fertilized (4.60 t/ha) backgrounds. At the same time, the increase in yield was 35.6% and 36.1%, respectively. The combined use of a biodestructor with mineral fertilizers weakly enhanced the positive effect.

Keywords: biodestructor, spring wheat, yield, dose of the drug

Введение. Яровая пшеница – одна из ключевых зерновых культур, обеспечивающая продовольственную безопасность большинства регионов. Однако урожайность часто ограничивается несбалансированным поступлением питательных веществ из почвы. В современных условиях возрастает потребность в экологически безопасных методах защиты растений, среди которых важное место занимают биопрепараты [1, 3, 5]. Биодеструктор Органит-стерн – биологический фунгицид на основе гриба *Trichoderma asperellum*,

предназначенный для ускорения разложения пожнивных остатков, а также для обогащения почвы питательными веществами. Препарат разработан компанией «Бионоватик» и применяется в интегрированном и интенсивном земледелии. Это препараты, созданные на основе микроорганизмов или их метаболитов, не только обогащают почву питательными веществами, но и способствуют улучшению физиологических процессов в растениях, что положительно сказывается на урожайности [9].

Дозировка биодеструкторов является важным фактором, определяющим их эффективность. Недостаточные дозы могут не обеспечить защиту от патогенов, а избыточные – привести к неоправданным затратам и потенциальному нарушению экологического баланса. Исследования влияния различных доз биодеструктора на урожайность яровой пшеницы позволяют оптимизировать технологии возделывания культуры, повысить ее устойчивость к стрессовым факторам и улучшить качество зерна [4, 6].

Важный аспект применения биодеструктора – его взаимодействие с минеральным питанием растений. Удобрения не только стимулируют рост и развитие пшеницы, но и могут влиять на активность почвенных микроорганизмов-антагонистов, скорость колонизации корней биопрепаратами, выраженность защитного и ростостимулирующего эффектов [10, 12].

Поэтому изучение влияния дозы биодеструктора на урожайность яровой пшеницы на удобренном и неудобренном фоне позволяет уточнить оптимальные нормы внесения биопрепаратов в зависимости от уровня минерального питания, оценить синергетический эффект биодеструктора и удобрений, разработать экологически безопасные и экономически эффективные технологии возделывания культуры [11].

Актуальность темы обусловлена необходимостью разработки экологически безопасных и экономически эффективных методов защиты яровой пшеницы, а также оптимизации доз биодеструктора для достижения максимальной урожайности [7]. В условиях изменения климата и ужесточения требований к экологической безопасности сельскохозяйственного производства изучение данной темы приобретает особую значимость.

Условия и методы. Экспериментальная работа осуществлялась на базе опытного поля кафедры растениеводства, селекции и семеноводства Красноярского государственного аграрного университета в 2024-2025 гг. Исследования выполнялись в учебно-научном производственном центре «Борский», который располагается в Сухобузимском районе Красноярского края. Территория относится к зоне лесостепного климата. Почва опытного участка представлена выщелоченным черноземом.

Технология возделывания в опыте – зональная, общепринятая. Предшественником служили зерновые культуры. В третьей декаде после уборки зерновых культур, проведена обработка дисковым БДН – 3,0 (ширина захвата 3 метра) с одновременным внесением биодеструктора Органит стерн-М по вариантам. Контроль – без деструктора, 2 вариант – Органит стерн-М 1 литр на га, 3 вариант – Органит стерн-М 2 литра на га. На вариантах применения деструктора стерни была посеяна пшеница без удобрений и с внесением сульфата аммония NH_4SO_4 в дозе 40 кг. д. в. /га. Данное минеральное удобрение, содержащее 21 % азота и 24 % серы. Доза 40 кг д.в./га обеспечивает растения этими элементами, влияя на их рост, развитие и качество урожая.

В осенний период 2024 г. сразу после уборки предшествующей культуры вносили в почву деструктор. Осуществляли культивацию на глубину 6-8 см Агратором 4,8 в агрегате с трактором МТЗ-1221. На площадь 196,8 м² при дозе 1 литр на га расход препарата составил 20 мл, при дозе 2 литра на га – 40 мл.

Площадь каждого варианта опыта составила 196,8 м², повторность – четырехкратная. В 2025 г. посеяли яровую пшеницу сорта Новосибирская 31. Способ посева – рядовой, сеялкой ССНП – 1,6. Норма высева составила 209,8 кг/га. Минеральные удобрения в виде сульфата аммония NH_4SO_4 в дозе 40 кг. д. в./га. вносили под 3 варианта (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние биодеструктора и минеральных удобрений на урожайность яровой пшеницы, т/га

Вариант	Повторность				Средняя
	1	2	3	4	
1 .Без внесения деструктора, (контроль)	3,39	3,24	3,25	3,48	3,34
2. Органит стерн-М 1 литр/га	3,81	3,91	3,87	3,77	3,84
3. Органит стерн-М литра/га	4,49	4,55	4,53	4,55	4,53
4 .Без внесения деструктора, (контроль) + N ₄₀ (NH ₄ SO ₄)	3,41	3,37	3,39	3,35	3,38
5. Органит стерн-М 1 литр/га + N ₄₀ (NH ₄ SO ₄)	3,18	3,26	3,24	3,24	3,23
6. Органит стерн-М 2 литра/га + N ₄₀ (NH ₄ SO ₄)	4,56	4,61	4,65	4,58	4,60
НСП ₀₅ А фон удобрений					0,051
НСП ₀₅ Б доза деструктора					0,063
НСП ₀₅ А × Б					0,089

Учеты и наблюдения, расчет урожайности проводились согласно методике ГСИ [8]. Учет урожая зерна проводили прямым комбайнированием в фазу восковой – полной спелости. Уборку урожая осуществляли 5 сентября 2025 г. Учет урожайности проводили на площади 10 м² в четырехкратной повторности. Убирали комбайном NERRION 2010, ширина захвата комбайна составляет 2 метра.

Статистическая обработка результатов проведена по методике Б.А. Доспехова [2] методом однофакторного и двухфакторного дисперсионного анализов.

Цель – установить влияние дозы биофунгицида Органит стерн-М на урожайность яровой пшеницы.

Задачи:

- 1.определить вклад дозы биодеструктора в рост урожайности на удобренном и удобренном фонах;
2. рассчитать прибавки урожайности яровой пшеницы в среднем по фонам возделывания;
3. выявить целесообразность совместного применения биодеструктора и минеральных удобрений.

Температурный режим за исследуемый период был близким к норме с тенденцией к небольшому потеплению. Теплообеспеченность посевов находилась на высоком уровне, превышая норму (рис. 1).

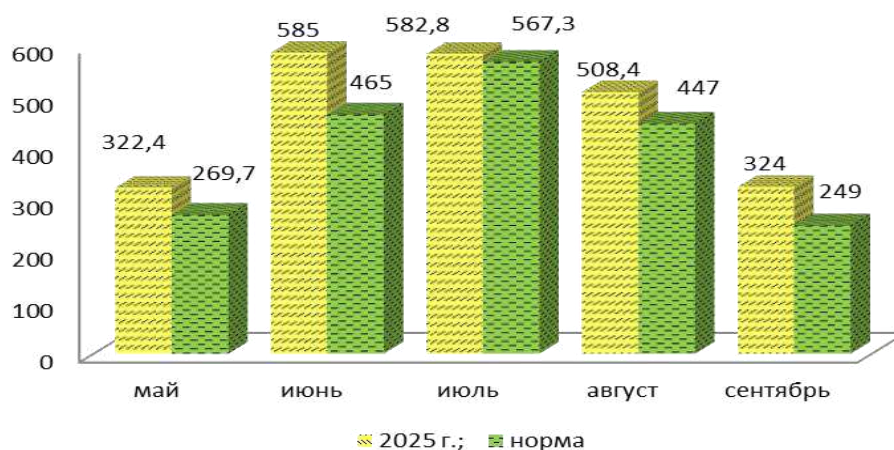


Рисунок 1 – Распределение суммы температур по месяцам вегетационных периодов в Сухобузимском районе Красноярского края, °С

Увлажнение территории в 2025 году было достаточным. В отдельные месяцы оно было избыточным. В июне количество осадков превосходило норму в 2,3 раза, в августе в 2,8 раза. Наблюдается тенденция к увеличению осадков по сравнению со средней многолетней величиной (рис. 2). Уровень увлажнения территории, как правило, подтверждается величиной гидротермического коэффициента (ГТК). По данному показателю можно достаточно верно охарактеризовать степень увлажнения за определенный период: показатель $> 1,6$ указывает на избыточный характер увлажнения, $1,4-1,6$ – достаточное увлажнение, $1,2-1,4$ – умеренное, $1,0-1,2$ – недостаточное и $< 1,0$ – характеризует засушливые условия.

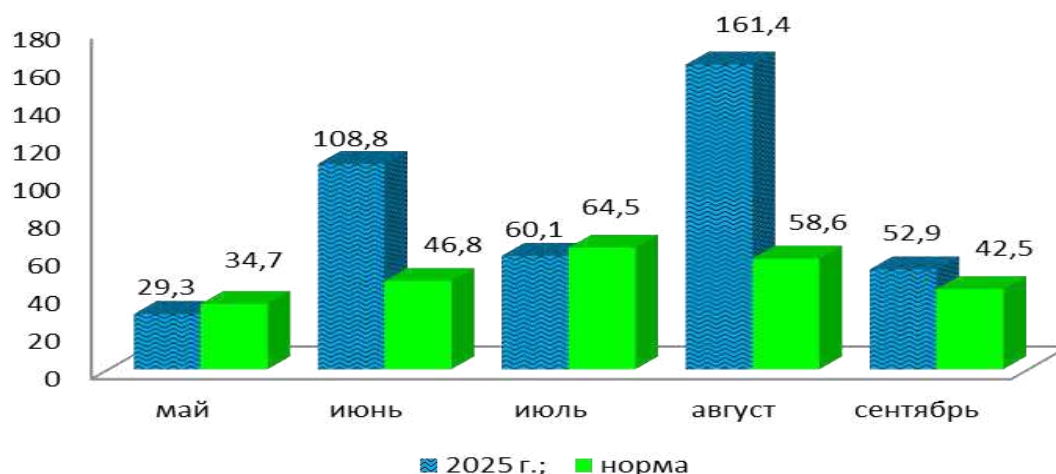


Рисунок 2 – Динамика осадков по месяцам вегетационных периодов в Сухобузимской районе Красноярского края, мм

Условия вегетации в целом были благоприятными для развития яровой пшеницы. Неравномерность распределения осадков по месяцам требует внимания при планировании агротехнических мероприятий.

Результаты и обсуждение. Эффективность биодеструктора на удобренном фоне: максимальная урожайность достигнута при норме расхода 2 л/га – 4,53 т/га, прибавка составила 1,19 т/га или 35,6 %. При дозе 1,0 л/га получена урожайность 3,84 т/га, прибавка при этой дозе была 0,5 т/га или 15 %.

Результаты на удобренном фоне N_{40} : наилучший эффект также при норме 2 л/га – 4,60 т/га, прибавка 1,22 т/га или 36,1%. При дозе 1 л/га наблюдается снижение урожайности до 3,23 т/га, что ниже контроля на 0,15 т/га. Оптимальной дозой является 2 л/га, обеспечивающая максимальную прибавку урожая как на не удобренном (4,53 т/га), так и на удобренном фоне (4,60 т/га). Средняя прибавка по всем фонам при оптимальной дозе составляет 1,21 т/га или 36 %. Доза 1 л/га на удобренном фоне показала отрицательный эффект.

Влияние минеральных удобрений было следующим: средняя урожайность на удобренном фоне составила 3,9 т/га, на удобренном фоне – 3,71. Следовательно, эффекта от применения сульфата аммония при совместном использовании с биодеструктором в 2025 г не выявлено.

Доза деструктора 2 л/га является эффективной на обоих фонах. Доза 2,5 л/га показывает снижение эффективности на обоих фонах. Доза 1 л/га остается эффективной, но уступает дозе 2 л/га в вариантах без применения удобрений. Рекомендуется применять биодеструктор в дозе 2 л/га. Совместное применение биодеструктора с удобрениями в дозе N_{40} слабо усиливает эффект.

Не рекомендуется использование дозы 1 л/га на удобренном фоне. Дозы 1 л/га не обеспечивает дополнительного прироста урожайности. Статистическая значимость результатов подтверждается значениями $НСР_{05}$, которые составляют 0,051 т/га для фона

удобрений и 0,063 т/га для дозы деструктора, что подтверждает достоверность полученных различий между вариантами.

Выводы. Установлено влияние дозы деструктора стерни на урожайность яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи. Выявлены прибавки урожайности к контролю на фоне без удобрений при дозе Органит стерн-М 2 л/га 0,69 т/га, на удобренном фоне – 1,22 т/га. Следовательно, доза деструктора 2 л/га является эффективной на обоих фонах.

Органит стерн-М переводит труднодоступные формы питательных веществ в усвояемые, что положительным образом сказывается на урожайности. Дополнительное внесение минеральных удобрений на фоне использования деструктора стерни не целесообразно, так как оно не приводит к росту урожайности зерна яровой пшеницы.

Список литературы

1. Бутковская, Л.К. Оценка урожайных свойств партий семян сортов яровой пшеницы по параметрам органов проростков в условиях Красноярской лесостепи / Л.К. Бутковская, Д.Н. Кузьмин, Г.М. Агеева // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 7. – С. 37-40.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – Изд. 6 – е, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2011. – 351 с.
3. Захарова, Н.Г. Создание биопрепаратов, перспективных для сельского хозяйства / Н.Г. Захарова, З.Ю. Сираева, И.П. Демидова, С.Р. Егоров // Ученые записки Казанского университета. Сер. Естественные науки. – 2006. – № 2. – С. 102-111.
4. Карпова, Г.А. Эффективность использования биопрепаратов на яровой пшенице / Г.А. Карпова, Е.Н. Зюзина // Зерновое хозяйство. – 2010. – № 5. – С. 16-17.
5. Кузьмина, Л.Ю. Колонизация ризосферы пшеницы штаммами *Bacillus subtilis* с различным уровнем продукции цитокининов / Л.Ю. Кузьмина, Т.Н. Арипова // Вестник Башкирского университета. – 2014. – Т. 19. – № 3. – С. 848-851.
6. Манылова, О.В. Влияние биологических фунгицидов на урожайность и развитие септориоза на посевах пшеницы / О.В. Манылова, С.В. Жаркова // International Journal of Humanities and Natural Sciences, vol.1-1 (40), 2020. – P. 142-144.
7. Манылова, О. В. Влияние биологических фунгицидов на урожайность и развитие септориоза на посевах пшеницы / О.В. Манылова, С.В. Жаркова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – Т. 11 (40). – С. 78–83.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. – М., 2019. – 329 с.
9. Микробиологические препараты 3,0: Bionovatic. Казань: Татарское кн. изд-во, 2020. – 128 с.
10. Миллер, С.С. Влияние использования биологического фунгицида на урожайность зерновых культур в Тюменской области / С.С. Миллер, Е.А. Демин, Е.В. Томилова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4 (71). – С. 64-68.
11. Harman, G.E. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. / G.E. Harman // Phytopathology. – 2006. – V. 96 (2). – P. 190-193.
12. Mastouri, F. Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings / F. Mastouri, T. Bjorkman, G. E. Harman // Phytopathology. – 2010. – V. 100 (11). – P. 1213-1221.

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ФОСФОРИТНОЙ МУКИ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФОСФАТНОЕ И КАЛИЙНОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОСЕРОЙ ПОЧВЫ

Барова Чайзат Сыдым-ооловна, аспирант

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Ульянова Ольга Алексеевна, доктор биологических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: kora64@mail.ru

Аннотация. Дана оценка влияния фосфоритной муки и минеральных удобрений на содержание валовых и подвижных форм фосфора и калия в агросерой почве при возделывании травосмесей. Доступность подвижного фосфора растениям связана с реакцией почвенного раствора. Урожайность травосмесей в вариантах с фосфоритной мукой сильно зависит от реакции почвенной среды ($r=0,97$). Количество подвижного фосфора от валового в удобренных вариантах варьировало от 8,3 % до 9,6 %. Установлена повышенная обеспеченность обменным калием в вариантах, удобренных разными дозами сульфаммофоса и высокая обеспеченность в вариантах с фосфоритной мукой.

Ключевые слова: фосфоритная мука, сульфат калия, сульфаммофос, сульфат аммония, агросерая почва, фосфор, калий

THE AFTEREFFECT OF PHOSPHOROUS FLOUR AND MINERAL FERTILIZERS ON THE PHOSPHATE AND POTASH STATE OF THE AGRO-GRAY SOIL

Barova Chaizat Sydym-oolovna, Graduate student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Ulyanova Olga Alekseevna, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: kora64@mail.ru

Abstract. An assessment of the effect of phosphorous flour and mineral fertilizers on the content of gross and mobile forms of phosphorus and potassium in the agro-gray soil during the cultivation of grass mixtures is given. The availability of mobile phosphorus to plants is related to the reaction of the soil solution. The yield of grass mixtures in variants with phosphorous flour strongly depends on the reaction of the soil medium ($r=0.97$). The amount of mobile phosphorus from the total in the fertilized variants ranged from 8.3% to 9.6%. Increased availability of exchangeable potassium has been established in variants fertilized with different doses of sulfoammophos and high availability in variants with phosphorous flour.

Keywords: phosphoric flour, potassium sulfate, sulfoammophos, ammonium sulfate, agro-gray soil, phosphorus, potassium

Введение. Фосфор играет важную роль в стимуляции роста корневой системы растений. Он является необходимым компонентом для образования и развития корневых волосков, которые отвечают за поглощение воды и питательных веществ из почвы. Более развитая корневая система растений, способная к более эффективному поглощению питательных веществ, приводит к повышению урожайности. Фосфор участвует в метаболических процессах, таких как фосфорилирование и фотосинтез, что способствует усилению эффективности последнего. Это приводит к повышению продукции фотосинтеза и в конечном итоге ведет к увеличению урожайности. По результатам агрохимического обследования полей региона известно [5], что около 30 % площади пашни земледельческой зоны Красноярского края занимают почвы с очень низким и низким содержанием

подвижного фосфора. Поэтому изучение эффективности более доступных фосфорсодержащих удобрений, таких как фосфоритная мука должно помочь решить проблему дефицита этого необходимого элемента [3]. Тем более в крае имеются большие запасы фосфатных руд, однако, отсутствует промышленное производство фосфорных удобрений. Фосфор, поступающий в почву с фосфоритной мукой, поддерживает энергетический метаболизм растений и способствует развитию корневой и надземной массы, а также укреплению иммунной системы растений [4]. Имеющиеся литературные данные убедительно свидетельствуют об эффективном положительном действии сульфоаммофоса как комплексного удобрения на агрохимические свойства разных типов почв и урожайность основных сельскохозяйственных культур. Вместе с тем исследования по изучению его влияния на агросерые почвы Красноярской лесостепи малочисленны, что и определяет актуальность дальнейших работ в этом направлении. Другим не менее важным элементом питания является калий. Калий – один из главных и незаменимых питательных элементов растений. Его содержание в растениях значительно больше, чем других питательных веществ, извлекаемых из почвы, за исключением азота. Только при достаточном его содержании в растительных клетках могут осуществляться биохимические и физиологические процессы. Калий играет весьма разнообразную роль в жизни растений: поддерживает необходимый водный режим в них, способствует образованию сахаров и накоплению их в товарной части продукции, повышает морозо- и засухоустойчивость, снижает поражаемость заболеваниями. Однако, изучается калийное состояние агропочв недостаточно, что и определило актуальность данного исследования.

Исследования были проведены в производственных посевах ООО «УОХ «Миндерлинское» в Красноярской лесостепи в севообороте: гречиха – чистый пар – травы. Объектами исследований являлись агросерая среднегумусная среднемощная легкоглинистая почва на красно-бурой глине, фосфоритная мука, сульфоаммофос, сульфат аммония, сернокислый калий, 4-х компонентная травосмесь. Исходная агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы: содержание гумуса – 3,89 %, pH_{H_2O} – 6,07, гидролитическая кислотность – 0,3-3,5, содержание подвижного фосфора и калия – 77 и 216 мг/кг, соответственно.

Схема опыта была представлена следующими вариантами: 1) контроль (без удобрений); 2) фосфоритная мука 0,5 т/га (Рфм 0,5) + сульфат аммония 100 кг д.в./га (Na100) + калий сернокислый 60 кг д.в./га (Кс60); 3) фосфоритная мука 1,0 т/га (Рфм 1) + сульфат аммония 100 кг д.в./га (Na100) + калий сернокислый 60 кг д.в./га (Кс60); 4) фосфоритная мука 1,5 т/га (Рфм 1,5) + сульфат аммония 100 кг д.в./га (Na100) + калий сернокислый 60 кг д.в./га (Кс60); 5) сульфоаммофос 30 кг д.в./га (САФ30) + Калий сернокислый 60 кг д.в./га (Кс60); 6) сульфоаммофос 40 кг д.в./га (САФ40) + Калий сернокислый 60 кг д.в./га (Кс60); 7) сульфоаммофос 50 кг д.в./га (САФ50) + Калий сернокислый 60 кг д.в./га (Кс60.). Осенью 2022 г. были внесены сернокислый калий в агросерую почву в количестве 60 кг/га и фосфоритная мука согласно схеме опыта. Весной следующего года вносили в агросерую почву сульфат аммония и сульфоаммофос в дозах, представленных в схеме опыта. Посев четырех компонентной смеси растений: пшеница сорта Новосибирская 31, ячмень сорта Биом, овес сорта Саян, горох сорта Радомир проведен 15 мая 2025 г. Метод размещения делянок на опытном поле – систематический последовательный, число повторностей – 4, общая площадь делянки – 120 м², учетная – 48 м², форма - прямоугольная. Отбор почвенных проб проводили из пахотного слоя (0-20 см), рандомизированно. Урожай учитывали методом пробного снопа. Химические и физико-химические показатели определены по [2].

Результаты и их обсуждение.

Агросерая почва характеризуется слабокислой реакцией среды, внесение в нее фосфоритной муки в количестве 0,5 т/га совместно с сульфатом аммония и сернокислым калием не изменило этот показатель (табл. 1). Увеличение дозы фосфоритной муки и применение с ней минеральных удобрений привело к ее изменению до среднекислого уровня.

Таблица 1 – Влияние фосфоритной муки и минеральных удобрений на реакцию почвенного раствора агросерой почвы, мг/кг

Вариант	X+S _x	lim	C _v , %
1.Контроль (без/удобрений)	6,07±0,05	6,01-6,17	1
2. Рфм 0,5 + Na100 + Кс60	6,03±0,54	5,03-6,87	15
3. Рфм 1,0 + Na100 + Кс60	5,88±0,12	5,64-6,02	4
4. Рфм 1,5 + Na100 + Кс60	5,65±0,35	5,05-6,26	11
5.САФ30+Кс60	5,66±0,32	5,02-5,99	10
6.САФ40+ Кс60	5,67±0,22	5,25-5,978	7
7.САФ50 +Кс60	5,50±0,59	4,31-6,10	19

Рекомендации по применению фосфоритной муки связаны с агрохимическими показателями почвы, включая pH (5,5–6,0), содержание доступного фосфора и степень насыщенности основаниями (80 – 95%) [1]. Как видно из таблицы 1, полученные нами данные согласуются с литературными. Наиболее высокая доступность фосфатов почвы и вносимых удобрений растениям обычно наблюдается при реакции среды pH=6,0-7,0, что мы и отмечаем в почве контрольного варианта, имеющую указанный pH и очень высокое содержание подвижного фосфора (табл. 2). Доступность подвижного фосфора растениям связана с реакцией почвенного раствора. Урожайность травосмесей в вариантах с фосфоритной мукой сильно зависит от реакции почвенной среды ($r=0,97$). После уборки травосмесей на силос, произошло снижение его количества по вариантам опыта до повышенного уровня обеспеченности по всем вариантам опыта при низком и среднем варьировании показателя. Это обусловлено выносом этого элемента урожаем трав.

Таблица 2 - Влияние фосфоритной муки и минеральных удобрений на содержание подвижного фосфора, мг/кг

Вариант	X+S _x	lim	C _v , %
1.Контроль (без/удобрений)	383±47	289-440	21
2. Рфм 0,5 + Na100 + Кс60	289±184	256-317	11
3. Рфм 1,0 + Na100 + Кс60	274±12	260-298	8
4. Рфм 1,5 + Na100 + Кс60	300±10	281-310	5
5.САФ30+Кс60	304±37	250-374	21
6.САФ40+ Кс60	274±15	258-304	9
7.САФ50 +Кс60	291±14	270-318	9

Валовое содержание фосфора высокое на контроле, в варианте с внесением в почву фосфоритной муки в количестве 1,5 т/га, а также при внесении сульфаммофоса в почву в количестве 30 и 50 кг д.в./га. Количество подвижного фосфора от валового максимальным было на контроле (10,9 %), в удобренных вариантах варьировало от 8,3 % до 9,6 %.

Количество валового калия почти не изменялось по вариантам опыта и варьировало в пределах 1,21-1,24 %. Однако валовое содержание калия не может служить критерием обеспеченности растений калийным питанием. Почва контрольного варианта и варианты опыта удобренные сульфаммофосом имели повышенную обеспеченность обменным калием (табл. 3). В вариантах с фосфоритной мукой отметили высокий уровень обеспеченности обменным калием. Следует отметить минимальное количество обменного калия в варианте с сульфаммофосом (САФ40), что связано с выносом урожаем трав в этом варианте. Именно в этом варианте сформировался максимальный урожай травосмеси (152 ц/га).

Таблица 3 – Влияние фосфоритной муки и минеральных удобрений на содержание обменного калия, мг/кг

Вариант	X+S _x	lim	C _v , %
1. Контроль (без удобрений)	165±23	126-206	24
2. Рфм 0,5 + Na100 + Кс60	193±27	157-245	23
3. Рфм 1,0 + Na100 + Кс60	214±17	183-243	14
4. Рфм 1,5 + Na100 + Кс60	172±21	133-204	21
5. САФ30+Кс60	167±4	161-175	4
6. САФ40+ Кс60	145±6	135-155	7
7. САФ50 +Кс60	162±15	139-189	15

Установлены средние корреляционные связи урожайности травосмесей с реакцией почвенной среды ($r=0,56$) в вариантах с сульфоаммофосом и сильные зависимости в вариантах с фосфоритной мукой ($r=0,97$). Следует отметить обнаруженную сильную связь содержания валового фосфора в почве с урожаем травосмесей ($r=0,79$). Установлена повышенная обеспеченность обменным калием в вариантах, удобренных разными дозами сульфоаммофоса и высокая обеспеченность в вариантах с фосфоритной мукой.

Список литературы

1. Бельченко, С.А. Влияние средств химизации на урожайность озимой пшеницы / С.А. Бельченко. // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2009. – № 3. – С. 44– 46.
2. Воробьева, Л.А. Теория и практика химического анализа почв/ Л.А. Воробьева М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
3. Выручек, А.А. Перспективы применение фосфоритной муки на почвах земледельческой части Красноярского края / А.А. Выручек, И. Я. Кильби, Ю.П. Танделов // Применение химических мелиорантов на кислых почвах. – Красноярск, 1982. – С. 31-35.
4. Кирпичников, Н.А. Научное обоснование применения фосфоритной муки в условиях многолетнего полевого опыта / Н.А. Кирпичников, Л.Б. Чернышкова // Плодородие. – 2017. – №5 (98). – С. 20–23.
5. Пути сохранения и повышения плодородия почв Красноярского края: науч.-практ. рекомендации / Е.В. Алхименко, Е.Н. Белоусова, О.Н. Вебер [и др.]. – Красноярск, 2020. - 48 с.

ЖИМОЛОСТЬ В МИНУСИНСКОЙ ЗОНЕ САДОВОДСТВА

Барыбкина Татьяна Михайловна

Красноярский НИИСХ

Минусинский отдел плодовых и ягодных культур, Минусинск, Россия

e-mail: barybkina@sh.krasn.ru

Аннотация. В статье представлены материалы об истории и результатах селекционной работы по жимолости в Минусинской зоне садоводства. Показан адаптационный потенциал растения в условиях резко-континентального климата Хакаско-Минусинской котловины. Выявлено, что среди дикорастущей жимолости донорами хозяйственно-полезных признаков по убывающему тренду являются жимолость Турчанинова, жимолость алтайская, жимолость камчатская; жимолость Регеля – бесперспективный вид для использования в селекционном процессе. Высокой продуктивностью отличаются сеянцы жимолости камчатской и жимолости Турчанинова. В Минусинском отделе плодовых и ягодных культур Красноярского НИИСХ созданы сорта жимолости: Минусинская синева, Минусинская юбилейная, Подарок Саян, Сибиринка, Синий бархат, Алена.

Ключевые слова: жимолость, селекция, урожайность, крупность ягод, донор хозяйственно-полезных признаков, качество ягод

HONEYSUCKLE IN THE MINUSINSK GARDENING ZONE

Barybkina Tatyana Mikhailovna

Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture,

Minusinsk Department of Fruit and Berry Crops, Minusinsk, Russia

e-mail: barybkina@sh.krasn.ru

Abstract. This article presents data on the history and results of honeysuckle breeding in the Minusinsk horticultural zone. The adaptive potential of the plant in the sharply continental climate of the Khakas-Minusinsk Basin is demonstrated. It has been revealed that among wild honeysuckles, Turchaninov's honeysuckle, Altai honeysuckle, and Kamchatka honeysuckle are donors of economically useful traits with a decreasing trend; Regel's honeysuckle is an unpromising species for use in breeding. Seedlings of Kamchatka honeysuckle and Turchaninov's honeysuckle are highly productive. The following honeysuckle varieties have been developed at the Minusinsk Department of Fruit and Berry Crops of the Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture: Minusinskaya Sineva, Minusinskaya Yubileinaya, Podarok Sayan, Sibirinka, Siny Velvet, and Alena.

Keywords: honeysuckle, selection, yield, berry size, donor of economically useful traits, berry quality

Породный состав садов Восточной Сибири до сих пор недостаточно насыщен, что ограничивает срок потребления свежих плодов и ягод. Поэтому необходимость расширения местного сортимента садовых культур очевидна. Большое внимание сибирские садоводы уделяют привлечению в сады аборигенных видов дикорастущих ягодников. Среди них - жимолость, культура зимостойкая, нетребовательная к теплу в период вегетации [4, 10]. А неприхотливость и высокая степень адаптации к неблагоприятным факторам среды делают жимолость перспективной для местностей с резко-континентальным климатом [7]. Общеизвестны лечебно-диетические свойства этой культуры. Жимолость относится к группе высоковитаминных растений (наряду с шиповником, черной смородиной, аронией) [5, 8].

Кроме того, жимолость отличается самым ранним созреванием ягод среди всех известных культурных растений сибирского сада, что позволяет открыть сезон потребления свежей продукции местного производства раньше на полторы-две недели [2].

Планомерная селекционная работа с жимолостью начата в конце сороковых годов прошлого века на Алтайской опытной станции садоводства, позже к ней приступили на Бакcharском опорном пункте северного садоводства, Павловской и Дальневосточной опытных станциях ВИР [6]. В Красноярском крае первые селекционные насаждения культуры заложены на Красноярской опытной станции плодоводства, в Хакасии в условиях степной и лесостепной зон выращиванием жимолости и ее селекцией успешно занимался И.Л. Байкалов.

На Минусинской опытной станции селекционная программа по жимолости развернута с 1981 года. Следует отметить, что в степных районах Хакаско-Минусинской котловины в природных условиях жимолость не встречается, и на первоначальном этапе решался вопрос об интродукции и изучении биологических особенностей культуры. В качестве исходного материала взяты сеянцы, выращенные из семян от свободного опыления лучших отборных форм селекции Бакcharского опорного пункта северного садоводства.

В первые годы изучения выявлено: жимолость за счет высокой экологической пластичности приспосабливается к существованию в самых разных природно-географических зонах, включая и Минусинск, отличается исключительной морозостойкостью, в весенний период цветы и молодая завязь не повреждаются утренними заморозками до $-3...-5^{\circ}\text{C}$, вступает в плодоношение на 2-3 год после посадки, урожайность наращивает медленно и только к седьмому послепосадочному году достигает оптимальной продуктивности, но затем происходит сильное загущение кроны и урожай резко снижается. Ягоды различной формы и массы, в основном, с горечью, осыпаются при ветрах, которые в минусинской зоне частые и сильные, неодновременно созревают и требуется 3-4 сбора. Болезней и вредителей в период наблюдений не обнаружено. Наиболее существенными признаками для Минусинска являются засухоустойчивость и жаровыносливость, многие сеянцы и сорта подвержены термическим ожогам листьев. Потери от ожогов и засухи достигают до 13,4% урожая, у растений возле лесополос эти показатели 18-24%. Жимолость хорошо укореняется зелеными черенками с использованием высокопористых субстратов [1, 3, 10, 11], при доращивании на месте укоренения или выкопки с посадкой в теплицу к концу второго года жизни возможно получить до 52 % саженцев первого товарного сорта.

Вегетация в условиях Минусинска начинается 17-22 апреля (ранние сроки 5-7 апреля), при среднесуточной температуре воздуха $+2...+7^{\circ}\text{C}$. Для распускания почек требуется сумма положительных температур $56-64^{\circ}\text{C}$. Период цветения 10-20 мая (ранние сроки 30 апреля - 9 мая), созревание ягод 9-13 июня (самое раннее - 25 мая). Конец листопада - 28-30 сентября, продолжительность вегетационного периода 156-162 дня. Нередко в сентябре, при продолжительной теплой погоде наблюдается вторичный рост побегов.

При дальнейшем испытании получены дополнительные сведения: кусты старше десятилетнего возраста подвержены зимнему иссушению, которое зависит не от сортовых особенностей, а от места произрастания. Наиболее усыхают ветви с южной стороны ряда, где происходит перегрев побегов сильно загущенной кроны в период оттепелей, что приводит к потере влаги. Отмечены повреждения листьев и молодых побегов зеленой жимолостной тлей, от таких повреждений на верхней стороне листа проявляются желтые хлоротичные пятна. Наблюдались единичные повреждения листьев листовёртками и гусеницами лугового мотылька, усиливается вредоносность жимолостной пальцекрылки.

Одновременно с изучением биологических особенностей проводится аналитическая селекция. Для этого в течении тридцати лет ведутся пересевы семян дикорастущей жимолости (подсекции голубых жимолостей) с отбором в нескольких последовательных поколениях лучших сеянцев с комплексом ценных свойств.

В селекционном саду изучаются 7,5 тыс. сеянцев различного происхождения. Выделены 97 отборных форм, 12 элитных образцов, сорта Минусинская синевая,

Минусинская юбилейная, Подарок Саян, Сибиринка, Синий бархат, Алена. Наиболее перспективной оказалась жимолость Турчанинова, в гибридном потомстве этого вида отобрано по комплексу ценных признаков 72 сеянца, или 5,3% общего объема выборки. Другие виды жимолости дают малоценное потомство: алтайская - выделено в отборные только 1,4% всех сеянцев, камчатская - 0,7%. Абсолютно бесперспективна в селекционной работе жимолость Регеля. Высокой продуктивностью (степень плодоношения 4-5 баллов, или выше 30 ц/га) отличается большинство сеянцев жимолости камчатской и Турчанинова (соответственно 66,3 и 54,1%), значительно меньше таких сеянцев у жимолости алтайской (не более 22%).

Сеянцев с крупными плодами (длиной более 2 см и шириной 1 см, массой 0,8-1,3г) в потомстве жимолости алтайской - 21,6%, жимолости Турчанинова - 12%, жимолости камчатской - 1,1%.

Из числа изученных 79 селекционных семей ранним сроком созревания ягод выделяются 11,6 % сеянцев-производных жимолости камчатской, 6,8% - Турчанинова, 7,8% - алтайской. Получение форм с поздним сроком созревания ягод (конец июня - начало июля) оказалось трудно решаемой задачей. Выделено только три образца с созреванием ягод в третьей декаде июня и уникальная форма 12-7-14, у которой до 60% урожая сохраняется на кусте до середины августа без потери потребительских качеств ягод.

У форм нового поколения достигнуты верхние уровни признаков: продуктивность в начале плодоношения - на второй год после посадки 0,3 кг/куста, на третий год - 0,7 кг/куста; средняя урожайность - 52,4 ц/га, максимальная - 61,5 ц/га; начало созревания ягод 2-4 июня; средняя масса ягоды - 1,2 г, максимальная - 2,0 г; вкус кисло-сладкий, без горечи, дегустационная оценка - 4,8 балла; содержание: аскорбиновой кислоты - 88 мг/100 г, сахаров - 5,24%, кислот (минимальный показатель) - 1,53%, сухих веществ - 17,46%; одновременное созревание и отсутствие осыпания ягод; окореняемость зеленых черенков - 86,9%. Таким образом, необходима дальнейшая синтетическая селекция по соединению в одном генотипе этих высших показателей наиболее значимых свойств.

Завершается третий этап сортообновления жимолости в садах минусинцев. На смену сеянцам диких видов первого поколения пришли сорта алтайской и минусинской с улучшенными продуктивностью и качеством ягод. Ежегодно ОПХ "Минусинское" выращивает 25-30 тыс. саженцев ценной ягодной культуры. А всего распространено 680 тыс. семенных и вегетативно размноженных растений жимолости.

Список литературы

1. Бопп, В. Л. Размножение жимолости зелеными черенками с использованием наночастиц биогенного ферригидрита / В. Л. Бопп // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 16, № 4(79). – С. 85-92. – DOI 10.53914/issn2071-2243_2023_4_85.
2. Бопп, В. Л. Оценка сортов жимолости на крупноплодность и одномерность ягод / В. Л. Бопп, Т. М. Барыбкина, Н. А. Мистратова // Научно-практические аспекты развития АПК: Материалы национальной научной конференции, Красноярск, 18 ноября 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 41-45.
3. Бопп, В. Л. Влияние наночастиц биогенного ферригидрита на окореняемость зеленых черенков жимолости / В. Л. Бопп // Состояние и проблемы сельскохозяйственной науки в Приенисейской Сибири: Материалы конференции с международным участием, Красноярск, 27–28 июля 2023 года. – Красноярск: Красноярский научный центр СО РАН, 2024. – С. 151-155. – DOI 10.52686/9785605087908_151.
4. Бопп, В. Л. Сортоизучение жимолости в условиях Красноярского края / В. Л. Бопп, Т. М. Барыбкина // Селекция и сортоизучение плодовых и ягодных культур: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 20–21 ноября 2024 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2025. – С. 27-35.

5. Зиновьева, И. Г. Производство продуктов диетического питания на базе плодов жимолости / И. Г. Зиновьева, Н. И. Мячикова, В. Н. Сорокопудов // Пищевая индустрия: инновационные процессы, продукты и технологии: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию Тимирязевской академии, Москва, 22–23 мая 2025 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2025. – С. 563-567.
6. Куклина, А. Г. Декоративные и плодовые виды жимолости / А. Г. Куклина, В. В. Шейко, В. Н. Сорокопудов. – Москва: РИТМ, 2025. – 256 с. – ISBN 978-5-98422-721-6.
7. Мистратова, Н. А. Агробиологическая оценка сортов жимолости в южной зоне садоводства Красноярского края / Н. А. Мистратова, А. А. Количенко, В. Л. Бопп // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2022. – № 4(69). – С. 6-14. – DOI 10.34655/bgsha.2022.69.4.001.
8. Сорокопудов, В.Н. Особенности биохимического состава съедобных плодов жимолости (*Lonicera*, *Caprifoliaceae*) в России / В. Н. Сорокопудов, А. Г. Куклина, Н. С. Цыбулько, Д. В. Лебедев // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. – 2024. – Т. 16, № 1. – С. 229-245. – DOI 10.12731/2658-6649-2024-16-1-1064.
9. Сучкова, С. А. Совершенствование технологии размножения нетрадиционных плодовых и ягодных культур в Томской области / С. А. Сучкова // Вестник Томского государственного университета. – 2007. – № 305. – С. 215-218.
10. Сучкова, С. А. Сортоизучение жимолости синей в условиях Томской области / С. А. Сучкова, Э. Г. Сенина // Состояние и перспективы развития культуры жимолости в современных условиях: Материалы международной научно-методической конференции, Мичуринск, 23 марта – 23 2009 года. – Мичуринск-наукоград РФ: ФГБНУ «ВНИИС им. И.В. Мичурина», 2009. – С. 165-168.
11. Сучкова, С. А. Жимолость синяя, смородина и калина обыкновенная в Сибири. Эффективные способы размножения / С. А. Сучкова, Т. Г. Титова. – Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2012. – 156 с. – ISBN 978-3-8484-2424-5.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В СРАВНЕНИИ С МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ ДЛЯ БИОСТИМУЛЯЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

Болдырева Леся Михайловна, кандидат технических наук, доцент

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия

e-mail: lesenka27@mail.ru

Шакун Александр Александрович, магистрант

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия

e-mail: asakun421@gmail.com

Аннотация: Традиционные методы рекультивации нефтезагрязненных земель с помощью минеральных удобрений стоят значительных финансовых и человеческих затрат, и дают лишь быстрый эффект, не способствующий улучшению почвы. Использование отходов агропромышленного комплекса повышает содержание гумуса, сохраняет почвенное плодородие, является менее затратным и более перспективным с точки зрения рационального природопользования.

Ключевые слова: инновационные биотехнологии, биостимуляция, агропромышленные отходы, фитопатоген, эффективность

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF USING AGRO-INDUSTRIAL WASTE IN COMPARISON WITH MINERAL FERTILIZERS FOR BIOSTIMULATION OF OIL-CONTAMINATED SOILS

Boldyreva Lesya Mikhailovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

e-mail: lesenka27@mail.ru

Shakun Alexander Alexandrovich, Graduate students

Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

e-mail: asakun421@gmail.com

Abstract: Traditional methods of reclamation of oil-contaminated lands using mineral fertilizers require significant financial and human resources, but they only provide a short-term effect that does not improve the soil. The use of agro-industrial waste increases the humus content, preserves soil fertility, and is less expensive and more sustainable from an environmental perspective.

Keywords: innovative biotechnology, biostimulation, agro-industrial waste, phytopathogen, efficiency

Высокая экономическая нагрузка, связанная с традиционной рекультивацией земель сельскохозяйственного назначения, обусловлена комплексом дорогостоящих технологических, биохимических и инженерно-агротехнических мероприятий, направленных на восстановление агрономических и экологических показателей деградированных почв. В традиционных подходах рекультивации предусматривается глубокое структурирование почвенного слоя, внесение минеральных и органических удобрений, корректировка гидрохимического баланса, а также дегазация и дезактивация загрязнений, что требует значительных материальных и энергетических ресурсов. Дополнительные финансовые затраты связаны с необходимостью длительного мониторинга состояния экосистемы, применением специализированного оборудования и высококвалифицированного персонала, что в совокупности повышает стоимость мероприятий и ограничивает масштабность их проведения.

Проблема утилизации отходов агропромышленного комплекса (АПК) усугубляется многообразием и объемами генерируемых биогенных и техногенных остатков, включающих растительные остатки, навоз, целлюлозно-органические материалы, а также синтетические компоненты - полиэтиленовые пленки, агрохимикаты и упаковочные материалы. Неправильное обращение с данными отходами ведет к накоплению биогенных загрязнителей и токсичных субстанций, что вызывает деградацию почвенно-экологических систем, инфильтрацию ядовитых веществ в подземные воды и нарушение биологического разнообразия. Использование большого количества химических веществ для борьбы с вредоносными насекомыми и растениями приводит к изменению химического состава почвы и загрязнению водных объектов, что влечет за собой определенные экологические последствия [3]. Кроме того, классические методы захоронения и сжигания отходов агропромышленности вызывают проблемы вторичного загрязнения и являются экономически неэффективными. Современные научные исследования акцентируют внимание на необходимости интеграции инновационных биотехнологий, таких как микробиологическая биоремедиация, компостирование с регуляторами роста растений и производства биогаза, что позволяет оптимизировать утилизационные процессы, снизить антропогенное давление и повысить экологическую безопасность агропроизводства. Комплексный подход к управлению отходами и технологиям рекультивации позволяет, снизить финансовую нагрузку и минимизировать экологические риски, тем самым обеспечивая устойчивое развитие сельскохозяйственных ландшафтов.

Для достижения поставленной цели был применен метод сравнительного эколого-экономического анализа, суть которого заключалась в комплексной оценке различных методов биостимуляции по единой системе критериев, что позволило перевести качественные экологические преимущества в количественные экономические показатели и получить объективную картину для принятия решений. При анализе почвы ключевыми параметрами служат - содержание загрязняющих веществ (в сравнении с ПДК), агрохимические свойства (рН, содержание гумуса, подвижные формы элементов), физические свойства (плотность, структура, степень эрозии) и плодородие [2].

Для обеспечения комплексного и объективного сравнения методов биостимуляции была разработана система взаимодополняющих критериев, охватывающих как непосредственную результативность, так и долгосрочные последствия их применения. Первым является экологическая эффективность, измеряемая через ключевой показатель - среднюю степень деградации нефтепродуктов за стандартный временной интервал (90-120 суток). Данный параметр, выражаемый в процентах, является показателем успешности очистки и позволяет сравнить скорость и степень воздействия различных биостимуляторов на загрязнение.

Вторым важным критерием стала экономическая целесообразность. Чтобы перевести экологические показатели в практику, был введен расчетный показатель - стоимость обработки одного гектара загрязненной территории, который был определен по формуле, учитывающей не только прямую цену материала, но и норму его внесения, а также сопутствующие операционные затраты.

Третий критерий комплексного экологического эффекта предназначен для оценки долгосрочных последствий и скрытых преимуществ или рисков каждого метода. В рамках, которого была проанализирована технология, позволяющая не только очищать, но и восстанавливать почвенное плодородие (например, за счет улучшения структуры и обогащения органикой). Кроме того, учитывался вклад метода в решение смежных экологических проблем, таких как утилизация отходов агропромышленного комплекса, а также косвенное воздействие на окружающую среду.

Таблица 1 – Сравнительная стоимость различных методов биостимуляции для условий Краснодарского края (расчет на 1 га)

Вид сорбента	Норма внесения, т/га	Стоимость 1 т, руб.	Стоимость материала на 1 га, руб.	Итоговая стоимость на 1 га, руб.
Минеральные удобрения	0.6	50000	30000	32000
Компост	20	2000	40000	42000
Солома	10	1500	15000	17000
Опилки	15	1000	10000	12000
Подсолнечная лузга	7	1000	7000	9000

Проведенный анализ показывает, что наиболее перспективными с позиции рационального природопользования оказываются технологии, основанные на использовании невостребованных агроотходов. Проведенные расчеты однозначно свидетельствуют, что применение опилок и зерновой соломы позволит снизить затраты на этапе биостимуляции на 50-70% по сравнению с минеральными аналогами, обеспечивая при этом сопоставимый уровень экологической эффективности (деградация 70-85% загрязнителей за вегетационный период). Также важно отметить, что минеральные удобрения дают быстрый эффект, но не способствуют улучшению почвы, а вот органика (компост, солома) улучшает структуру почвы, повышает содержание гумуса, тем самым сохраняя плодородие.

Несмотря на все положительные моменты, при внесении растительных остатков необходимо учитывать потенциальную опасность распространения фитопатогенов, в частности грибов рода (*Fusarium*). Данный риск требует перехода от простого внесения отходов к применению управляемых биотехнологических подходов. Одним из методов снижения рисков являются агротехнические приемы при внесении. Глубокая заделка растительных остатков в почву не предотвращает разнос спор ветром и создает условия для их быстрого разложения почвенной сапротрофной микрофлорой, которая выступает естественным конкурентом патогенов. Посев семян и заделка удобрений в почву в такой технологии производится в узкую щель, создаваемую рабочими органами сеялок. Наиболее эффективна такая технология на черноземных почвах в засушливых районах страны: Центрально-Черноземной зоны, Северного Кавказа, Поволжья Урала, Западной и Восточной Сибири [1]. Совместное внесение с легкодоступными источниками азота (например, с карбамидом) ускоряет этот процесс, стимулируя микробное сообщество активно утилизировать углеродный субстрат.

Таким образом, для Краснодарского края наиболее перспективной и экономически обоснованной стратегией является разработка и внедрение технологий биоремедиации на основе местных агропромышленных отходов - подсолнечной лузги и соломы. Минимизация фитопатологической опасности достигается грамотной подготовкой перед использованием ценных агроотходов. Такой комплекс мероприятий не только позволит снизить затраты на восстановление земель, но и заложить основу для устойчивой, замкнутой системы.

Список литературы

1. Иванов А.Л., Кулинцев В.В., Дридегер В.К., Белобров В.П. Освоение технологии прямого посева на черноземах России // Сельскохозяйственный журнал. 2021. №2(4). С. 18-36.
2. Цыба Г. М., Болдырева Л. М. Анализ соответствия состояния объектов природообустройства критериям качества окружающей среды // Россия и мировое сообщество: проблемы демографии, экологии и здоровья населения: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции / Московский университет имени С. Ю. Витте, филиал в г. Пенза и [др]; под ред. Морозова С. Д., Жиромской В. Б. – Пенза: ПГАУ, 2025. – 350 с.
3. Шакун А. А., Болдырева Л. М. Оценка эффективности природоподобных технологий для минимизации необратимых техногенных изменений // Россия и мировое сообщество: проблемы демографии, экологии и здоровья населения: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции / Московский университет имени С. Ю. Витте, филиал в г. Пенза и [др.]; под ред. Морозова С. Д., Жиромской В. Б. – Пенза: ПГАУ, 2025. – 350 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВОДОСБЕРЕГАЮЩЕГО РЕЖИМА КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЗАСУШЛИВЫХ РЕГИОНОВ

Волкова Екатерина Александровна, старший преподаватель

Донской государственный аграрный университет, Новочеркасск, Россия

e-mail: 7katerina7tomashevich7@mail.ru

Гладченко Андрей Андреевич, студент

Донской государственный аграрный университет, Новочеркасск, Россия

e-mail: 89673098257gnvj@gmail.com

Овдиенко Сергей Николаевич, студент

Донской государственный аграрный университет, Новочеркасск, Россия

e-mail: ovdienko04@inbox.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема дефицита водных ресурсов в регионах с недостаточным увлажнением, приобретающая глобальный характер под влиянием климатических изменений, роста населения и нерационального водопользования. Особое внимание уделено ситуации в Российской Федерации, прежде всего в южных и степных регионах, где хронический недостаток влаги существенно ограничивает развитие агропромышленного комплекса. В работе проанализированы ключевые факторы обострения водной проблемы. В качестве эффективного решения для сельского хозяйства представлена технология капельного орошения, обладающая рядом преимуществ.

Ключевые слова: дефицит водных ресурсов, микроорошение, засушливые зоны, климатические трансформации, гидромелиоративное земледелие

OPTIMIZATION OF THE WATER-SAVING DRIP IRRIGATION REGIME FOR VEGETABLE CROPS IN ARID REGIONS

Volkova Ekaterina Aleksandrovna, Senior Lecturer

Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk, Russia

e-mail: 7katerina7tomashevich7@mail.ru

Gladchenko Andrey Andreevich, Student

Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk, Russia

e-mail: 89673098257gnvj@gmail.com

Ovdienko Sergey Nikolaevich, Student

Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk, Russia

e-mail: ovdienko04@inbox.ru

Abstract. The article examines the problem of water scarcity in regions with insufficient moisture, which is becoming global in nature under the influence of climate change, population growth and irrational water use. Special attention is paid to the situation in the Russian Federation, primarily in the southern and steppe regions, where a chronic lack of moisture significantly limits the development of the agro-industrial complex. The paper analyzes the key factors of the aggravation of the water problem. Drip irrigation technology, which has a number of advantages, is presented as an effective solution for agriculture.

Keywords: water resource deficit, micro-irrigation, arid zones, climate transformation, hydromeliorative agriculture

Дефицит водных ресурсов в регионах с недостаточным увлажнением эволюционировал в масштабную глобальную проблему, провоцирующую комплексный кризис социально-экономического и экологического характера. Ключевыми

детерминантами данного феномена выступают: антропогенно обусловленные климатические изменения, нерациональная эксплуатация водных объектов, экспоненциальный рост численности населения, а также сопряженные с этими процессами экологические риски. На территории Российской Федерации указанная проблема приобретает особую актуальность в южных и степных регионах, где хронический дефицит влаги существенно лимитирует потенциал динамичного развития агропромышленного комплекса и иных секторов экономики.

Глобальное потепление интенсифицирует процессы аридности на региональном уровне, что манифестируется в двух взаимосвязанных трендах: систематическом сокращении объема атмосферных осадков и возрастании интенсивности эвапотранспирационных процессов. Масштабность угрозы верифицируется как международными, так и национальными кейсами. В частности, на территории Краснодарского края в 2025 году зафиксирована экстремальная почвенная засуха, детерминированная неспособностью почвенного покрова аккумулировать критически необходимый объем влаги в осеннее-зимний период. Данное природное явление повлекло за собой катастрофические экономические последствия: полная утрата более 50 тысяч гектаров посевов озимых культур и частичное повреждение порядка 800 тысяч гектаров привели к оценочным убыткам аграрного сектора в размере 1,5 миллиарда рублей.

Человеческий фактор дополнительно обостряет ситуацию. Увеличение численности населения и процессов урбанизации приводят к неуклонному росту потребности в воде, в то время как естественные запасы демонстрируют тенденцию к истощению. В частности, в странах Европы с 2018 года отмечается устойчивое снижение уровня подземных вод, что свидетельствует о глобальном нарушении баланса между водопотреблением и естественным восстановлением водных ресурсов [1].

Засушливые территории по всему миру сталкиваются с нарастающим дефицитом пресных водных источников. Это явление обусловлено совокупностью факторов, таких как изменение климатических условий, уменьшение объемов выпадающих осадков и непрерывный рост численности населения. Прогностические модели указывают на дальнейшее усугубление данной проблемы в ближайшие десятилетия. Согласно результатам исследований, к 2030 году недостаток воды может затронуть более 750 миллионов человек. Более того, при сохранении текущих темпов выбросов парниковых газов, к концу текущего столетия до 74% засушливых регионов планеты рискуют оказаться под угрозой продолжительных и экстремальных засух. Уже сегодня около 3,6 миллиарда людей испытывают дефицит воды как минимум один месяц в году, и предполагается, что к 2050 году это число может превысить 5 миллиардов. За последние двадцать лет мировые ресурсы пресной воды на душу населения сократились на 20%.

Климатические изменения выступают одним из ключевых факторов, оказывающих существенное влияние на водные ресурсы. Они приводят к трансформации режимов выпадения осадков: в одних зонах наблюдается их увеличение, провоцирующее наводнения, тогда как в других, напротив, отмечается снижение, ведущее к засухам. Например, в Средиземноморском регионе и на Ближнем Востоке фиксируется рост числа засушливых периодов. Повышение температурного режима ускоряет процессы испарения, что может способствовать увеличению концентрации загрязняющих веществ в водоемах [2].

Проблема нехватки водных ресурсов в аридных зонах становится критически актуальной в условиях глобальных климатических изменений, демографического роста, неэффективного использования воды и усугубляющихся экологических угроз. В пределах России эта проблематика наиболее остро проявляется в южных, степных и полупустынных ландшафтах, где дефицит влаги создает серьезные препятствия для сельскохозяйственного производства и промышленного развития, а также порождает риски для здоровья населения. Глобальное потепление способствует усилению аридности во многих регионах, вызывая сокращение осадков и повышение интенсивности испарения. Изменение климата нарушает естественный цикл осадков и общий круговорот воды в природе. Это приводит как к

истощению подземных горизонтов в субтропических широтах, так и, одновременно, к экстремальным осадкам и наводнениям в иных областях. Повышение температуры ускоряет испарение, что способно увеличивать концентрацию загрязняющих веществ в водных объектах. В контексте дефицита водных ресурсов, технология капельного орошения представляется одной из наиболее результативных методик водосбережения в аграрном секторе.

Преимущества технологии микрокапельного орошения:

1. Водозэффективность. Система капельного полива позволяет сократить расход воды на 20-80% в сравнении с традиционными методами орошения, что достигается за счет точечной подачи влаги непосредственно в корневую зону культур. Это минимизирует потери, обусловленные испарением и глубокой инфильтрацией.

2. Управление сорной растительностью и почвенным режимом. Увлажнению подвергается лишь ограниченная часть почвенной поверхности, что эффективно подавляет рост сорняков в междурядьях и поддерживает оптимальный водно-воздушный режим в зоне корневой системы.

3. Возможность применения минерализованных вод. Данная технология допускает использование для полива воды с относительно высоким содержанием солей, что, как правило, неприемлемо для большинства других способов орошения.

4. Предотвращение эрозионных процессов и вторичного засоления. Капельное орошение исключает образование поверхностного стока, тем самым предотвращая водную эрозию. Локализованная подача воды также существенно снижает вероятность вторичного засоления почв [3].



Рисунок 1– Капельное орошение

Несмотря на многочисленные преимущества, система капельного орошения не лишена определенных недостатков. К ним относятся значительные первоначальные инвестиции в установку оборудования и необходимость регулярного технического обслуживания, в частности, прочистки капельниц от возможных засорений. При продолжительном использовании вод с высоким содержанием минеральных солей возможно локальное накопление солей в почве, что требует постоянного мониторинга и периодического проведения промывных поливов.

Ростовская область, расположенная в зоне умеренно-континентального климата, сталкивается с определенными вызовами в сельскохозяйственном производстве, особенно при возделывании овощных культур. Ключевые агроклиматические, почвенные и

гидрологические параметры региона настоятельно диктуют необходимость широкого внедрения ирригационных технологий. Климатические особенности региона характеризуются значительными годовыми и суточными колебаниями температур. Средние январские значения варьируются от -9°C на севере до -5°C на юге, тогда как средние июльские температуры достигают $22\ldots 24^{\circ}\text{C}$. Абсолютные температурные экстремумы колеблются от -40°C до 43°C , что подтверждает высокую степень континентальности, возрастающую в направлении с запада на восток.

Годовое количество атмосферных осадков распределяется неравномерно: от 530–550 мм на юго-западе до 320–360 мм на юго-востоке, с пиком в июне–июле (50–70 мм). При этом потенциальное испарение (испаряемость) существенно превосходит объем осадков, составляя от 750–800 мм до 976 мм в год. Коэффициент увлажнения на всей территории области ниже единицы, что указывает на перманентный дефицит влаги в течение вегетационного периода. [4].

Дефицит влаги в период активной вегетации обуславливает критическую зависимость урожайности овощных культур от эффективного орошения. Основные гидрологические требования ключевых культур представлены ниже:

Огурец – относится к высоко влаголюбивым культурам. В фазе плодоношения уровень влажности корнеобитаемого слоя почвы должен поддерживаться не ниже 80–85% от наименьшей влагоемкости (НВ). Удельный расход воды на формирование 1 тонны урожая составляет 120–200 м³/га.

Томат – суммарное водопотребление данной культуры за весь вегетационный цикл достигает 4500–6000 м³/га. Требования к влажности почвы дифференцированы по стадиям развития: в период интенсивного роста вегетативной массы – не ниже 70% НВ, в фазе образования плодов – 80% НВ, в период созревания – 60–70% НВ. Пиковое суточное водопотребление при активном формировании урожая может достигать 70–90 м³/га.

Перец – данная культура требует поддержания стабильно высокого уровня почвенного увлажнения. Для обеспечения оптимального водного режима в фазе плодоношения влажность почвы должна составлять около 80% НВ. Это достигается путем проведения 3–4 поливов с интервалом 12–14 дней и нормой 400–450 м³/га [5]. Ростовская область, как показано в исследовании, является репрезентативным примером региона с перманентным дефицитом влаги, где испаряемость значительно превосходит количество осадков. В таких условиях возделывание влаголюбивых овощных культур, имеющих ключевое значение для продовольственной безопасности, становится невозможным без применения эффективных ирригационных систем.

Ростовская область является показательным примером региона, где постоянный дефицит влаги, обусловленный значительным превышением потенциального испарения над атмосферными осадками, делает невозможным устойчивое культивирование влаголюбивых овощных культур без применения системного орошения. В данном контексте, технология капельного орошения позиционируется как стратегически важное решение для гарантирования продовольственной безопасности и повышения урожайности [6].

Ключевые преимущества этого метода – сокращение водопотребления до 80%, точечная подача влаги непосредственно к корневой системе растений, минимизация рисков вторичного засоления и почвенной эрозии – в полной мере отвечают агроэкологическим вызовам, характерным для засушливых зон. Наблюдаемый рост спроса на оросительное оборудование в регионе, достигающий 75%, служит убедительным подтверждением глубокого осознания сельскохозяйственными производителями критической необходимости внедрения капельных систем для эффективной нейтрализации климатических рисков и обеспечения стабильного развития аграрного сектора.

Список литературы

1. Габилова, Е. Н. Капельное орошение в технологиях возделывания овощных культур / Е. Н. Габилова // Современные научные исследования в АПК: актуальные вопросы,

достижения и инновации: Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции. В 3-х томах, пос. Персиановский, 22 декабря 2022 года. Том I. – п. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет", 2022. – С. 29-32. – EDN DTZJHF.

2. Захаренко, С. В. Влияние капельного орошения на урожайность овощных культур / С. В. Захаренко, М. Г. Касторнова // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса : Сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 27 февраля – 03 2023 года. Том Часть 4. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. – С. 16-19. – EDN IIDFDX.

3. Капельное орошение овощных культур / А. Ю. Федосов, А. М. Меньших, А. В. Янченко [и др.] // Картофель и овощи. – 2025. – № 4. – С. 31-37. – DOI 10.25630/PAV.2025.56.30.005. – EDN KWVGTA.

4. Капельное орошение как фактор устойчивого развития систем полива в агропромышленном комплексе / О. В. Терентьев, И. С. Николаева, С. В. Николаев, А. С. Попов // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 23-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 ноября 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 149-154. – EDN ATJROC.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025611602 Российская Федерация. «Моделирование режимов орошения сельскохозяйственной культуры» : заявл. 19.11.2024 : опубл. 21.01.2025 / В. И. Коржов, Е. А. Волкова, Д. И. Ольгаренко, Э. Н. Степанова ; заявитель Донской государственный аграрный университет. – EDN VBGERPV.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023667276 Российская Федерация. Расчет сроков полива томатов системами капельного орошения по метеопараметрам: № 2023665470 : заявл. 21.07.2023 : опубл. 14.08.2023 / Г. Т. Балакай, Р. С. Масный, И. В. Гурина [и др.] ; заявитель Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации. – EDN TGJZVU.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
НА ЮГЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

Демиденко Галина Александровна, доктор биологических наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: demidenkoekoa@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния применения интенсивной технологии возделывания пшеницы на физические свойства выщелоченных и оподзоленных черноземов на юге Красноярского края. Объемный вес обыкновенных и выщелоченных черноземов с глубиной почвенного профиля увеличивается менее резко, по сравнению с оподзоленными черноземами [7], что вероятно связано с слабым проявлением или отсутствием процесса иллювиирования. Следовательно, скважность более высокая в генетических горизонтах В, ВС, что говорит о более благоприятных водно-воздушных свойствах этих подтипов черноземов, по сравнению с оподзоленными черноземами. Удельный вес по всему профилю этих почв более или менее одинаковая. Наблюдается его увеличение значения до $1,27 \text{ г/см}^3$ в связи с уменьшением гумусированности и оструктуренности почвы.

Ключевые слова: интенсивная технология, черноземы обыкновенные и выщелоченные, физические свойства черноземов, юг Красноярского края

**COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF CHERNOZEMS
WHEN USING INTENSIVE TECHNOLOGY IN THE SOUTH OF KRASNOYARSK KRAI**

Demidenko Galina Aleksandrovna, Doctor of Biological Sciences, Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: demidenkoekoa@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a study of the effect of intensive wheat cultivation technology on the physical properties of leached and podzolized chernozems in the south of the Krasnoyarsk Territory. The volume weight of ordinary and leached chernozems increases less sharply with the depth of the soil profile, compared with podzolic chernozems [7], which is probably due to the weak manifestation or absence of the illuviation process. Consequently, the borehole rate is higher in the genetic horizons of B and BC, which indicates more favorable water-air properties of these subtypes of chernozems, compared with podzol chernozems. The specific gravity across the entire profile of these soils is more or less the same. Its value has increased to 1.27 g/cm^3 due to a decrease in humus content and soil structurality.

Keywords: intensive technology, ordinary and leached chernozems, physical properties of chernozems, south of the Krasnoyarsk Territory

Земледельческая часть Красноярского края по агроклиматическому районированию России относится к холодно-умеренному региону умеренного климатического пояса Евразии [1]. Различие климатических характеристик в основном формируется в зависимости от поступления солнечной радиации в соответствии широтно-долготного положения территории, а также особенностей подстилающей поверхности [2]

Заметное влияние оказывают крупные сибирские реки (Енисей, Ангара, Чулым и их притоки), озера, а также Красноярское водохранилище. Заметное смягчение климата в современное время, увеличение количества осадков, повышение температурного градиента постепенно снижает континентальность климата.

Левобережная часть территории (юго-восточная окраина Западно-Сибирской равнины), а также Енисейский кряж (из правобережья территории) входят во влажную зону достаточного увлажнения (континентальность средняя, а зима умеренно снежная, однако очень холодная). Правобережье территории, в основном, относится к территории недостаточного увлажнения, образует слабо засушливую зону (с умеренной или достаточно снежной зимой, очень холодной).

Территории Алтае-Саянских гор и Хакаско-Минусинских впадин имеет засушливый и слабо-засушливый климат. Предгорные районы характеризуются повышенной влажностью, а такие показатели как суровость зимы, обеспеченность снегом, степень континентальности резко изменяются от в направлении от центра впадин к предгорьям.

Несмотря на рельеф и климатические особенности, эти территории относятся к земледельческой части территории Красноярского края и пригодны для выращивания агрокультур (зерновых, зернобобовых, масличных).

Оценка сохранности физических свойств черноземов при применение интенсивной технологии возделывания агрокультур остается актуальной задачей [7 - 9]. Мониторинг исследования применение интенсивной технологии возделывания агрокультур в Сибири проводят разнопрофильные ученые, в том числе их результаты представлены автором [3 - 8].

Цель исследования: сравнительная оценка свойств черноземов (обыкновенных и выщелоченных) при применении интенсивной технологии возделывания агрокультур на юге Красноярского края.

Объектами исследования являются черноземы Каратузского района Красноярского края.

Основной метод исследования –агроландшафтный мониторинг, позволяющий получить информацию о физических свойствах черноземов в агроландшафтах юга Красноярского края.

Черноземы Каратузского района Красноярского края. Черноземы представлены: оподзоленными [2], обыкновенными, выщелоченными подтипами. Имеют ряд провинциальных особенностей: языковатость (карманистость) гумусового горизонта, связанная с резкой континентальностью климата территории и глубоким промерзанием почв; выпирание подгумусовых горизонтов вверх, образование «заклинков», как результат мерзлотных деформаций почв; оглеенность, примерно с глубины 70 – 150 см, как следствие длительной сезонной мерзлоты.

Обыкновенные и выщелоченные черноземы достаточно близки по физическим свойствам между собой и представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физически свойства обыкновенных и выщелоченных черноземов (средние показатели)

Угодье	Генетический горизонт	Объемный вес, г/см ³	Удельный вес, г/см ³	Скважность (общая)	Максимальная гигроскопичность
				%	
Обыкновенные среднемощные черноземы					
Пашня	Ап	0,9	2,6	63	10,0
	В ₁	1,2	2,6	59	9,4
	В ₂	1,3	2,7	54	
Обыкновенные маломощные черноземы					
Пашня	Ап	0,9	2,6	65	8.4
	В	1,2	2,6	57	7.4
	С	1,3	2,7	57	6.7
Выщелоченные среднемощные черноземы					
Целина	А	1.0	2,5	62	13,2
	В ₁	1,2	2,6	56	1.,3
	В ₂	1.3	2.7	53	9.8

Пашня	Ап	0,9	2,5	65	11,6
	В ₁	1,2	2,7	63	9,5
	В ₂	1,3	2,7	55	8,3
	ВС	1,3	2,8	56	8,2
Выщелоченные маломощные черноземы					
Пашня	Ап	1,0	2,6	68	7,8
	В ₁	1,2	2,7	53	7,1
	В ₂	1,3	2,7	54	7,1

Анализ таблицы 1 показал, что объемный вес обыкновенных и выщелоченных черноземов с глубиной почвенного профиля увеличивается менее резко, по сравнению с оподзоленными черноземами [7], что вероятно связано с слабым проявлением или отсутствием процесса иллювиирования. Скважность имеет обратную зависимость от объемного веса (г/см^3) и ее величина на пашни уменьшается вниз по профилю: обыкновенных среднемощных черноземов от 63 % до 54 %; обыкновенных маломощных черноземах от 65 % до 57 %; выщелоченных среднемощных черноземов от 65 % до 55 %; выщелоченных маломощных черноземов от 68 % до 54 %. По сравнению с целиной угодий у выщелоченных среднемощных черноземов скважность составляет от 62 % в горизонте А до 54 % в нижележащих горизонтах почвы. Более высокая скважность в генетических горизонтах В, ВС говорит о более благоприятных водно-воздушных свойствах этих подтипов черноземов, по сравнению с оподзоленными черноземами.

Величина удельного веса по всему профилю этих почв более или менее одинаковая. Наблюдается увеличение значения до $1,27 \text{ г/см}^3$, что связано с уменьшением гумусированности и оструктуренности горизонтов почвы.

Наименьшая влагоемкость верхних горизонтов черноземов высокая (40-41 %), а вниз по профилю уменьшается (24-28 %). Максимальная гигроскопичность и влажность завядания по всему профилю почв высоки, особенно в верхних горизонтах почв, в связи с их высокой гумусированностью и тяжелым гранулометрическим составом. Диапазон активной влаги составляет 11-23 %, что указывает на лучшую водообеспеченность корневой системы растений, улучшенные условия роста и большую возможность использования питательных веществ как почвы, так и используемых удобрений.

От местоположения черноземов во многом зависит температурный режим. Обычно обыкновенные и выщелоченные черноземы расположены на повышенных и ровных участках территории. Такие почвы быстро глубоко промерзают (до 1, 5 – 2,5 м) и оттаивают медленно. В корнеобитаемом слое почв (до 55 – 60 см) уже к середине июня температура поднимается до $+ 10^\circ\text{C}$., а полностью наблюдается оттаивание почвенного горизонта этих подтипов черноземов в июле. Следует отметить, что характерным является отсутствие существенных различий черноземов северных и южных экспозиций склонов в температурном режиме горизонтов почв.

Таким образом, обыкновенные и выщелоченные черноземы по физическим свойствам близки друг другу и схоже реагируют на применение приемов интенсивной технологии возделывания агрокультур. При правильных агротехнических мероприятиях земледелам удастся сохранить почвенное плодородие этих почв. Сравнение целинными и пахотными угодий по некоторым физическим свойствам, показывает ощутимое воздействие агротехнологий на перегнойно-аккумулятивный (гумусовый) горизонт А. Наблюдается в горизонте А пах. увеличение скважности (общей) и уменьшение максимальной гигроскопичности, по сравнению с горизонтом А на целине.

Список литературы

1. Бугаков, П. С. Агрохимическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края/ П. С. Бугаков, В.В. Чупрова. Красноярск: КрасГАУ, 1995. 176 с.

2. Демиденко, Г.А. Оценка сельскохозяйственного землепользования в Канско-Рыбинской котловине (ландшафтно-экологический подход)/ Г. А. Демиденко // Аграрная Россия. 2022. № 6. С. 3 – 7.
3. Демиденко, Г. А. Агрохимические свойства пахотных черноземов Минусинской межгорной котловины/ Г. А. Демиденко // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий. Владикавказ: Горский ГАУ. 2023. С.83-86.
4. Демиденко, Г. А. Агрохимические свойства пахотных черноземов Минусинской межгорной котловины// Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий. Владикавказ: Горский ГАУ. 2023. С. 83 – 86.
5. Демиденко, Г. А. Мониторинг применения интенсивной технологии при возделывании яровой пшеницы в агроценозах Красноярской лесостепи/ Г. А. Демиденко// Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. Материалы II Международной научной конференции. Красноярск, 2021. С. 245-248
6. Демиденко, Г.А. Структурно-агрегатный состав целинных и пахотных черноземов юго-восточной части Минусинской котловины// Перспективные направления рационального землепользования и цифровизации земледелия. Сборник докладов научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук. 2023. С. 322 – 325.
7. Демиденко, Г.А. Применение интенсивной технологии для сохранения физических свойств оподзоленных черноземов в лесостепной зоне Красноярского края/ Г. А. Демиденко// Материалы V Международной научной конференции «Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. Красноярск, 2025. С. 163-166.
8. Романов В. Н., Демиденко Г. А. Применение интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи. Вестник КрасГАУ. № 4. 2021. С. 21 – 26.
9. Пылыпив, А. М. Необходимость применения интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы на земледельческой территории Сибири/ А. М. Пылыпив, В. А. Нестерова. Интернет -журнал, 2015. Выпуск1. С. 1-8.

СОРТОВАЯ ОЦЕНКА РЕДИСА ПРИ ОСЕННЕМ ПОСЕВЕ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИИ

Иванов Виктор Сергеевич, преподаватель

Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан, Россия

e-mail: ivanov_vs2020@mail.ru

Чагин Виталий Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан, Россия

e-mail: chagin_vv@khsu.ru

Аннотация. В статье представлены результаты полевого исследования по оценке 19 сортов и гибридов редиса при осеннем сроке посева. Изучались морфометрические параметры и общая продуктивность. Установлены достоверные различия между сортами по всем изучаемым признакам. Наибольшая продуктивность отмечена у сорта Черри Белле (3850,0 г/м²), который также характеризовался максимальной средней массой корнеплода и значительной длиной листьев. Высокую урожайность продемонстрировали также сорта Гонк Конг (3033,3 г/м²), Скороспелка нежная и Черри ЭТ.

Ключевые слова: редис, осенний посев, сорт, продуктивность, масса корнеплода, диаметр корнеплода, урожайность

VARIETY EVALUATION OF RADISHES IN AUTUMN SOWING IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF KHAKASIA

Ivanov Viktor Sergeevich, Lecturer

Khakassky State University named after N.F. Katanov, Abakan, Russia e-mail:

ivanov_vs2020@mail.ru

Chagin Vitaly Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Khakassky State University named after N.F. Katanov, Abakan, Russia

e-mail: chagin_vv@khsu.ru

Abstract. The article presents the results of a field study on the evaluation of 19 varieties and hybrids of radish during the autumn sowing period. Morphometric parameters and overall productivity were studied. Significant differences were found between the varieties in all the studied characteristics. The highest productivity was observed in the Cherry Belle variety (3850.0 g/m²), which also had the highest average root weight and the longest leaves. The varieties Gunk Kong (3033.3 g/m²), Skorospelka Nizhnyaya and Cherry ET also demonstrated high yields.

Keywords: radish, autumn sowing, variety, productivity, root mass, root diameter, yield

Редис (*Raphanus sativus* L.) – одна из самых скороспелых и популярных овощных культур открытого и защищенного грунта, являющаяся ценным источником свежей витаминной продукции в весенний и осенний периоды [1, 2]. Высокое содержание витамина С, клетчатки, минеральных солей и фитонцидов обуславливает его пищевую и диетическую ценность [3].

Традиционно редис рассматривается как культура для весеннего посева. Однако осенний посев имеет ряд преимуществ: сокращение фотопериода и снижение температурного стресса в период формирования корнеплода способствуют получению более сочных, слабоострых и высокотоварных корнеплодов с меньшей склонностью к цветущности [4]. Кроме того, осенняя продукция позволяет продлить период потребления свежих овощей локального производства.

Эффективность осеннего возделывания редиса в значительной степени зависит от правильного выбора сорта, адаптированного к специфическим условиям данного периода: сокращающейся продолжительности дня, пониженным ночным температурам и риску ранних заморозков. Сорта должны обладать устойчивостью к стрелкованию, стабильно формировать корнеплоды в неблагоприятных погодных условиях и иметь короткий вегетационный период.

Целью настоящего исследования являлась сравнительная оценка хозяйственно-ценных признаков и продуктивности коллекции сортов и гибридов редиса отечественной и зарубежной селекции при осеннем посеве для выделения наиболее перспективных из них.

Исследования проводились в 2025 году в условиях сухостепной зоны Республики Хакасии Усть-Абаканского района. Объектом исследования служили 19 сортов и гибридов редиса: Жара (St.), Скороспелка нежная, Рубин, Сахарный гигант, Розово красный с белым кончиком, Денис, Ранний красный, Алекс, Всесезонный, Корунд, Илке, Суперстар, Аскания, Селеста, Ризенбуттер, Черри ЭТ, Краса Алтая, Черри Белле, Гонк Конг.

Посев проводился 20 августа 2025 г. Схема посева – рядовая, с междурядьями 15 см. Агротехника была общепринятой для данной зоны возделывания. Вредители и болезни в период вегетации не отмечались.

Уборка урожая проведена единовременно через 31 день после посева.

Результаты морфометрических измерений и расчетов продуктивности представлены в таблицах 1-4. Одним из показателей является длина листьев растения (рис. 1).

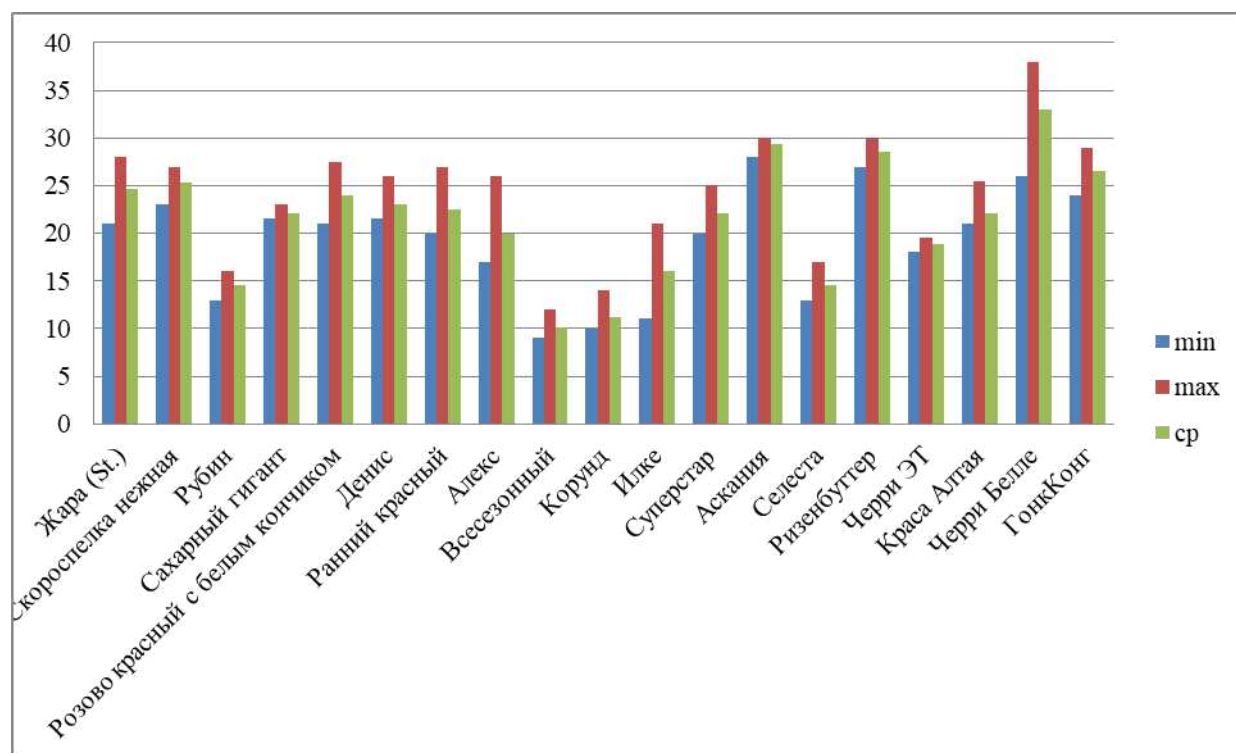


Рисунок 1 – Длина листьев редиса, см

Наибольшей средней длиной листовой розетки характеризовались сорта Черри Белле (33,0 см), Аскания (29,3 см) и Ризенбуттер (28,5 см). Наименьшие показатели отмечены у сортов Всесезонный (10,1 см) и Корунд (11,2 см), что, вероятно, является сортовой особенностью и не всегда коррелирует с массой корнеплода. Сорт, принятый за стандарт, показал средние значения (24,6 см). Одним из показателей корнеплода является его диаметр (рис. 2).

Крупноплодные сорта, с диаметром корнеплода более 4,0 см, – это Черри Белле (4,2 см), Скороспелка нежная (4,2 см) и Гонк Конг (4,0 см). Наименьший диаметр был зафиксирован у сорта Денис (2,8 см). Стандартный сорт Жара показал средний результат (3,3

см). Масса корнеплодов имеет одно из ключевых значений, при выборе сорта для возделывания (рис. 3).

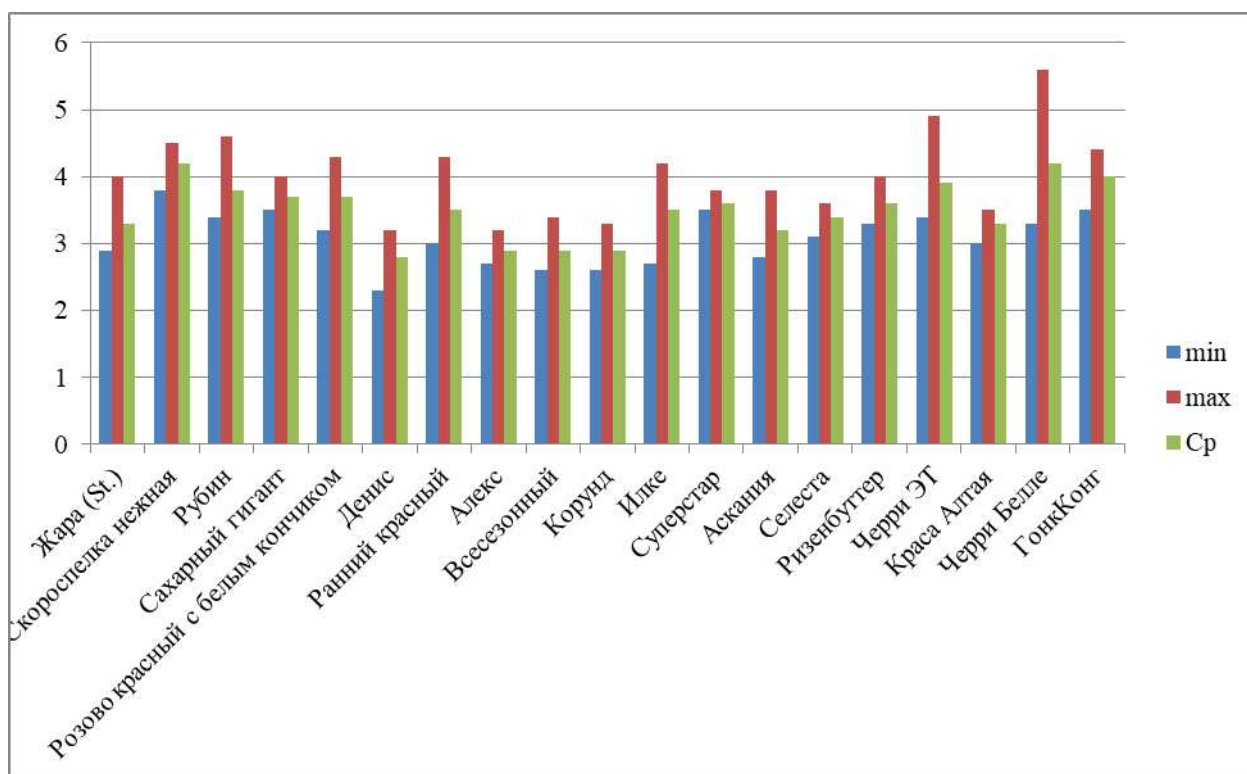


Рисунок 2 – Диаметр корнеплода, см

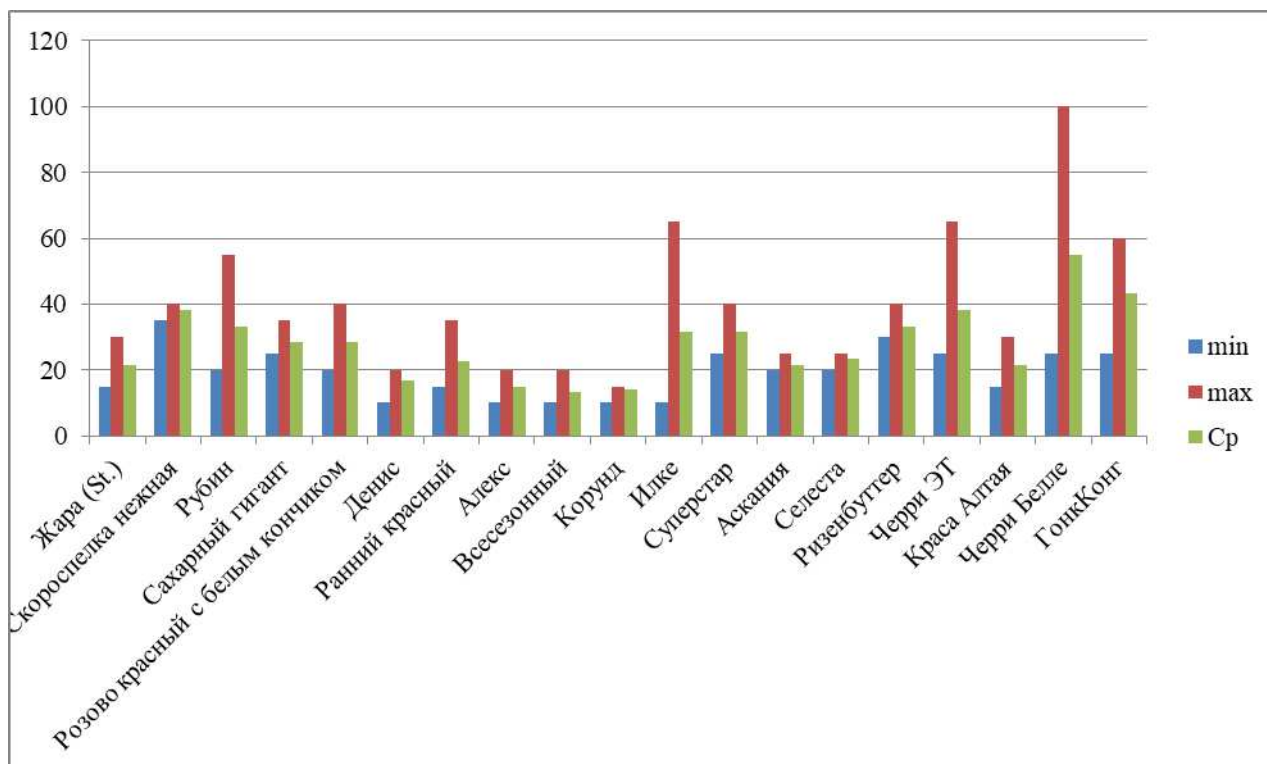


Рисунок 3 – Масса корнеплода, г

Масса корнеплода – ключевой показатель, напрямую влияющий на урожайность. Анализ выявил ярко выраженных лидеров. Сорт Черри Белле имел самую высокую среднюю массу – 55,0 г, с вариацией от 25 до 100 г, что свидетельствует о высоком потенциале сорта. Далее выделились сорта Гонк Конг (43,3 г), Скороспелка нежная и Черри ЭТ (по 38,3 г). Сорта Рубин, Ризенбуттер и Илке показали идентичную и высокую среднюю массу (33,3 г и

31,6 г соответственно). Наименьшую массу имели корнеплоды сортов Всесезонный (13,3 г) и Корунд (14,0 г). Сорт, принятый за стандарт, показал результат от 15 до 30 грамм, в среднем масса корнеплодов составила 21,6 г. Главным показателем при выборе сортов является продуктивность (рис. 4).

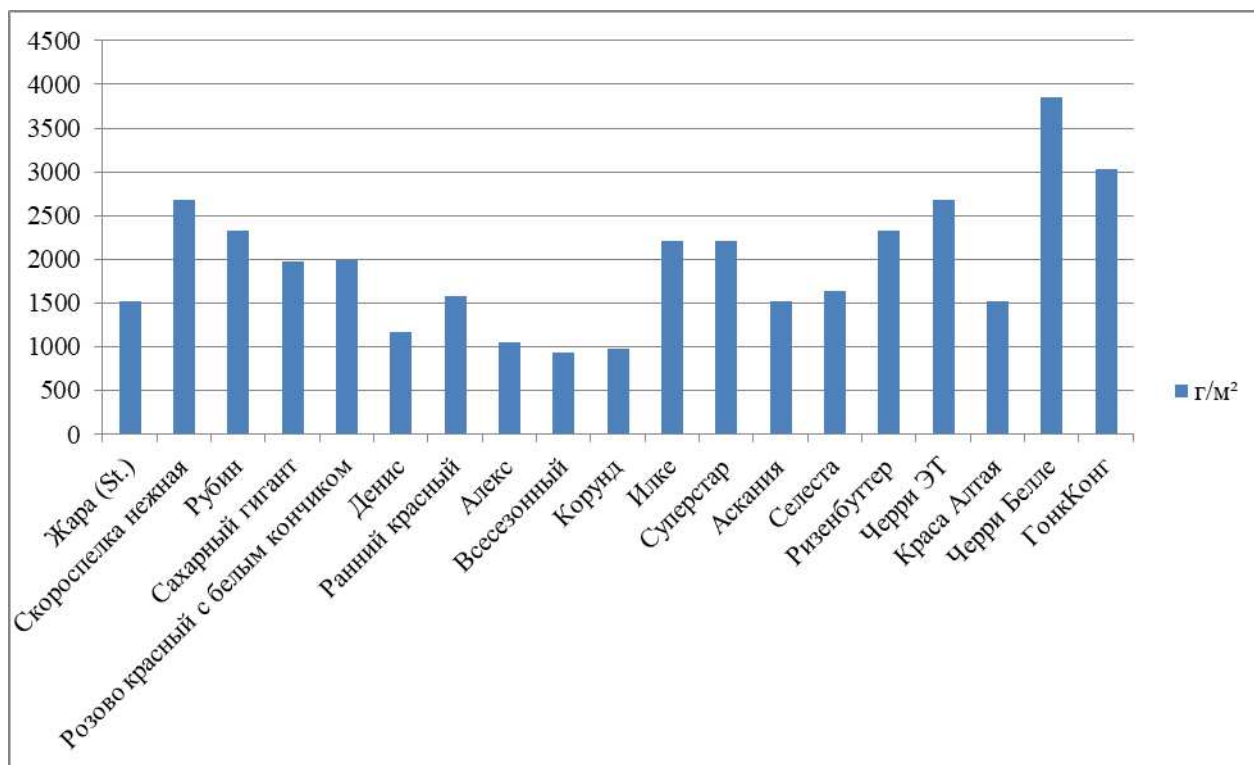


Рисунок 4 – Продуктивность корнеплодов, г/м²

Продуктивность, как интегральный показатель, наиболее наглядно демонстрирует преимущества отдельных сортов. Абсолютным лидером стал сорт Черри Белле с урожайностью 3850,0 г/м², что более чем в 2,5 раза превысило показатель стандартного сорта Жара. Высокую урожайность, превышающую 2500 г/м², также показали Гонк Конг (3033,3 г/м²), Скороспелка нежная и Черри ЭТ (по 2683,3 г/м²). Стабильную урожайность на уровне 2200-2350 г/м² обеспечили сорта Рубин, Ризенбуттер, Илке и Суперстар. Наименьшая продуктивность отмечена у сортов Всесезонный (933,3 г/м²) и Корунд (980,0 г/м²). Проведенный корреляционный анализ выявил сильную прямую зависимость между продуктивностью и средней массой корнеплода ($r = 0,98$). Связь между диаметром и массой корнеплода также была высокой ($r = 0,85$), в то время как связь длины листьев с продуктивностью и массой корнеплода оказалась слабее ($r = 0,65$ и $r = 0,62$ соответственно).

В условиях осеннего посева изученные сорта редиса продемонстрировали значительное разнообразие по морфометрическим показателям и продуктивности, что свидетельствует о высокой сортовой специфичности культуры. Была выделена группа высокопродуктивных сортов, обеспечивающих урожайность свыше 2500 г/м²: Черри Белле (3850,0 г/м²), Гонк Конг (3033,3 г/м²), Скороспелка нежная (2683,3 г/м²) и Черри ЭТ (2683,3 г/м²). Данные сорта являются наиболее перспективными для осенней культуры в целях получения высоких урожаев. Сорта Рубин, Ризенбуттер, Илке и Суперстар, показавшие урожайность выше 2200 г/м², являются стабильными, с высокими товарными качествами корнеплодов. Сорта Черри Белле и Гонк Конг сочетают в себе не только высокую продуктивность, но и крупный размер корнеплодов.

Список литературы

1. Иванов, В. С. Дегустационная оценка томатов детерминантного типа / В. С. Иванов, В. В. Чагин // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник VIII

национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 24 февраля 2025 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2025. – С. 123-125. – EDN FOYZSP.Леунов В.И., Тараканов Г.И. Биологические особенности и технология возделывания редиса в защищенном грунте // Овощи России. – 2019. – № 2. – С. 45-49.

2. Иванов, В. С. Урожайность сортов редиса раннеспелой группы спелости в условиях Республики Хакасии / В. С. Иванов // Студенческая наука - взгляд в будущее : Материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 27–29 февраля 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 205-207. – EDN ZBMULN.Аутко А.А., Шевердяев О.В. Влияние сроков посева на урожайность и качество корнеплодов редиса в осенний период // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3. – С. 67-72.

3. Иванов, В. С. Биометрические показатели сортов редиса раннеспелой и среднеспелой групп спелости в условиях республики Хакасии / В. С. Иванов, В. В. Чагин // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : сборник IX Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2024 года. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 73-75. – EDN QWJTXU.

4. Иванов, В. С. Биометрические показатели сортов редиса в аридной зоне Республики Хакасии / В. С. Иванов, В. В. Чагин // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник VIII Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2023 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2023. – С. 30-32. – EDN BLFFRB.

СИТИ-ФЕРМЫ – ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Карпюк Татьяна Викторовна, кандидат биологических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: tkarpyuk@yandex.ru

Аннотация. Сити-фермерство – это современное направление в агропроизводстве, специализирующееся на выращивание сельскохозяйственных культур непосредственно в мегаполисах. Данная технология позволяет минимизировать требования к площадям и обеспечивает близость к потребителям. Преимущества сити-ферм включают также независимость от климатических условий, экологичность и круглогодичность обеспечения продукцией.

Ключевые слова: сити-ферма, вертикальная ферма, агробiotехнологии, сельскохозяйственные культуры, выращивание, биоэкономика

CITY FARMS: INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE

Karpuk Tatyana Viktorovna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: tkarpyuk@yandex.ru

Abstract. City-farming is a modern trend in agricultural production that specializes in growing crops directly in megacities. This technology minimizes the requirements for land area and ensures proximity to consumers. The advantages of city farms also include independence from climatic conditions, environmental friendliness, and year-round supply of products.

Keywords: city farm, vertical farm, agrobiotechnology, crops, cultivation, bioeconomics

В современном мире наблюдается повсеместная проблема увеличения городского населения. Размещение жителей происходит очень неравномерно, и, согласно информации Организации Объединенных Наций, к середине столетия свыше 70% населения будут проживать в городах. Увеличение потребностей городского населения в продуктах питания создает повышенную нагрузку на производителей сельхозпродукции. Для обеспечения продовольствием городских жителей появились инновационные технологии производства сельхозпродукции и продуктов питания непосредственно в городах [2, 5].

Понятие содержания продовольственной безопасности в России, как и в мире, меняется во времени: нарушаются международные связи, сокращается доля импорта сельскохозяйственной продукции, возникают различного рода угрозы - пандемия, санкции, меняется уровень дохода населения. По данным Росреестра, уменьшается количество дачных хозяйств. В связи с этим актуальным становится вопрос насыщения рынка крупных городов свежей зеленой продукцией. Одним из вариантов решения этой проблемы могут стать вертикальные фермы, которые уже широко применяются в мире [1].

Сити-фермерство – высокотехнологичное круглогодичное культивирование овощей, зелени, грибов и аквакультур с использованием передовых технологий. Эта деятельность осуществляется на ограниченных территориях в городской среде, таких как крыши, балконы, придомовые участки, вертикальные сады. Ключевыми элементами сити-фермерства выступают гидропоника, аэропоника и аквапоника, работа которых обеспечивается с помощью инженерного оснащения (осветительные приборы, насосы, воздушные компрессоры, водяные насосы для обеспечения циркуляции, вентиляторы, нагревательные элементы, осушители воздуха и прочее оборудование) [1-7].

Сити-фермерские хозяйства активно применяют современные агробiotехнологии. В частности традиционные почвенные смеси заменяются альтернативными субстратами, а для защиты растений и стимуляции их роста используются биопестициды, биофунгициды и биостимуляторы, созданные на основе натуральных микроорганизмов. Это позволяет значительно снизить количество остаточной химии в готовой продукции и сделать ее более полезной для здоровья потребителей. Кроме того, в сити-фермерстве предпочтение отдается сортам растений, обладающим высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям. Для оптимизации использования пространства и ресурсов применяются различные системы выращивания, включая вертикальное расположение, пассивный фитильный полив, глубоководные системы (DWC), методы периодического затопления, капельный полив, полив питательным раствором, аэропонику и контроль над окружающей средой. Важным элементом является и создание замкнутых циклов водопользования, а также переработка органических отходов, что способствует более устойчивому и экологичному производству. Использование агробiotехнологий в сити-фермерстве способствует повышению устойчивости производственных объемов, гарантируя однородность продукции и заданное качество, что позволяет достигать целевых показателей урожайности [5].

Ключевыми достоинствами сити-ферм являются: а) защита от колебаний погоды и климатических изменений; б) минимальное воздействие на окружающую среду и почти полное отсутствие отходов; в) финансовая прогнозируемость; г) эффективное использование ограниченных территорий. Дополнительным бонусом является спасение пустующих производственных помещений в городах от сноса и демонтажа. Международный опыт показывает, что главным преимуществом вертикального фермерства является возможность точного контроля всех параметров, способствующих оптимальному развитию растений. Также важно, что такие фермы могут обладать высокой эстетической привлекательностью – их можно органично вписывать в архитектурный стиль зданий, формируя живые, зеленые и визуально приятные городские пространства [4, 6].

Инновации не обходят стороной даже отрасль производства вертикальных ферм. Системы интернета вещей (IoT) играют важную роль в современных вертикальных фермах, обеспечивая мониторинг, управление и оптимизацию производственных процессов. Датчики IoT позволяют отслеживать климат, обеспечивая максимальный контроль по уходу за растениями. Автоматизация систем полива помогает анализировать каждое растение на наличие влаги и время полива, что значительно может оптимизировать расход воды и эффективный рост растений. Также датчики IoT служат для отслеживания уровня примесей в воздухе, особенно углекислого газа для полного поддержания здоровья растений [6].

Созданию сити-ферм способствовало несколько факторов: растущий спрос на свежие продукты растениеводства, высокая стоимость логистики, тяжелый и неудобный городской трафик, отсутствие или высокая стоимость свободной земли для любых традиционных форм производства, а также наличие неиспользуемых промышленных зданий в мегаполисах.

Первые сити-фермы появились в 2010 году в Сингапуре. Выяснилось, что технология выращивания растений на грядках в несколько ярусов друг над другом эффективнее традиционных форм растениеводческих хозяйств, поскольку обеспечивает более высокую урожайность, и в результате новая технология получила распространение в городах. Кроме Сингапура широко известен опыт США, Бельгии, Тайваня, Японии, Гонконга, Монголии. Помимо экономного расходования воды по сравнению с обычным земледелием (по некоторым оценкам, расход меньше на 70-95%), производственные мощности занимают гораздо меньше места и практически не влияют на местные естественные почвы (кроме поверхности земли прямо под ними).

В России сити-фермы появились благодаря тому, что дальневосточные и сибирские предприниматели использовали опыт Гонконга, Японии и Тайваня. В Дальневосточном федеральном округе (г. Хабаровск) было создано ООО «Аграрные технологии будущего» - компания по выращиванию зелени по японской инновационной технологии GREEN ROOM, затем в Сибирском Федеральном округе (г. Новосибирск) появилась компания «iFarm».

Компания «iFarm» создает автоматизированные вертикальные фермы для круглогодичного выращивания овощей и фруктов без участия человека. При этом следует отметить высокую востребованность продукции сити-ферм и в России, и в мире. Потребителями продукции сити-ферм являются магазины, в том числе и сетевые, и рестораны [3, 7].

Распространению вертикальных ферм мешают комплексные технологические и социально-экономические вызовы. Небольшие предприятия зачастую сталкиваются с частыми поломками дешевого электрического оборудования, применяемого фермерами-любителями. Создание оптимального светового режима для выращивания культур, даже с использованием энергосберегающих светодиодных источников, остается энергозатратным процессом. Финансовые проблемы усугубляются высокой ценой конечной продукции – ее стоимость на вертикальных фермах может быть втрое–пять раз выше, чем у продуктов традиционного сельскохозяйственного производства.

Начальные капитальные вложения, требующиеся для возведения вертикальных ферм, вместе с расходами на электроснабжение, остаются существенным препятствием для массового распространения этой технологии. Особую сложность представляет стоимость возведения многоэтажных промышленных конструкций, так называемых башен для выращивания культур. Монтаж таких сооружений связан с большими энергозатратами, необходимыми для перемещения техники, воды и прочих материалов между уровнями. Критически важным элементом системы становится обеспечение водоснабжения, которое увеличивает механическую нагрузку на верхние этажи. Дополнительно, выбор места расположения в городской среде играет определяющую роль, так как высокая стоимость недвижимости напрямую влияет на экономическую целесообразность проекта.

Однако, в последнее время, сити-фермерство демонстрирует заметный рост. Перемещение производств в пределы городов значительно уменьшает затраты на перевозку и складирование, позволяя доставлять свежесобранный урожай потребителю в течение нескольких часов, что в свою очередь максимально сохраняет полезные качества продукции. Сити-фермы, как правило, подключаются к городским сетям тепло- и электроснабжения, а также к централизованным системам водоснабжения и канализации, которые отличаются повышенной надежностью и высокой мощностью по сравнению с сельскими аналогами. Эти факторы играют важную роль в организации производства и реализации зеленных культур, культивируемых грибов (таких как вешенки, шампиньоны, шиитаке и др.) и аквакультуры [6].

Трансформация аграрного сектора в сторону «урбанизации» обусловлена расширением городов, увеличением числа горожан и их потребности в продуктах питания, а также внедрением передовых методов культивации растений и разведения животных. Тот факт, что на российском рынке представлены компании, предлагающие как сами продукты, так и технику для городских ферм, свидетельствует о наличии сформированного спроса внутри страны. Продукция растениеводческих городских хозяйств специализируется на сегменте свежей зелени и грибов, отвечающем запросам потребителей на экологически чистые и качественные продукты, соответствующие принципам здорового питания. Анализ зарубежной практики демонстрирует, что стартовые капиталовложения в масштабные проекты городских ферм могут быть довольно значительными. Для поддержки проектов в области производства отдельных видов сельскохозяйственной продукции по данному направлению могут потребоваться механизмы государственного стимулирования.

Список литературы

1. Александрова, Е. В. Вертикальные фермы - как способ повышения продовольственной безопасности городов / Е. В. Александрова, Н. Г. Чудинова // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VII Всероссийской национальной научной конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 08–12 апреля 2024 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2024. – С. 200-203. – EDN LTRDXU.

2. Алтухов, А. В. Сити-фермы как элементы платформы "умного" города / А. В. Алтухов, А. В. Буйневич, Т. Е. Елпанова // Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник РГХПУ им. С.Г. Строганова. – 2021. – № 3-2. – С. 139-146. – DOI 10.37485/1997-4663-2021-3-2-139-146. – EDN ZYEPRK.
3. Бородин, К. Г. Инновационные аграрные технологии в городах: зарубежные и российские сити фермы / К. Г. Бородин, Е. Ю. Фролова, Е. А. Задорожная // Никоновские чтения. – 2021. – № 26. – С. 195-199. – EDN YNUALG.
4. Горин, И. А. Сити-фермы: новый уровень в инновационном сельском хозяйстве / И. А. Горин, Б. Б. Якобсон, Н. А. Шилинский // Фундаментальные и прикладные аспекты развития современной науки : Сборник трудов по материалам XVIII Международного конкурса научно-исследовательских работ, Уфа, 02 сентября 2024 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2024. – С. 50-56. – EDN DJVXNN.
5. Дмитриева, А. С. Вертикальные фермы - новая тенденция в сельском хозяйстве / А. С. Дмитриева // Хроноэкономика. – 2019. – № 6(19). – С. 35-38. – EDN KKYNPD.
6. Жильцова, М. С. Сити-фермы как перспективное направление развития «городского» бизнеса / М. С. Жильцова, О. А. Кузнецова, Б. Б. Кудинов, А. Р. Мельников // Естественно-гуманитарные исследования. – 2024. – № 2(52). – С. 113-119. – EDN OQPZPZ.
7. Павликова, А. В. К вопросу о развитии сити-ферм в России / А. В. Павликова // Международный академический вестник. – 2019. – № 11(43). – С. 115-117. – EDN PRDUQC.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ СОИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ

Кондратьев Виталий Михайлович, кандидат сельскохозяйственных наук
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия
e-mail: vitsevsk@mail.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты производственных испытаний адаптогена Нормат, проведенные в 2024 году в европейской части России на сое. По результатам проведенных испытаний доказано достоверное повышение урожайности сои в результате применения адаптогена Нормат; рассчитана экономическая эффективность применения адаптогена.

Ключевые слова: соя, лигногумат, урожайность, протеин, экономическая эффективность

INCREASING THE EFFICIENCY OF SOYBEAN CULTIVATION IN THE RUSSIAN FAR EAST

Kondrat'ev Vitalij M., Candidate of Agricultural Sciences
St. Petersburg State Agrarian University, Pushkin, Russia
e-mail: vitsevsk@mail.ru

Abstract. The article presents the results of production tests of the Normat adaptogen conducted in 2024 in the European part of Russia on soybeans. According to the results of the tests, a significant increase in soybean yield was proved as a result of the use of the adaptogen Normat; the economic efficiency of the use of adaptogen was calculated.

Keywords: soy, lignohumate, yield, protein, economic efficiency

Введение. Одним из звеньев ресурсосбережения является технологическое звено. Его задачей является минимизация использования имеющихся ресурсов без потери качества производимой продукции и повышение эффективности использования ресурсов [5].

Соя, как сырье, является ценным ресурсом для перерабатывающей промышленности. Сою перерабатывают для получения белковых и жировых компонентов, используемых в производстве пищевых продуктов, кормовых добавок, технических средств, фармацевтических и медицинских препаратов [8].

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) – масличная и зернобобовая сельскохозяйственная культура. Среди масличных культур соя занимает главное место, т.к. в семенах сои содержится 17-27 % жира. Помимо жира семена сои содержат: белок – 40-50 %, углеводы – 28-30 %, калий – 2-3 %, кальций – 0,67 %, фосфор – 1,6 %, магний – 0,58 %; аминокислотный состав белка сои (доля незаменимых аминокислот от общего содержания аминокислот, %) валин – 8,5, лизин – 7,1, метионин+цистеин – 7,8, фенилаланин – 4,0, лейцин – 8,9, изолейцин – 6,2, треонин – 4,0, триптофан – 4,8; жирнокислотный состав семян сои (массовая доля, % от общей суммы жирных кислот) линолевая – 51,39, олеиновая – 25,28, пальмитиновая – 11,02, линоленовая – 6,17, стеариновая – 4,51. [4, 6, 7, 9].

В структуре посевных площадей России доля сои увеличилась с 1,6 % (2010 г.) до 5,4 % (2024 г.). Посевные площади под соей в Дальневосточном федеральном округе (28,8 % от всех посевов сои в России) сосредоточены в Амурской области (906,3 тыс. га), Приморском крае (181,5 тыс. га), Еврейской автономной области (130,3 тыс. га) [2].

В статье [3] указывается, что Дальневосточный федеральный округ является благоприятным для возделывания сои, но в период вегетации часто отмечается крайне неравномерное выпадение осадков, а иногда кратковременное понижение температуры

воздуха в конце мая – начале июня, которое способствует затягиванию появления всходов, обуславливая их неравномерность. Из-за избыточного переувлажнения почвы в период цветения и налива бобов растения сои не формируют полноценную продуктивную завязь бобов, что негативно отражается на урожайности.

Для снижения влияния абиотических стрессов на растения и повышения эффективности выращивания рекомендуется применять препараты, обладающие адаптогенными свойствами, т. е. способные повышать неспецифическую сопротивляемость растений к стрессу. В европейской части России проведены производственные испытания адаптогена нового поколения Нормат на сое. Опыт его применения может быть интересен сельхозтоваропроизводителям Дальнего Востока. В связи с вышесказанным повышение эффективности выращивания сои является актуальным.

Цель исследования: повышение эффективности выращивания сои.

Исходя из поставленной цели решались следующие задачи:

1. Провести некорневые обработки адаптогеном Нормат согласно схеме защиты растений, принятой в хозяйстве.
2. Провести учет урожайности сои.
3. Провести оценку содержания протеина в семенах сои.
4. Рассчитать экономическую эффективность применения адаптогена Нормат на сое.

Материал и методика исследования. Производственные испытания адаптогена Нормат на сое проводились в 2024 году в хозяйстве ООО «Вознесеновка» (Агрохолдинг «Бенталь», Курская область). Предшественник: озимая пшеница.

Схема опыта:

1. Стандарт (st) – технология возделывания, принятая в хозяйстве.
2. St+Нормат (трехкратная листовая обработка в дозе 0,13 кг/га по фазам развития: 3-5 листьев, бутонизация, начало цветения).

Адаптоген вносился в одной баковой смеси с средствами защиты растений. Расход рабочего раствора составил 200 л/га.

Учет урожайности проводился в один день при благоприятных погодных условиях и приводился к стандартной влажности 14 %. Анализ содержания протеина проводили методом ИК-спектроскопии.

Повторность вариантов четырехкратная, расположение учетных делянок рандомизированное. Площадь учетной делянки 250 м². Полученные результаты испытаний подвергли математической обработке методом дисперсионного анализа по t-критерию Стьюдента с помощью прикладной программы MS Excel.

Почва: чернозем типичный тяжелосуглинистый, содержание гумуса в пахотном слое – 5,4% (по Тюрину), реакция почвенной среды слабокислая – pH 5,5.

Описание адаптогена:

Нормат – порошкообразный, водорастворимый адаптоген растений, антистрессант с содержанием действующих веществ 900 г/кг продукта (гуминовые и фульвокислоты, макро-, мезо- и микроэлементы питания в легкоусвояемой форме, фитогормоны цитокининовой, ауксиновой, гиббереллиновой природы). Совместим в баковых смесях с минеральными подкормками и средствами защиты растений.

Результаты исследования. Для оценки эффективности применения адаптогена Нормат учитывались такие показатели как урожайность, приведенная к влажности 14 %, содержание протеина в семенах сои.

В результате применения адаптогена Нормат на сое установлено достоверное повышение урожайности в проведенных испытаниях (таблица). Повышение урожайности сои в 2024 году составило 13,1 % или 3,4 ц/га (НСР_{0,05} 0,8 ц/га).

По результатам анализа содержания протеина в семенах сои: в опытном варианте наблюдалось незначительно снижение протеина на 1,2 % по сравнению со стандартом, что, вероятно, связано изменением направления развития растений на более вегетативный за счет

усиления ростовых процессов в результате применения адаптогена по листу и усиления фотосинтетической деятельности посева.

Оценка экономической эффективности осуществлялась исходя из расчета дополнительного дохода на один рубль затрат. Для определения дополнительного дохода взяты средние закупочные цены на сою в 39000 руб/т (сентябрь 2024 г., по данным [1]). Согласно общедоступным данным средняя стоимость адаптогена Нормат в 2024 году составляла 1000 руб/кг. Расчет экономической эффективности показал, что на 1 руб. затрат дополнительный доход составил 34,0 руб.

Таблица – Урожайность и качество семян сои в результате применения адаптогена Нормат, 2024 г.

Наименование варианта	Урожайность, ц/га	Разница, ц/га	Разница, %	Содержание протеина, %
Стандарт (st)	26,0			37,8
St+Нормат	29,4	3,4	13,1	36,2
НСР _{0,05}		0,8		

Заключение. По результатам проведенных производственных испытаний можно рекомендовать применение адаптогена Нормат на сое. Использование адаптогена Нормат повысило эффективность выращивания сои, что позволило получить прибавку к урожайности в 13,1 % за счет усиления вегетативного развития. Экономическая эффективность применения составила на 1 руб. затрат 34,0 руб. дополнительного дохода.

Список литературы

1. АгроНовости: [Электронный ресурс]. URL: <https://agro-bursa.ru/> (дата обращения: 01.11.2025).
2. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства: [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 01.11.2025).
3. Галиченко А. П. Влияние метеорологических условий на формирование урожайности сортов сои селекции ВНИИ сои / А. П. Галиченко, Е. М. Фокина // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 7 (222). – С. 16-25. DOI 10.32417/1997-4868-2022-222-07-16-25. EDN TCEGIW.
4. Кодирова Г.А. Биохимическая оценка соматоклональных линий сои резистентных к ионам кадмия / Г.А. Кодирова, Г.В. Кубанкова, О.С. Ефремова // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – №3 (47). – С. 37–42.
5. Котельникова Е.А. Ресурсосберегающие технологии в отрасли: краткий курс лекций для направления подготовки 38.03.02 Менеджмент / Сост.: Е.А. Котельникова // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016 – 56 с.
6. Петибская В.С. Соя: химический состав и использование / В.С. Петибская. – под редакцией академика РАСХН, д – ра с/х наук В.М. Лукомца. – Майкоп: ОАО «Полиграф–ЮГ», 2012. – 432 с.
7. Присяжная, С. П. Биохимическая оценка растительного белка продуктов пчеловодства и сои / С. П. Присяжная, И. М. Присяжная // Инновационная парадигма развития естественных наук: монография. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская Ирина Игоревна), 2020. – С. 4-14. EDN TPZBOI.
8. Тюрина Л.Е. Использование и переработка сои: учеб. пособие / Л.Е. Тюрина, Н.А. Табаков; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2008 – 90 с.
9. Хамурзаев С.М. Обоснование способов посева сортов сои разной скороспелости в условиях лесостепной зоны Чеченской Республики. Монография. Грозный: ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет», 2015. – 128 с.

ВЛИЯНИЕ ЖИДКОЙ ФРАКЦИИ НАВОЗА НА СВОЙСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЕСТЕСТВЕННОГО СЕНОКОСА

Кураченко Наталья Леонидовна, доктор биологических наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: kurachenko@mail.ru

Казюлин Лев Федорович, аспирант
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: levkrsk.99@mail.ru

Колесник Алена Андреевна, кандидат биологических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: airlexxx@mail.ru

Власенко Ольга Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: ovlasenko07@mail.ru

Аннотация. В полевом мелкоделяночном опыте в условиях Красноярского природного округа изучено влияние жидкой фракции навоза КРС на свойства серой лесной почвы и продуктивность естественного сенокоса. Показано, что доза жидкой фракции навоза 200 т/га является наиболее эффективной. При максимальной продуктивности трав второго укоса лугового фитоценоза установлено достоверное увеличение в почве углерода органического вещества, повышение содержания подвижного фосфора до средней обеспеченности и обменного калия до высокой обеспеченности.

Ключевые слова: навоз, жидкая фракция, серая лесная почва, агрохимические свойства, продуктивность

THE INFLUENCE OF THE LIQUID FRACTION OF MANURE ON THE PROPERTIES OF GRAY FOREST SOILS AND THE PRODUCTIVITY OF NATURAL HAY MIXTURE

Kurachenko Natalya Leonidovna, Doctor of Biological Sciences, Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: kurachenko@mail.ru

Kazyulin Lev Fedorovich, Postgraduate Student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: levkrsk.99@mail.ru

Kolesnik Alena Andreevna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: airlexxx@mail.ru

Vlasenk Olga Anatolyevna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: ovlasenko07@mail.ru

Abstract. A small-plot field experiment in the Krasnoyarsk Natural District examined the effect of the liquid fraction of cattle manure on the properties of gray forest soil and the productivity of natural hayfields. A liquid fraction application rate of 200 t/ha was found to be the most effective. With maximum productivity of second-cut grasses in a meadow phytocoenosis, a significant increase in soil organic matter carbon, an increase in available phosphorus to a moderate level, and an increase in exchangeable potassium to a high level were observed.

Keywords: manure, liquid fraction, gray forest soil, agrochemical properties, productivity

Естественные кормовые угодья, являясь одним из основных компонентов биосферы, выполняют важнейшие продукционные, стабилизирующие и природоохранные функции в агроландшафтах [1]. Применение удобрений является важным приемом повышения урожайности и качества сенокосов. Систематическое внесение минеральных удобрений определяет высокий потенциал долголетия травостоев [6]. Однако их высокая стоимость, требования зоогигиены и защиты окружающей среды делают актуальными вопросы оптимизации доз и эффективного использования органических удобрений. По мнению [2], важным является освоение агроприемов, обеспечивающих формирование продуктивности независимо от колебаний погодных условий, с низкими затратами труда и финансов. В последнее время проблемы экономии ресурсов в сельскохозяйственном производстве становятся все более актуальными [3]. При разработке приемов использования удобрений необходимо учитывать, что травостой произрастает на различных по плодородию и влажности почвах, имеет отличительный ботанический состав, что определяет различную реакцию на их внесение.

Цель исследований – оценить влияние жидкой фракции навоза на свойства серой лесной почвы и продуктивность естественного сенокоса.

Исследования проведены в полевом мелкоделяночном опыте в северной части предгорий Восточного Саяна (окраина г. Красноярск) на территории Красноярского природного округа. Объекты исследования – серая лесная почва, луговой фитоценоз, жидкая фракция навоза КРС. Пробные площади располагались на выровненном участке суходольного луга, используемого для сенокосения. Серые лесные почвы опытного участка характеризовались тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, низким содержанием гумуса (3,6 %), очень высокой суммой обменных оснований (42,5 м-экв/100), слабокислой реакцией почвенного раствора (pH_{H_2O} - 6,5), очень низкой обеспеченностью аммонийным и нитратным азотом (1,8-2,8 мг/кг), низкой обеспеченностью подвижным фосфором (134 мг/кг), средней обеспеченностью обменным калием (72 мг/кг). Наблюдения проводили через месяц после сенокосения в период максимального развития отавы травостоя (вторая декада августа). В качестве экспериментального участка была выбрана мятликово-пырейная ассоциация растений с проективным покрытием 97-100 %. Травостой был скошен на высоте 6-10 см. На 4 день после уборки высушенного сена (15 июля) было произведено внесение жидкой фракции навоза методом полива. В качестве сравнительного варианта в эксперименте для подкормки растений использовалась аммиачная селитра в дозе советующей жидкой фракции навоза по содержанию азота. Схема микрополевого опыта включала в себя следующие варианты: 1 - контроль; 2 -N₆₀ (аммиачная селитра); 3 -100 т/га (ЖФН); 4 - 200 т/га (ЖФН).

Через 30 суток после полива и полного отрастания травостоя проводили учет запасов фитомассы растений и отбор почвенных и растительных образцов. Общая площадь делянки 1 м², расположение – систематическое. Каждый вариант заложен в четырехкратной повторности. Глубина отбора почвенных образцов 0-20 см. В почвенных образцах определяли: реакцию почвенного раствора ионометрическим методом (ГОСТ 26423-85); нитратный азот (ГОСТ 26488-85); обменный аммоний (ГОСТ 26489-85); подвижный фосфор (ГОСТ 26204-91); обменный калий (ГОСТ 26204-91); содержание общего гумуса по Тюрину (Сгумуса) по И.В. Тюрину. Основные показатели по химическому составу растительного вещества получены при помощи следующих методов: азот (ГОСТ 32044.1-2012); фосфор (ГОСТ ISO 6491-2016); калий (ГОСТ 30504-97). Статистическая обработка полученных результатов проведена методами дисперсионного анализа и описательной статистики с использованием программы Microsoft Excel XP.

Внесение азотных удобрений с действующим веществом N₆₀ и жидкой фракции навоза КРС в дозе 100 и 200 т/га в период активного отрастания трав путем некорневой подкормки оказало различное влияние на пополнение органического в почве. Содержание Сгумуса в серой лесной почве на варианте опыта с аммиачной селитрой в дозе N₆₀ соответствовало контрольному варианту (табл. 1). Отклик малогумусированной серой

лесной почвы на внесение жидкой фракции навоза был более значительным. При поступлении в почву 100 и 200 т/га жидкой фракции отмечалось достоверное накопление Сгумуса, превышающее контроль на 159-417 мгС/100г или 0,2-0,4 % соответственно. Незначительное увеличение содержания общего азота на 0,02-0,03 % отмечено на всех вариантах опыта, где применялась жидкая фракция навоза. При внесении в серую лесную почву 100 т/га ЖФН отмечено изменение уровня обеспеченности гумуса азотом до среднего (10,9).

Таблица 1 – Содержание общего углерода и азота в серой лесной почве

Вариант	C, %	N, %	C:N
Контроль	2,02	0,18	11,2
N ₆₀ (NH ₄ NO ₃)	2,06	0,18	11,4
100 т/га (ЖФН)	2,18	0,20	10,9
200 т/га (ЖФН)	2,44	0,21	11,6
p ₀₅	0,050*	0,201	

Слабокислая реакция среды серой лесной почвы сохранялась на всех вариантах опыта (6,3-6,4 ед. рН) (табл. 2). Интенсивный рост травостоя в условиях высоких температур и избыточного увлажнения определил интенсивный вынос азота. После второго укоса мятликово-пырейной ассоциации отмечалась очень низкая обеспеченность серой лесной почвы минеральным азотом без существенных различий по вариантам опыта. Несмотря на несбалансированность жидкой фракции навоза по подвижному фосфору, доза 200 т/га в качестве подкормки обеспечила его увеличение в почве на 16-22 мг/кг по сравнению с другими вариантами опыта. При низкой обеспеченности серой лесной почвы подвижным фосфором доза ЖФН 200 т/га определила среднее содержание P₂O₅ в почве.

Таблица 2 – Агрохимическое состояние серой лесной почвы

Вариант	рН _{н2о}	N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
		мг/кг			
Контроль	6,38	3,1	1,5	146,0	72,2
N ₆₀ (NH ₄ NO ₃)	6,31	2,9	1,9	140,0	73,2
100 т/га (ЖФН)	6,29	2,1	1,5	140,0	80,4
200 т/га (ЖФН)	6,33	3,3	1,5	162,0	122,4
p ₀₅	0,304	0,072	0,221	0,022*	0,045*

Серая лесная почва естественного сенокоса характеризовалась средней обеспеченностью обменным калием (72 мг/кг). Установлено, что только доза внесения жидкой фракции навоза 200 т/га обеспечивала высокое содержание обменного калия (122 мг/кг).

Учет продуктивности естественного сенокоса в период второго укоса показал преимущество в качестве подкормки органических удобрений перед минеральными (рис.).

Внесение в почву жидкой фракции навоза способствовало активному отрастанию отавы сенокоса и увеличению запасов сухой фитомассы на 26 и 54 % по сравнению с контролем. Максимальные запасы фитомас-

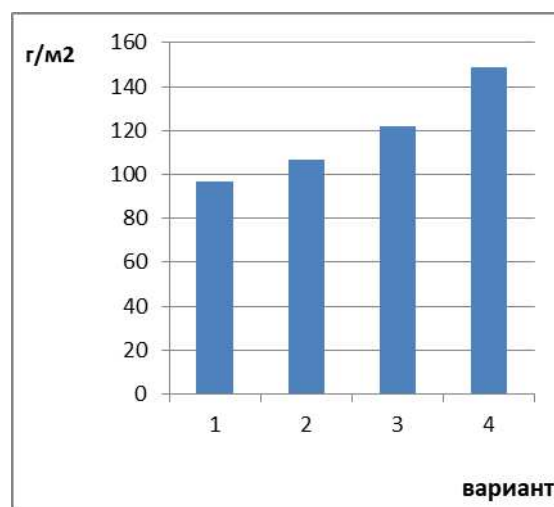


Рисунок – Запасы сухой фитомассы естественного сенокоса (г/м²) на вариантах опыта: 1. Контроль; 2. N₆₀ (аммиачная селитра); 3. 100 т/га (ЖФН); 4. 200 т/га (ЖФН); p = 0,0405

сы сформировались при внесении 200 т/га ЖФН (149 г/м²). Согласно научным исследованиям [4], органические удобрения в виде бесподстильного навоза повышенной влажности служат источником необходимых для растений питательных веществ и при оптимизации доз и сочетаний с минеральными удобрениями являются важным фактором формирования благоприятного флористического состава лугопастбищных ценозов, повышения их урожайности (на 50–60 % и более) и получения ценных, экологически безопасных кормов. Исследованиями [5] доказано, что органические удобрения оказывают наибольшее положительное влияние на плотность и высоту травостоя.

Таким образом, доза жидкой фракции навоза 200 т/га показала эффективность на серой лесной почве в условиях естественного сенокоса. При максимальной продуктивности трав второго укоса лугового фитоценоза (149 г/м²) установлено достоверное увеличение в почвах углерода органического вещества на 0,4 %, повышение содержания P₂O₅ до средней обеспеченности (162 мг/кг) и K₂O до высокой обеспеченности (122 мг/кг).

Финансирование. Исследование выполнено в рамках реализации проекта №2023091009823 «Разработка технологии переработки побочных продуктов животноводства с получением органических удобрений и субстратов», конкурса прикладных научных исследований в интересах НОЦ «Енисейская Сибирь» в целях импортозамещения, при поддержке Правительства Красноярского края и краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности».

Список литературы

1. Косолапов, В.М. Кормопроизводство в экономике сельского хозяйства / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – №1. – С. 31-32.
2. Кураченко, Н. Л. Эффективность применения биологического стимулятора "Гипергрин" при возделывании яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи / Н. Л. Кураченко, А. В. Шаропатова // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 12(153). – С. 49-56.
3. Kurachenko, N. L. Formation of the physical state and carbon stocks in organic matter of agrochernozen under the influence of resource-saving technologies / N. L. Kurachenko, O. A. Vlasenko, A. A. Kolesnik // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 20–22 июня 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 315. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – P. 42022.
4. Мерзлая, Г.Е. Формирование лугопастбищных травостоев при использовании органических удобрений / Г.Е. Мерзлая // Роль культурных пастбищ в развитии молочного скотоводства Нечерноземной зоны России в современных условиях: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции по развитию лугопастбищного хозяйства, посвященной 50-летию ОАО «Михайловское» Ярославской области. – Ярославль, 2010. – С. 153-160.
5. Петрук, В.А. Влияние органических и минеральных удобрений на продуктивность естественных сенокосов и пастбищ степной зоны Новосибирской области / В.А. Петрук // Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия: Материалы научно-производственной конференции с международным участием. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2018. – С. 263-269.
6. Сидоров, Ю.Н. Формирование и поддержание продуктивного долголетия естественных и сеяных сенокосов при ежегодном подзимнем внесении минеральных удобрений / Ю.Н. Сидоров, Н.Н. Докина, О.М. Данилова // Вестник мясного скотоводства. – 2011. – Т. 4, № 64. – С. 118-121.

ВЛИЯНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НА ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ РАЗНЫХ ТИПОВ СТРЕССУСТОЙЧИВОСТИ

Меншиков Николай Николаевич, соискатель

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

e-mail: nmenshikov@mail.ru

Чеченихина Ольга Сергеевна, доктор биологических наук, доцент

Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

e-mail: olgachech@yandex.ru

Аннотация. Автоматизация процессов в молочном скотоводстве, несмотря на свою эффективность, может негативно сказываться на состоянии животных, вызывая стрессовые состояния. Актуальным является изучение влияния линейной принадлежности коров различных типов стрессустойчивости на уровень их молочной продуктивности. Объектом исследований стали коровы первой лактации голштинской породы ($n=119$). Исследования проведены в племенном стаде Колхоза «Урал» (Ирбитский район, Свердловская область). Установлено, что уровень стрессустойчивости у коров молочного направления продуктивности (голландская порода) данного стада различается в зависимости от линейной принадлежности. Разница в показателях удоя животных за различные периоды лактации более значительна в группе коров линии Рефлексн Соверинг 198998 (1119,8 кг при $p < 0,001$), а по массовой доле белка – в группе коров линии Вис Бэк Айдиал 1013415 (0,13 % при $p < 0,001$).

Ключевые слова: стресс, крупный рогатый скот, стрессустойчивость коров, линейная принадлежность, роботизированное доение

THE INFLUENCE OF LINEAR AFFILIATION ON THE INDICATORS OF DAIRY PRODUCTIVITY OF COWS OF DIFFERENT TYPES OF STRESS TOLERANCE

Menshchikov Nikolay Nikolaevich, Applicant

State Agrarian University of the Northern Urals, Tyumen, Russia

e-mail: nmenshikov@mail.ru

Chechenikhina Olga Sergeevna, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

e-mail: olgachech@yandex.ru

Abstract. Automation of processes in dairy farming, despite its effectiveness, can negatively affect the condition of animals, causing stressful conditions. It is relevant to study the influence of the linear affiliation of cows of various types of stress resistance on the level of their milk productivity. The object of research was cows of the first lactation of the Holstein breed ($n=119$). The research was conducted in the breeding herd of the Ural Collective Farm (Irbitskiy district, Sverdlovsk region). It has been established that the level of stress resistance in dairy cows (Holstein breed) of this herd varies depending on the line membership. The difference in animal milk yield over different periods of lactation is more significant in the group of cows of the Reflection Sovering 198998 line (1119.8 kg at $p < 0.001$), and in terms of the mass fraction of protein – in the group of cows of the Vis Back Ideal 1013415 line (0.13% at $p < 0.001$).

Keywords: stress, cattle, stress resistance of cows, linear affiliation, robotic milking

Ученые утверждают, что стрессустойчивость коров примерно на 70% обусловлено условиями кормления, содержания и ухода [1]. Автоматизация процессов в молочном скотоводстве, несмотря на свою эффективность, может негативно сказываться на состоянии

животных. Процессы автоматизации доения, удаления навоза и перемещения коров могут сопровождаться шумом, вызывающим стресс у животных. Плотное содержание также оказывает негативное влияние. Не менее важен рацион питания. Недостаток корма или воды, перекармливание, нарушения режима кормления, изменение состава рациона, использование некачественных кормов могут привести к дисбалансу микрофлоры рубца, нарушению обмена веществ и ухудшению общего состояния здоровья животных. Климатические условия также играют важную роль. Переохлаждение, перегрев, недостаточная вентиляция в помещении негативно сказываются на продуктивности коров, а тепловой стресс оказывает наибольшее влияние на объемы удоя. В силу своей социальной природы коровы нуждаются в соблюдении иерархии и дистанции в стаде. Постоянная борьба за доступ к корму, поилкам и комфортным местам для отдыха может приводить к стрессу и травмам. Наконец, проведение вакцинации и других ветеринарно-зоотехнических мероприятий требует тщательного планирования и исполнения, чтобы свести к минимуму стресс для животных [2, 3].

При этом важно отметить влияние наследственных особенностей на восприятие животными различных стресс-факторов [4, 5].

Цель исследований – проанализировать результаты оценки влияния линейной принадлежности на показатели молочной продуктивности коров разных типов стрессустойчивости.

Объектом исследований стали коровы первой лактации голштинской породы (n=119).

Материалы и методы. Исследования проведены в племенном стаде «Колхоз «Урал» (Ирбитский район, Свердловская область). Исследуемое поголовье распределено по группам относительно линейной принадлежности (Вис Бэк Айдиал (n=55), Рефлекшн Соверинг (n=64)). Для доения животных на предприятии применяются роботизированные установки компании Lely Astronaut A5. Коров распределяли в зависимости от уровня устойчивости к стрессам, коэффициент синхронности молокоотдачи по формуле:

$$K_{см} = \frac{y_1}{y}, \text{ где} \quad (1)$$

$K_{см}$ – коэффициент синхронности отдачи молока;

y_1 – наибольшая разница в количестве молока при выдаивании за один цикл доения из каждой четверти молочной железы, кг;

y – разовый удой, кг.

Вычисляли среднее значение $K_{см}$ по исследуемому стаду молочных коров, находили процентное соотношение $K_{см}$ к среднему значению стада, затем распределяли животных на группы относительно уровня устойчивости к стрессам стада:

- низкий уровень – 110,0% и более ($K_{см} = 0,25$ и более);
- средний уровень – 100,0–109,0% ($K_{см} = 0,24 – 0,22$);
- высокий уровень – менее 100,0% ($K_{см} = 0,21$ и менее).

Удой за периоды лактации, массовая доля жира и белка в молоке коров фиксировались автоматически операционной системой доильной установки за каждое доение. Интерпретация полученных результатов производилась с помощью программы «Microsoft Excel».

Результаты. Установлено, что животных с высоким уровнем устойчивости к стрессам больше в группе животных линии Рефлекшн Соверинг 198998 (31 гол. или 48,5 %) (Рисунок 1).

Анализ данных демонстрирует прямую корреляцию между уровнем стрессоустойчивости коров и объемом удоя в начальный период лактации. Как видно из таблицы 1, во всех изученных группах животных наибольший удой за первые сто дней лактации наблюдался у особей с высоким уровнем стрессоустойчивости. Средняя разница в удое по сравнению с коровами со средней стрессоустойчивостью составила 582,7 кг, а по сравнению с коровами с низким уровнем стрессоустойчивости – 626,2 кг (при уровне значимости $p < 0,001$).

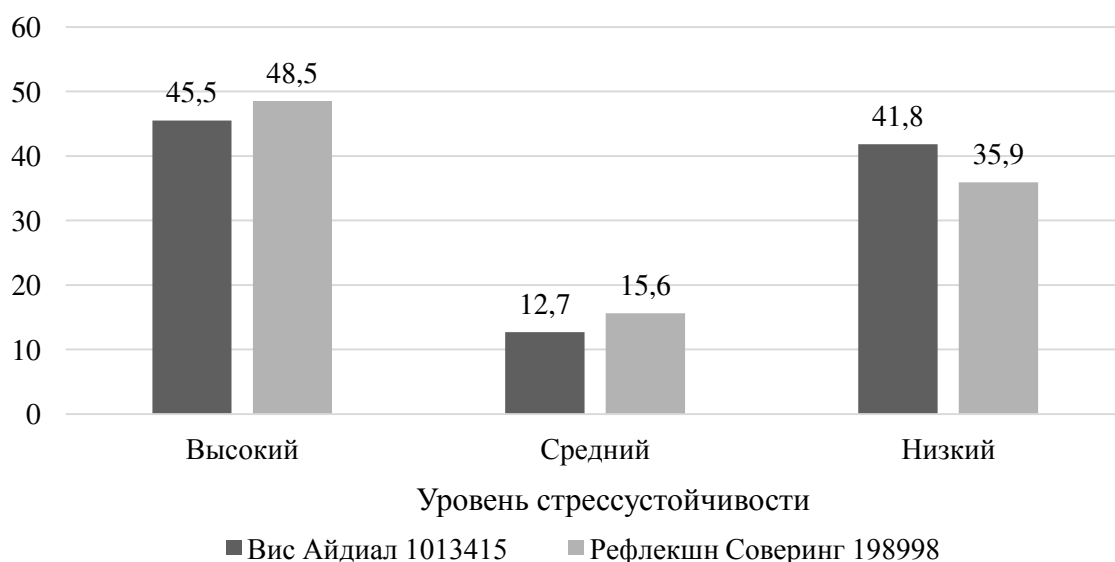


Рисунок 1 – Распределение коров различных линий по уровню стрессустойчивости, % голов

Более существенные различия в объеме удоя за 305 дней лактации выявлены у коров линии Рефлекшн Соверинг 198998. В этой группе по сравнению с животными средней стрессоустойчивости разница составила 816,7 кг, а по сравнению с коровами с низким уровнем стрессоустойчивости - 1119,8 кг (при уровне значимости $p < 0,001$).

Таблица 1 – Показатели молочной продуктивности коров различных уровней стрессустойчивости в зависимости от линейной принадлежности, $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$

Уровень стрессустойчивости коров	Линейная принадлежность коров							
	Вис Бэк Айдиал 1013415				Рефлекшн Соверинг 198998			
	удой, кг		МДЖ, %	МДБ, %	удой, кг		МДЖ, %	МДБ, %
	за 100 дней лактации	за 305 дней лактации			за 100 дней лактации	за 305 дней лактации		
Высокий	4529,5 ±93,1***	9323,6 ±248,6	4,21 ±0,05	3,32 ±0,03	4490,4 ±99,2***	10006,0 ±221,8***	4,07 ±0,04	3,26 ±0,03
Средний	3938,0 ±269,1	9223,1 ±368,4	4,16 ±0,10	3,39 ±0,05	3916,1 ±130,1	9189,3 ±333,8	4,13 ±0,05	3,29 ±0,03
Низкий	3871,2 ±158,0	9051,6 ±212,6	4,23 ±0,06	3,45 ±0,04***	3896,4 ±168,8	8886,2 ±151,2	4,16 ±0,05	3,30 ±0,04

*** $p < 0,001$

Массовые доли жира и белка в молоке коров различных линий и уровней устойчивости к стрессам различались незначительно. При этом у первотелок линии Вис Бэк Айдиал 1013415 разница массовая доля белка в молоке достоверно выше в группе коров с низким типом стрессустойчивости по сравнению с высоким на 0,13 % (при $p < 0,001$).

Закключение. Таким образом, уровень стрессустойчивости у коров молочного направления продуктивности (голландская порода) данного стада различается в зависимости от линейной принадлежности. Разница в показателях удоя животных за различные периоды лактации более значительна в группе коров линии Рефлекшн Соверинг 198998 (1119,8 кг при $p < 0,001$), а по массовой доле белка – в группе коров линии Вис Бэк Айдиал 1013415 (0,13 % при $p < 0,001$).

Список литературы

1. Землянухина, Т. Н. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров в зависимости от их стрессоустойчивости / Т. Н. Землянухина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 5(199). – С. 62-66. – EDN KLSHSO.
2. Лепехина, Т.В. Продуктивность коров-первотелок разных линий в стаде ООО «Авдеевское» Московской области / Т. В. Лепехина // Вестник Ошского государственного университета. – 2022. – № 4. – С. 81-93. – DOI: 10.52754/16947452_2022_4_81.
3. Путинцева, С.В. Сравнительный анализ молочной продуктивности коров-первотелок голштинской породы разного происхождения / С. В. Путинцева, С. Л. Сафронов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2 (71). – С. 87-94. – DOI: 10.24412/2078-1318-2023-2-87-94.
4. Свитенко, О.В. Хозяйственно-биологические особенности голштинских коров разных линий / О. В. Свитенко, З. Т. Калмыков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 171. – С. 284-291. – DOI: 10.21515/1990-4665-171-019.
5. Чеченихина, О. С. Оценка быков-производителей по типу стрессоустойчивости дочерей / О. С. Чеченихина // Вестник Курганской ГСХА. – 2020. – № 4(36). – С. 38-42. – EDN QDBBQN.

КРЫЖОВНИК: МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЯГОД В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Мистратова Наталья Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: mistratova@mail.ru

Аннотация. В работе приводятся результаты исследований по изучению морфометрических параметров ягод крыжовника в условиях лесостепной зоны Красноярского края. Установлено, что по морфометрическим параметрам - вес ягоды, высота ягоды, диаметр ягоды выделился сорт Уральский розовый – все изучаемые показатели превысили контрольный вариант сорт Черный Черкашина.

Ключевые слова: крыжовник, сорт, ягода, морфометрия, Красноярская лесостепь

GOOSEBERRY: MORPHOMETRIC PARAMETERS OF BERRIES IN THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

Mistratova Natalia Aleksandrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: mistratova@mail.ru

Abstract. The paper presents the results of a study examining the morphometric parameters of gooseberries grown in the forest-steppe zone of Krasnoyarsk Krai. It was found that the Ural'skiy Rozovski variety stood out in terms of morphometric parameters—berry weight, berry height, and berry diameter—with all studied parameters exceeding the control variety, Cherny Cherkashina.

Keywords: gooseberry, variety, berry, morphometry, Krasnoyarsk forest-steppe

В условиях резко-континентального климата Сибири крыжовник выращивают в основном на приусадебных участках садоводы-любители. Это связано с ограниченным сортиментом сортов, рекомендуемых для возделывания на территории Красноярского края, поражаемостью растений мучнистой росой, шиповатостью, а также подмерзанием однолетних побегов в отдельные годы [1, 2, 9]. Крыжовник ценится за высокую урожайность, раннее вступление в плодоношение, особенный вкус и лечебные свойства плодов [7, 8]. О. В. Курашев и Ю. Г. Титова [5] отмечают, что современная стратегия селекции крыжовника должна ориентироваться на выведении трех групп сортов – для промышленного производства, любительского садоводства и группы универсальных сортов. В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию по Красноярскому краю на 2025 год рекомендовано к возделыванию всего восемь сортов крыжовника - Конфетный, Надежный, Розовый 2, Русский, Уральский изумруд, Черный Черкашина, Шершневский, Яркий, что является недостаточным. Поэтому проведение сравнительной оценки морфометрических параметров ягод крыжовника является актуальным.

Цель работы – изучить морфометрические параметры ягод крыжовника в условиях Красноярской лесостепи.

Исследования проведены в 2025 году на территории коллекционного участка ООО «Садовый центр Аграрного университета» в лесостепной зоне садоводства Красноярского края. Объекты исследований – сорта крыжовника Черный Черкашина (контроль), Владил, Уральский розовый, Консул. Повторность опыта трехкратная. Размещение делянок систематическое. Схема посадки растений 3×1,5 м. Оценку массы ягод у сортов крыжовника проводили по общепринятой методике [4]. Линейные размеры ягод замеряли

штангенциркулем цифровым электронным Strong СТИ-62000150. Математическая обработка результатов исследований выполнена с использованием компьютерной программы SNEDECOR.

Результаты опыта показали, что наибольшая высота ягоды отмечена у контрольного сорта Черный Черкашина – 2,48 см (таблица). Это связано с тем, что ягоды данного сорта имеют вытянутую грушевидную форму (рисунок). У других изучаемых сортов высота ягоды достоверно меньше контроля - 2,27 см (Консул), 2,29 см (Владил), 2,37 см (Уральский розовый), что подтверждено статистически ($HCp_{05}=0,10$).

Таблица 1 – Морфометрические параметры ягод крыжовника

Сорт	Высота ягоды, см	Диаметр ягоды, см	Вес ягоды, г
Черный Черкашина (контроль)	2,48	1,35	2,16
Владил	2,29	1,74	4,12
Уральский розовый	2,37	2,08	6,26
Консул	2,27	1,72	4,00
HCp_{05}	0,10	0,41	1,80

У сорта Уральский розовый длина наибольшего поперечного сечения была самой большой и составила 2,08 см, что выше относительно контрольного сорта Черный Черкашина на 0,73 см или в 1,5 раза. У сортов Консул и Владил данный показатель был также выше контроля и варьировал в пределах 1,72-1,74 см соответственно, но полученные результаты не имеют математического подтверждения. О. Н. Куулар, Г. Я. Литвинова и Л. И. Наталевич [6] отмечают, что масса ягоды – это важный сортовой признак продуктивности ягодных культур. Оценка сортов по средней массе ягоды определяет урожайность культуры, а также ее товарно-потребительские качества. Именно крупноплодность наиболее тесно коррелирует с урожайностью. Перспективны сорта крыжовника с массой одной ягоды в пределах 4,0-6,0 г.

Из всех изученных сортов по массе ягоды выделился – Уральский розовый (6,26 г), полученный показатель достоверно превысил вес ягоды контрольного сорта Черный Черкашина в 2,9 раз. У сортов Консул и Владил вес ягоды был меньше, чем у сорта Уральский



Ягоды изучаемых сортов крыжовника, июль 2025 г.

розовый, но выше, чем на контроле на 1,84 – 1,96 г (4,00 и 4,12 г соответственно), что имеет математическое подтверждение ($HCp_{05}=1,80$). Известно, что на массу ягоды влияют не только сортовые особенности, но и сложившиеся погодные условия в вегетационный период [3].

В результате исследований установлено, что среди изучаемых сортов по морфометрическим параметрам ягод выделился сорт Уральский розовый. Диаметр ягоды составил - 2,08 г, вес ягоды - 6,26 г. При этом другие изучаемые сорта также имели показатели выше контрольного сорта, но ниже, чем у сорта Уральский розовый. Поэтому рекомендуем для возделывания в любительском садоводстве сорт Уральский розовый за наибольшую крупноплодность ягод.

Список литературы

1. Бопп, В. Л. Плодоводство Сибири / В. Л. Бопп, Е. М. Кузьмина, Н. А. Мистратова. – 2-е издание, дополненное и переработанное. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – 387 с.
2. Готкин, Д. В. Крыжовник: ассимиляционная поверхность саженцев при использовании некорневых подкормок микроэлементами / Д. В. Готкин, Е. В. Брюханов, Д. С. Романовский, Н. А. Кириченко // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : материалы всероссийской научно-практической конференции: в 4 томах, Иркутск, 06–07 марта 2020 года. Том I. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2020. – С. 43-50.
3. Гусева, Н. К. Сравнительная оценка инорайонных сортов крыжовника в условиях сухостепной зоны Бурятии / Н. К. Гусева, Н. А. Васильева // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2025. – № 3(80). – С. 6-13.
4. Джигадло, Е. Н. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Е. Н. Джигадло, Е. А. Долматов, В. В. Жданов, С. Д. Князев и др. – Орел: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур, 1999. – С. 351-374.
5. Курашев, О. В. Качество плодов у отдаленных (межвидовые) гибридов крыжовника с участием вида *Grossularia robusta* / О. В. Курашев, Ю. Г. Титова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2022. – № 4. – С. 36-39.
6. Куулар, О. Н. Оценка сортов ягодных культур по массе ягод на юге Сахалина / О. Н. Куулар, Г. Я. Литвинова, Л. И. Наталевич // Плодоводство и ягодоводство России. – 2022. – Т. 71. – С. 29-38.
7. Мистратова, Н. А. Зависимость между элементным составом листьев и качеством посадочного материала крыжовника / Н. А. Мистратова, В. Л. Бопп // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 21–23 апреля 2020 года / Ответственные за выпуск: В.Л. Бопп, Сорокатая Е.И.. Том Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – С. 245-249.
8. Теряева, А. В. Исторические аспекты происхождения и распространения крыжовника / А. В. Теряева, Н. А. Кириченко // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XVIII Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 15–17 марта 2023 года. Том Часть 1. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 31-34.
9. Mistratova, N. Morphochemical parameters of assimilation surface of planting material *Grossularia Mill* depending on different backgrounds of non-root feeding / N. Mistratova, V. Bopp // International Conferences “Plant Diversity: Status, Trends, Conservation Concept” 2020 : International Conferences “Plant Diversity: Status, Trends, Conservation Concept”, Novosibirsk, 30 сентября – 03 2020 года. Vol. 24. – Novosibirsk: Web of Conferences, 2020. – P. 00054. – DOI 10.1051/bioconf/20202400054.

ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ОТ СРОКОВ УБОРКИ

Плеханова Людмила Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: plechanova-11967@mail.ru

Аннотация. В условиях лесостепной зоны Красноярского края, с затяжной уборочной компанией очень важно знать, как тот или иной сорт пшеницы приспособлен к условиям этой зоны и способен ли давать урожай высокого качества. Технологические свойства зерна пшеницы определяли по общепринятым методикам. Определяли массу 1000 зерен, натуру, стекловидность и амилолитическую активность зерна (на приборе амилограф, предназначенном для определения вязкости суспензии из пшеничной или ржаной муки). Схема опытов была следующей: 1 срок – уборка прямым комбайнированием в фазе полной спелости зерна – своевременная; 2 срок уборка при перестое, через 10 дней; 3 срок уборка при перестое, через 20 дней перестоя, после воздействия на зерно атмосферных осадков. Для исследования были взяты 8 районированных сортов: раннеспелые - Новосибирская 15; среднеранние: Канская, Алтайская 70, Новосибирская 31; среднеспелые: Красноярская 12, Алтайская 75, Бейская; среднепоздние: Свирель (таблица 1).

Ключевые слова: пшеница, сорт, качество, сроки уборки, методы

DEPENDENCE OF WHEAT GRAIN QUALITY ON HARVESTING TIMES

Plekhanova Lyudmila Vasilievna, Candidate of Agricultural Sciences
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: plechanova-11967@mail.ru

Abstract. In the conditions of the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory, with a protracted harvesting company, it is very important to know how a particular variety of wheat is adapted to the conditions of this zone and whether it is capable of yielding high-quality crops. The technological properties of wheat grain were determined according to generally accepted methods. The mass of 1000 grains, the nature, vitreousness and amylolytic activity of the grain were determined (on an amylograph device designed to determine the viscosity of a suspension of wheat or rye flour). The experimental design was as follows: 1st term – direct harvesting at full grain maturity; 2nd term – harvesting after 10 days of overstay; 3rd term – harvesting after 20 days of overstay, after exposure to precipitation. Eight zoned varieties were used for the study: Novosibirskaya 15 (early-ripening); mid-early: Kanskaya, Altayskaya 70, Novosibirskaya 31; mid-season: Krasnoyarskaya 12, Altayskaya 75, Beyskaya; mid-late: Svirel (Table 1).

Keywords: wheat, variety, quality, harvesting time, methods

В современных условиях основным методом уборки яровой мягкой пшеницы является прямое комбайнирование. При этом сохраняются накопившиеся в зерне высокие технологические свойства, необходимые для пищевой и перерабатывающей промышленности.

Основной целью работы было изучение влияния сроков уборки мягкой яровой пшеницы на технологические свойства зерна районированных сортов разной спелости. Для основной продовольственной культуры – пшеницы большое значение имеют мукомольно-хлебопекарные качества зерна, его способность давать высокий выход и хороший хлеб. В условиях лесостепной зоны Красноярского края с затяжной уборочной компанией очень важно знать, как тот или иной сорт пшеницы приспособлен к условиям этой зоны и способен ли давать урожай высокого качества. Одной из причин снижения технологических качеств

зерна является высокая влажность в период созревания, что приводит к перестое зерна на корню и несвоевременной уборке урожая [1, 2].

Методы исследования. Технологические свойства зерна пшеницы определяли по общепринятым методикам [3]. Определяли массу 1000 зерен, натуру, стекловидность и амилалитическую активность зерна (на приборе амилограф, предназначенном для определения вязкости суспензии из пшеничной или ржаной муки).

Схема опытов была следующей: 1 срок – уборка прямым комбайнированием в фазе полной спелости зерна – своевременная; 2 срок уборка при перестое, через 10 дней; 3 срок уборка при перестое, через 20 дней перестоя, после воздействия на зерно атмосферных осадков. Для исследования были взяты 8 районированных сортов: раннеспелые - Новосибирская 15; среднеранние: Канская, Алтайская 70, Новосибирская 31; среднеспелые: Красноярская 12, Алтайская 75, Бейская; среднепоздние: Свирель.

Результаты исследований. Очень важно было выяснить, насколько объективно показатели амилограммы отражают амилалитическую способность муки. По полученным результатам у раннеспелого сорт Новосибирская 15 по данному показателю при уборке в оптимальный срок и при перестое на 10 дней формировалось зерно по хлебопекарным качествам как лучшая по качеству мука, пригодная для выпечки на закваске и дрожжах. При перестое происходит ухудшение качества и мука пригодна только при кислом ведении теста, на дрожжах получается влажный мякиш. По показателю массы 1000 зерен в зависимости от сроков уборки составлял 29,5 г. (оптимальный срок) с последующим понижением на 1,6 - 2,1 г. соответственно. Показатели натуры и стекловидности зерна более высокие были получены у зерна, убранного в фазу полной спелости зерна – 1 сроке (таблица 1).

Таблица 1 - Влияния сроков уборки на качество зерна яровой мягкой пшеницы

Сорт	Срок	Масса, г.	Натура, г/л	Стекловидность, %	Амилалитическая активность, е. ам.
Новосибирская 15	1 срок	29,5	781	53	468
	2 срок	27,9	774	49	485
	3 срок	28,4	754	48	325
Канская	1 срок	29,6	771	56	590
	2 срок	31,1	779	50	465
	3 срок	31,1	762	41	370
Алтайская 70	1 срок	33,4	797	54	605
	2 срок	34,0	778	42	60
	3 срок	35,8	778	35	470
Новосибирская 31	1 срок	30,1	805	51	610
	2 срок	28,9	809	51	355
	3 срок	25,5	798	46	345
Красноярская 12	1 срок	33,9	776	49	595
	2 срок	32,5	770	41	780
	3 срок	31,6	770	41	605
Алтайская 75	1 срок	34,5	807	65	385
	2 срок	33,4	805	48	275
	3 срок	32,3	813	48	285
Свирель	1 срок	32,4	794	61	420
	2 срок	33,9	778	48	350
Бейская	1 срок	30,9	793	54	425
	2 срок	34,1	786	41	505

Среднеранние и среднеспелые сорта, позволяющие раньше начинать уборочные работы, необходимы для лесостепной зоны Красноярского края. Сорта Канская, Алтайская 70, Новосибирская 31, Алтайская 75, Красноярская 12 формировали зерно по показателю амилалитической активности на уровне IV группы качества (высота амилограммы 350-650

е.а.), перестой на корню не повлиял на технологические качества. На показатели массы 1000 зерен, натуры, стекловидности данных сортов также не оказал существенного влияния. Натура зерна отвечала требованиям, предъявляемым к продовольственному зерну мягкой яровой пшеницы.

При перестое происходило незначительное снижение технологических качеств зерна, но в целом оно оставалось на высоком уровне, что в первую очередь можно отнести к сортовым особенностям районированных сортов формировать урожай высокого качества независимо от погодных условий.

Среднепоздний сорт пшеницы Свирель при первом сроке имел все технологические показатели на уровне сильных пшениц. Снижение показателя амилалитической активности при втором сроке несущественно снизило показатели качества, группа качества не изменилась (IV).

В то же время среднеранний сорт Алтайская 75 при втором и третьем сроке снизил качество зерна по показателю амилалитической активности и перешел в III группу (пригодна при кислом ведении теста, на дрожжах получается влажный мякиш).

Выводы: В условиях лесостепной зоны Красноярского края возможно получение высококачественного урожая даже в условиях перестоя зерна на корню. В этом случае возрастает роль сорта, способного формировать высококлассное зерно. Устойчивость технологических показателей за исследуемый период можно считать генотипической способностью изучаемых сортов.

Список литературы

1. Егушова, Е. А. Подбор сортов яровой мягкой пшеницы по оценке стабильности формирования товарного зерна в условиях юго-востока Западной Сибири / Е. А. Егушова, Е. П. Кондратенко, Л. Г. Пинчук, Н. У. Юркеева, О. Г. Короткова // ВЕСТНИК МичГАУ. – 2010. – № 1. – С. 38–41.
2. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. – М., 1988. – 107 с.
3. Плеханова, Л. В. Технологические качества зерна: практическое пособие / Л. В. Плеханова. – Красноярск: ООО ПК «Знак», 2013. – 34 с.

ЗАКОНЫ ФИЗИКИ В ВОПРОСАХ СОХРАНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

Полубедов Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент
Донской государственный аграрный университет, Новочеркасск, Россия
e-mail: smusngma@yandex.ru

Белокрылова Мария Ивановна, студент
Донской государственный аграрный университет, Новочеркасск, Россия
e-mail: samokhvalova.masha05@mail.ru

Аннотация. Законы физики играют ключевую роль в сохранении почвенного плодородия. В статье рассматривается взаимосвязь физических процессов, таких как диффузия, теплопередача и капиллярность, с биологическими аспектами почвы. Особое внимание уделено влиянию структуры грунта на водный режим и доступность питательных веществ растениям. Анализируются современные методы мониторинга и управления состоянием почв, основанные на физических принципах, что позволяет оптимизировать агротехнические мероприятия и повысить урожайность культур.

Ключевые слова: законы физики, почвенное плодородие, физика почв, эрозия почв, механика грунтов, водопроницаемость, капиллярность, теплопроводность почвы, влагозадержание, структура почвы, плотность грунта, фильтрация, агрофизика, сохранение влаги

LAWS OF PHYSICS IN CONSERVATION SOIL FERTILITY

Sergey Nikolaevich Polubedov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk, Russia
e-mail: smusngma@yandex.ru

Maria Ivanovna Belokrylova, Student
Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk, Russia
e-mail: samokhvalova.masha05@mail.ru

Abstract. The laws of physics play a key role in maintaining soil fertility. This article examines the relationship between physical processes such as diffusion, heat transfer, and capillarity and the biological aspects of soil. Particular attention is paid to the influence of soil structure on water management and nutrient availability to plants. Modern methods of soil monitoring and management based on physical principles are analyzed, allowing for the optimization of agricultural practices and increased crop yields.

Keywords: laws of physics, soil fertility, soil physics, soil erosion, soil mechanics, water permeability, capillarity, soil thermal conductivity, water retention, soil structure, soil density, filtration, agrophysics, moisture conservation

Современное понимание сохранения почвенного плодородия давно вышло за рамки агрохимии и биологии, поскольку фундаментальные физические процессы во многом определяют способность почвы удерживать влагу, питательные элементы, сохранять структуру, сопротивляться эрозионным процессам и обеспечивать жизнеспособность биоты [2]. В научной литературе последних десятилетий почва рассматривается как сложная физико-химическая система, на функционирование которой влияет целый спектр законов классической и современной физики – гидродинамики, механики грунтов, молекулярной физики, термодинамики, электростатики и реологии [1]. По словам К. Хиллела, одного из наиболее цитируемых исследователей в области почвенной физики, “почва – это живое тело, обладающее свойствами конденсированной материи, пористой структуры, коллоидных

систем и гетерогенной биосферы” [9]. Именно поэтому сохранение плодородия невозможно без глубокого понимания физических свойств почвенной массы.

Литературный обзор показывает, что ключевые основы физического анализа почв были заложены еще в работах Баксанда, Дидье и Брукса, изучавших движение влаги в пористом пространстве и формирование капиллярных связей [8]. Российская школа стала развивать физические принципы почвоведения через работы Качинского, Гои и Роде, которые определили фундаментальные параметры: пористость, водоудерживающую способность, воздушный режим, теплоперенос и механическую устойчивость агрегатов [3]. В более поздних исследованиях, таких как работа Лала [4], физика почвы рассматривается через призму глобальных процессов – водной и ветровой эрозии, деградации гумуса, изменения климата, уменьшения структурной прочности. Таким образом, накопленный научный материал показывает, что физические процессы – не вспомогательная часть почвоведения, а его фундамент.

Первое, что связывает физику и плодородие – закон сохранения массы, который объясняет баланс органического вещества, влаги и питательных элементов. Потери почвенного покрова никогда не происходят “сами по себе”: каждая частица грунта переносится силой потока, ветром, гравитацией или в растворенном состоянии. Когда скорость выноса частиц превышает скорость их образования, происходит деградация. По данным Лала, ежегодно агросистемы мира теряют свыше 24 млрд тонн плодородной почвы, и почти все эти процессы – следствие физической динамики водных и ветровых потоков [4]. С той же закономерностью работает и водный цикл: влага не исчезает, а перераспределяется. Если почва утрачивает пористость, инфильтрация уменьшается, а сток возрастает, что ведет к засухам верхнего горизонта и эрозии склонов. Таким образом, простое следствие закона сохранения массы объясняет, почему разрушенная структура ускоряет потерю влаги.

Не меньшее значение имеет закон сохранения энергии. Тепловые свойства почвы регулируют процессы минерализации, биологической активности, разложения органики и роста корневых систем. Работы Хиллела и Моргана доказали, что отклонения температуры от оптимального диапазона 20–28 °С приводят к резкому падению активности микроорганизмов [2, 5]. Если структура нарушена, теплообмен меняется: почва быстрее охлаждается по ночам, перегревается днем и теряет способность поддерживать стабильные биохимические реакции. Это также влияет на круговорот азота, фосфора и углерода: чем меньше активность микрофлоры, тем медленнее формируется гумус, что подтверждают эксперименты Роя [5].

Особое значение имеют гидродинамические законы. Движение воды в почве подчиняется уравнению Дарси, законам Ричардса и эффектам капиллярных сил. Брукс и Кори экспериментально доказали, что чем мельче поры, тем сильнее капиллярное удержание – это объясняет способность черноземов удерживать воду даже в засушливых регионах [8]. Однако если структура разрушена и поры крупнеют – капиллярные силы ослабевают, вода быстрее уходит в глубинные горизонты, где становится недоступной для корней. Это объясняет, почему глубокая вспашка и уплотнение тяжелой техникой приводят к иссушению почвы даже при наличии осадков. Именно этот механизм описан в исследованиях Роде [6], где уплотнение снижало общую водоудерживающую способность на 30–40 %.

Физика также объясняет эрозию. Скорость потока, угол наклона, масса частиц, турбулентные вихри – все это описывается моделями гидродинамики и механики грунтов. Морган показывает, что при увеличении скорости потока на каждые 10 % размывающая способность растет в 2–3 раза [5]. Ветровая эрозия подчиняется аэродинамическим законам: с ростом скорости ветра в 2 раза кинетическая энергия потока увеличивается в 4 раза, и почвенные частицы переходят в состояние сальтации или взвеси. Поэтому мульчирование, лесополосы, изменение шероховатости поверхности снижают разрушающий импульс потока – чистая механика, без химии.

Не менее важны электростатические и коллоидные силы. Гумус и глинистые минералы обладают отрицательным зарядом, что обеспечивает их способность связывать катионы и формировать агрегаты. Хиттман [10] показал, что при снижении pH ниже 5 коллоидные частицы теряют заряд, происходит их диспергация, структура распадается, и почва превращается в пыль. Это объясняет, почему кислотность опосредованно влияет на физическое разрушение почвы: не химия “портит” грунт, а потеря электростатической стабильности, после чего эрозия ускоряется в десятки раз.

Практические решения в земледелии напрямую основаны на физических закономерностях. Контурная обработка снижает энергию стока, террасирование уменьшает гравитационное ускорение воды на склоне, капельное орошение обеспечивает равномерное распределение давления, предотвращая разрушение агрегатов. Шатрова [7] показала, что при контурной обработке потери грунта уменьшаются в 4–6 раз, а влагозапасы растут. Снижение давления сельхозтехники, использование широких шин, гусениц и автоматизированных малогабаритных роботов уменьшает уплотнение, что доказано работами Козинцевой [4]. Пористая структура восстанавливается, увеличивается воздухопроницаемость и инфильтрация, что замыкает водный цикл.

Ветровая эрозия также решается физически: лесополосы уменьшают импульс воздушного потока, мульчирование увеличивает шероховатость, увлажнение повышает сцепление частиц. Исследования Шеля [13] показывают, что изменение высоты растительных барьеров влияет на распределение ветрового давления и снижает перенос частиц на расстояния до 300–500 м.

Теплофизические методы тоже используются на практике. Мульчирование снижает теплопотери, а значит поддерживает биологическую активность. Закрытие почвы остатками растений уменьшает излучение тепла ночью, что доказано экспериментами Лала [11]. Безотвальное земледелие сохраняет структуру, удерживает влагу, уменьшает скорость ветра у поверхности и увеличивает инфильтрацию.

В последние годы активно используются физические методы мониторинга: георадар, спектроскопия, дистанционное зондирование. Они позволяют оценивать плотность, влажность, температуру, соленость, наличие эрозионных участков и степень структурного разрушения. Такие подходы описаны в исследованиях Роде и Morgan [12], где физические параметры используются как ключевые диагностические признаки состояния почвы.

Суммируя научные и практические данные, можно утверждать, что сохранение плодородия – это физическая задача: удержать массу, сохранить энергию, защитить агрегаты от разрушения, обеспечить водный и воздушный режим, стабилизировать тепловой баланс и электростатическую структуру. Биологические и химические процессы работают эффективно только тогда, когда физическая основа почвы остается устойчивой.

Следовательно, применение физических закономерностей позволяет не только объяснить деградацию, но и разрабатывать эффективные методы защиты: минимальная обработка, мульчирование, капельное орошение, террасирование, снижение давления техники, восстановление структуры органическими остатками, управление шероховатостью поверхности. Все эти практики доказано работают, потому что основаны на законах гидродинамики, механики, термодинамики и коллоидной физики.

Таким образом, сохранение плодородия невозможно без физического анализа. И чем точнее аграрные технологии учитывают физические свойства почвенной массы, тем устойчивее экосистема, выше урожайность и ниже риск деградации.

Список литературы

1. Дутова, А. В. Исследование плодородия почвы с целью рационализации производства саженцев винограда / А. В. Дутова // Актуальные проблемы использования почвенных ресурсов и пути оптимизации антропогенного воздействия на агроценозы: цифровизация, экологизация, основы органического земледелия: Материалы международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Персиановский, 26 октября 2022 года. Том

Часть 2. – Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет", 2022. – С. 47-53.

2. Дутова, А. В. Противоэрозионная организация территорий при производстве виноградных саженцев / А. В. Дутова, Я. А. Лугинина // Земля России - 2024: Сборник материалов Первого национального форума (к 245-летию старейшего агроуза страны - Государственного университета по землеустройству). В 2-х томах, Москва, 29–31 мая 2024 года. – Москва: Государственный университет по землеустройству, 2024. – С. 105-111.

3. Качинский, Н.А. Физика почвы. – М.: Наука, 1965. – 323 с.

4. Козинцева, Л.Р. Влияние давления сельхозтехники на структуру почвы // Земледелие. – 2021. – С. 1234-1239

5. Кравцова, В. В. Современные проблемы информационного обеспечения рационального землепользования / В. В. Кравцова, А. В. Дутова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров: ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2025. – С. 13-18.

6. Роде, А.Ю. Физические свойства почв и агротехнологии. – МГУ, 2019. – 423 с.

7. Шатрова, Е.С. Физические методы защиты почв от эрозии // Агрофизика. – 2020. – 231 с.

8. Brooks, R.H., Corey, A.T. Hydraulic properties of porous media. – Colorado State University, 1964. – 27 с.

9. Hillel, D. Environmental Soil Physics. – Academic Press, 1998. – 771 с.

10. Hitman, K. Physical chemistry of soil colloids. – Berlin: Springer, 2019. – 102 с.

11. Lal, R. Soil degradation as a reason for global food insecurity // Journal of Sustainable Agriculture. – 2018. – С. 45-57.

12. Morgan, R.P.C. Soil Erosion and Conservation. – Blackwell Publishing, 2005. – 320 с.

13. Shelly, M. Aerodynamic models of wind erosion. – Oxford University Press, 2021. – 456 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖИМОВ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ МАЛЫХ ТЕПЛИЦ

Соколова Ирина Владимировна, доцент

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

e-mail: irin-sokolova@yandex.ru

Пук Александр Александрович, студент

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

e-mail: pukaal23@yandex.ru

Аннотация. Ключевой задачей выращивания овощей в малых теплицах является оптимизация водного режима. Целью исследования стала разработка усовершенствованных режимов капельного орошения для томата, огурца и перца, повышающая урожайность и ресурсосбережение. В условиях малой пленочной теплицы изучалось влияние различных параметров полива на свойства почвы, водопотребление и рост растений. В результате установлены оптимальные режимы орошения для разных фаз развития культуры. А также, в ходе исследования показано, что дифференцированный подход, учитывающий влажность субстрата, позволяет снизить расход воды на 15–20% и повысить урожайность на 10–15%. Разработанные режимы рекомендуются для внедрения в малых тепличных хозяйствах, так как их применение повышает рентабельность производства за счет экономии ресурсов и получения высококачественной продукции.

Ключевые слова: капельное орошение, малые теплицы, режим орошения, томат, огурец, перец, влажность почвы, водопотребление, урожайность, ресурсосбережение

IMPROVEMENT OF DRIP IRRIGATION REGIMES IN THE CLOSED GROUND OF SMALL GREENHOUSES

Sokolova Irina Vladimirovna, Associate Professor

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

e-mail: irin-sokolova@yandex.ru

Puk Aleksandr Aleksandrovich, Student

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

e-mail: pukaal23@yandex.ru

Abstract. The key task of growing in small greenhouses is to optimize the water regime. The purpose of this study was to develop improved drip irrigation regimes for tomatoes, cucumbers, and peppers, which would increase yield and reduce resource consumption. In a small film greenhouse, the effects of various irrigation parameters on soil properties, water consumption, and plant growth were studied. As a result, optimal irrigation regimes were established for different phases of crop development. In addition, the study showed that a differentiated approach that takes into account the substrate moisture can reduce water consumption by 15-20% and increase yield by 10-15%. The developed regimes are recommended for implementation in small greenhouse farms, as their use increases production profitability by saving resources and producing high-quality products.

Keywords: drip irrigation, small greenhouses, irrigation regime, tomato, cucumber, pepper, soil moisture, water consumption, yield, resource conservation

Эффективное использование водных ресурсов – определяющий фактор устойчивого развития сельского хозяйства, особенно в условиях защищенного грунта. Малые теплицы, площадью до 100–500 м², широко распространены в фермерских хозяйствах. Они играют значительную роль в обеспечении местного населения свежей овощной продукцией. Однако,

проблемы микроклимата и водного режима являются масштабными не только для крупных промышленных комплексов, но и для малых сельхоз хозяйств, так как традиционные методы полива, такие как дождевание или поверхностный полив, в условиях закрытого грунта часто приводят к нерациональному расходу воды, переувлажнению прикорневой зоны, развитию грибковых заболеваний и вымыванию питательных веществ [4, 3]. Капельное орошение признано наиболее прогрессивным способом полива в теплицах, так как обеспечивает подачу воды непосредственно в корнеобитаемую зону растений малыми дозами. Тем не менее, не существует универсального режима капельного орошения, который был бы одинаково эффективен для разных культур и этапов их развития. Недостаточная или избыточная влажность субстрата негативно сказывается на росте, развитии и, в целом, на продуктивности растений [5]. Таким образом, актуальной задачей является разработка и научное обоснование дифференцированных режимов капельного орошения для основных тепличных культур (томата, огурца и перца) в условиях малых теплиц, позволяющих достичь максимальной урожайности при минимальном расходе воды.

Целью настоящего исследования явилось установление оптимальных параметров капельного орошения на разных фенологических фазах развития томата, огурца и перца, оценка их влияния на агрофизические свойства почвы, водопотребление и продуктивность культур.

Исследования проводились в течение двух вегетационных сезонов (2022–2023 гг.) в малой пленочной теплице блочного типа, расположенной в условиях лесостепной зоны. Площадь теплицы составила 120 м². Объектами исследования служили томат (гибрид 'F1 Президент'), огурец (гибрид 'F1 Атлет') и перец сладкий (гибрид 'F1 Атлант'). Схема посадки соответствовала рекомендуемой для малогабаритных теплиц. Почвенный субстрат – торфяная смесь с добавлением вермикулита и сапропеля, характеризующаяся объемной плотностью 0,4 г/см³, наименьшей влагемкостью (НВ) – 28%. Система капельного орошения была оборудована капельными линиями с эмиттерами расходом 2,0 л/ч. Управление поливом осуществлялось с помощью программируемого таймера. Для контроля влажности почвы использовались портативные тензиометры и анализатор влажности почвы, показания с которых снимались ежедневно в утренние часы в корнеобитаемом слое 0–30 см [1, 2].

Было заложено три варианта опыта для каждой культуры, различающиеся режимом орошения:

1) Контроль (К) – традиционный режим, основанный на фиксированной норме полива (100% от рекомендованной в регионе нормы) и частоте.

2) Опыт 1 (O1) – режим, основанный на поддержании предполивного порога влажности почвы (70% НВ для томата и перца, 80% НВ для огурца).

3) Опыт 2 (O2) – разработанный дифференцированный режим, учитывающий фазу развития культуры.

Таблица 1 – Дифференцированный режим капельного орошения для томата, огурца и перца

Фаза развития культуры	Предполивной порог влажности, % от НВ	Норма полива, л/растения	Предполивной порог влажности, % от НВ	Норма полива, л/растения	Предполивной порог влажности, % от НВ	Норма полива, л/растения
	Томаты		Огурцы		Перец	
Посадка-начало цветения	70	0,3-0,5	80	0,4-0,6	70	0,3-0,4
Цветение-образование завязей	75	0,5-0,7	85	0,6-0,9	75	0,4-0,6
Налив-созревание плодов	70	0,7-1,0	80	0,9-1,2	70	0,5-0,7

Проведенные исследования показали существенное влияние различных режимов орошения на водно-физические свойства субстрата и водопотребление культур. В контрольном варианте наблюдались значительные колебания влажности почвы: от 85–90% НВ сразу после полива до 55–60% НВ перед следующим поливом. Такие перепады создавали стрессовые условия для растений, особенно для огурца, который критически реагирует на недостаток влаги в период плодоношения. В варианте О1 влажность почвы поддерживалась в более стабильном диапазоне (70–80% НВ для томата и перца, 75–85% НВ для огурца), что благоприятно сказалось на росте корневой системы.

Наиболее оптимальный режим влажности был достигнут в варианте О2, где дифференциация порогов влажности по фазам развития позволила максимально точно удовлетворить потребности растений в воде. Так, повышенная влажность в критическую фазу цветения и образования завязей у всех культур способствовала лучшему опылению и формированию большего количества генеративных органов.

Совокупное водопотребление за вегетационный период существенно различалось между вариантами опыта. Данные представлены в Таблице 2.

Таблица 2 – Водопотребление и урожайность томата, огурца и перца при разных режимах орошения (в среднем за 2 года)

Вариант опыта	Водопотребление, м ² /га	Урожайность, кг/м ²	Водопотребление, м ² /га	Урожайность, кг/м ²	Водопотребление, м ² /га	Урожайность, кг/м ²
	Помидор		Огурец		Перец	
Контроль(К)	3200	12,5	3800	14,2	2900	6,8
Опыт 1 (О1)	2850	13,8	3350	15,6	2500	7,4
Опыт 2 (О2)	2650	14,5	3100	16,3	2350	7,9

Как видно из таблицы, применение дифференцированного режима орошения (О2) позволило снизить водопотребление по сравнению с контролем на 17,2% для томата, 18,4% для огурца и 19,0% для перца. Вариант О1, хотя и обеспечил экономию воды (10,9%, 11,8% и 13,8% соответственно), оказался менее эффективным, чем О2. Это связано с тем, что стабильное поддержание одного уровня влажности не в полной мере соответствует меняющимся физиологическим потребностям растения в онтогенезе.

Экономия водных ресурсов не только не снизила продуктивность растений, но и способствовала ее повышению. Урожайность в варианте О2 была максимальной и превысила контрольные показатели на 16,0% для томата, 14,8% для огурца и 16,2% для перца. Повышение урожайности связано с созданием благоприятных условий для фотосинтетической деятельности, лучшим усвоением элементов минерального питания и снижением уровня абиотического стресса. Кроме того, в варианте О2 наблюдалось улучшение качественных показателей продукции: увеличение доли товарных плодов, повышение содержания сухих веществ и сахаров в плодах томата и перца.

Анализ экономической эффективности показал, что внедрение разработанных дифференцированных режимов орошения позволяет повысить рентабельность производства овощей в малых теплицах. Экономия воды и электроэнергии на ее подачу напрямую снижает себестоимость продукции. Одновременное увеличение урожайности и улучшение ее качества ведет к росту выручки от реализации. Расчеты показывают, что совокупный экономический эффект от применения режима О2 может составлять 18–25% по сравнению с традиционной технологией полива.

Проведенное исследование позволило установить неэффективность традиционных режимов капельного орошения с фиксированными нормами для условий малых теплиц, что проявилось в значительных колебаниях влажности почвы и нерациональном использовании водных ресурсов. В результате были разработаны и научно обоснованы усовершенствованные дифференцированные режимы капельного орошения для томата,

огурца и перца, учитывающие специфику водопотребления культур на разных фенологических фазах.

Установлено, что применение дифференцированного подхода, основанного на поддержании оптимальных предполивных порогов влажности субстрата для каждой фазы развития, позволяет поддерживать благоприятный водно-воздушный режим в корнеобитаемой зоне. Практическая апробация разработанных режимов показала их высокую эффективность, обеспечив снижение расхода поливной воды на 15–20% при одновременном повышении урожайности изучаемых культур на 10–15% и улучшении качественных показателей товарной продукции.

Полученные результаты демонстрируют значительный ресурсосберегающий потенциал предложенных решений. Разработанные режимы рекомендованы для широкого внедрения в малых тепличных хозяйствах, так как их применение способствует повышению рентабельности производства овощей защищенного грунта за счет существенной экономии ресурсов и получения стабильных урожаев высокого качества.

Список литературы

1. Дробот В. А. Новая полевая установка для динамометрирования и результаты оценки тяговых сопротивлений почвообрабатывающего рабочего органа / В. А. Дробот, Б. Ф. Тарасенко // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. № 12. – С. 10-12.
2. Дробот В. А. Новая полевая установка для инженерной оценки почвообрабатывающих рабочих органов / В. А. Дробот, Б. Ф. Тарасенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 91. – С. 712-720.
3. Лисуненко, К. Э. Оценка состояния почв сельскохозяйственных районов Краснодарского края / К. Э. Лисуненко, И. В. Соколова // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2016 г. – 2017. – С. 231-234.
4. Сафронова, Т. И. Моделирование динамики органического вещества почв / Т. И. Сафронова, И. В. Соколова // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2016 г. – 2017. – С. 42-43.
5. Соколова, И. В. Использование капельного орошения в сельском хозяйстве / И. В. Соколова // В сборнике: Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2024 год. Сборник трудов конференции. Краснодар, 2025. – С. 267-268.

ТЕХНОЛОГИИ КАПЕЛЬНОГО И ПОДЗЕМНОГО ПОЛИВА – ПУТЬ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЮ

Соколова Ирина Владимировна, кандидат педагогических наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия
e-mail: irin-sokolova@yandex.ru

Хмура Валерия Евгеньевна, студент
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия
e-mail: valeriahmura@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены современные технологии рационального использования водных ресурсов в АПК в условиях глобальных климатических изменений. Особое внимание уделено системам капельного и подземного орошения, как ключевым инструментом повышения водной эффективности и устойчивости агроэкосистем. Проанализированы инженерно-технические принципы функционирования данных систем, их влияние на водный баланс, состояние почвенного профиля и продуктивность сельскохозяйственных культур. Представлены результаты практической реализации технологий на территории Краснодарского и Ставропольского краев.

Ключевые слова: капельное орошение, подземный полив, водная эффективность, агроэкосистемы, цифровое управление, климатические изменения

DRIP AND UNDERGROUND IRRIGATION TECHNOLOGIES – THE WAY TO RATIONAL WATER MANAGEMENT

Irina Vladimirovna Sokolova, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia
e-mail: irin-sokolova@yandex.ru

Khmura Valeria Evgenievna, Student
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia
e-mail: valeriahmura@yandex.ru

Abstract. The article discusses modern technologies for the rational use of water resources in the agro-industrial complex in the context of global climatic changes. Particular attention is paid to drip and underground irrigation systems as a key tool for increasing water efficiency and sustainability of agroecosystems. Engineering and technical principles of functioning of these systems, their influence on water balance, condition of soil profile and productivity of crops are analyzed. The results of the practical implementation of technologies in the territory of the Krasnodar and Stavropol Territories are presented.

Key words: drip irrigation, underground irrigation, water efficiency, agroecosystems, digital management, climate change

Рациональное использование водных ресурсов в АПК представляет собой одну из приоритетных задач современного гидротехнического проектирования, особенно в условиях глобальных климатических изменений и нарастающего дефицита пресной воды. Вода является стратегически важным компонентом сельскохозяйственных систем, обеспечивающий рост и развитие растений, поддержание биохимической активности почвенного субстрата, а также формирование устойчивости агроэкосистем к абиотическим стрессовым факторам, таким как засуха, высокая температура и колебания влажности [3]. Эффективное водопользование требует внедрения высокотехнологических систем ирригации, среди которых приоритетное значение приобретают технологии капельного и

подземного полива, обеспечивающие локализованное и контролируемое поступление воды непосредственно в корнеобитаемый слой почвы при минимальных потерях.

Капельное орошение представляет собой технологию точечной подачи воды непосредственно к корням растений посредством системы трубопроводов, капельниц и регулируемых распределительных элементов (эмиттеров) (рисунок 1). Данная система обеспечивает равномерное увлажнение почвенного профиля и поддержание оптимального водного режима для физиологических потребностей культур. Применение капельного полива способствует значительному снижению потерь воды за счет уменьшения испарения с поверхности почвы и сокращения поверхностного стока [6].



Рисунок 1 – Система капельного полива поверхностного типа

Внедрение капельного орошения позволяет снизить расход ирригационной воды на 30–40% по сравнению с традиционными методами поверхностного полива (дождевания), одновременно при этом повышая продуктивность сельскохозяйственных культур на 15–25% и улучшая качественные показатели продукции. Этот эффект обусловлен равномерным распределением влаги в корнеобитаемом слое.

Практическое внедрение систем капельного орошения в АПК Краснодарского края подтвердило высокую эффективность. Использование капельного полива овощных и фруктовых культур позволило снизить расход воды на 32–35% по сравнению с традиционными методами орошения, при этом урожайность увеличилась на 17–25%, а биометрические показатели растений и качество продукции существенно улучшились [1]. Достигнутые результаты объясняются снижением испарения воды, равномерным распределением влаги и улучшением усвоения питательных веществ, что способствует более стабильному функционированию агроэкосистем в условиях засушливого климата.

Интеграция систем орошения с датчиками влажности почвы, метеостанциями и автоматизированными насосными установками обеспечивает адаптивное регулирование режима полива в реальном времени в зависимости от текущего состояния почвенной влаги, погодных условий и потребностей растений. Капельный полив способствует снижению стрессовой нагрузки на агроценозы в периоды засухи, повышает эффективность использования водных ресурсов и обеспечивает стабильную урожайность при минимальных затратах воды и энергии.

В Ставропольском крае для орошения используются автоматизированные системы управления. Они включают высокоточные датчики влажности, метеостанции, программируемые насосы и сочетаются с технологиями капельного полива. Это значительно повысило коэффициент водной эффективности. Согласно данным Министерства сельского

хозяйства Российской Федерации (2020), использование таких технологий обеспечило снижение стрессовой нагрузки на растения в периоды засухи и стабилизацию физиологических процессов, что привело к повышению устойчивости культур к абиотическим воздействиям и росту их продуктивности [2].

Подземное капельное орошение является усовершенствованной модификацией традиционного капельного полива, при которой вода подается непосредственно в корнеобитаемый слой почвы через скрытую систему трубопроводов (рисунок 2). Данный метод обеспечивает дополнительное сокращение потерь воды за счет устранения испарения с поверхности и предотвращения поверхностного стока. Кроме того, подземный полив способствует более равномерному распределению влаги в почвенном профиле и создает оптимальные условия для поглощения воды и питательных веществ корневой системой растений. Такая технология особенно эффективна для культур с глубоко залегающей корневой системой и в регионах с высокими температурами воздуха, где потери воды при традиционных способах орошения могут достигать 30–40% от общего объема. Использование подземного капельного полива позволяет повысить урожайность сельскохозяйственных культур и одновременно снизить расход ирригационной воды по сравнению с поверхностным поливом [5, 4].

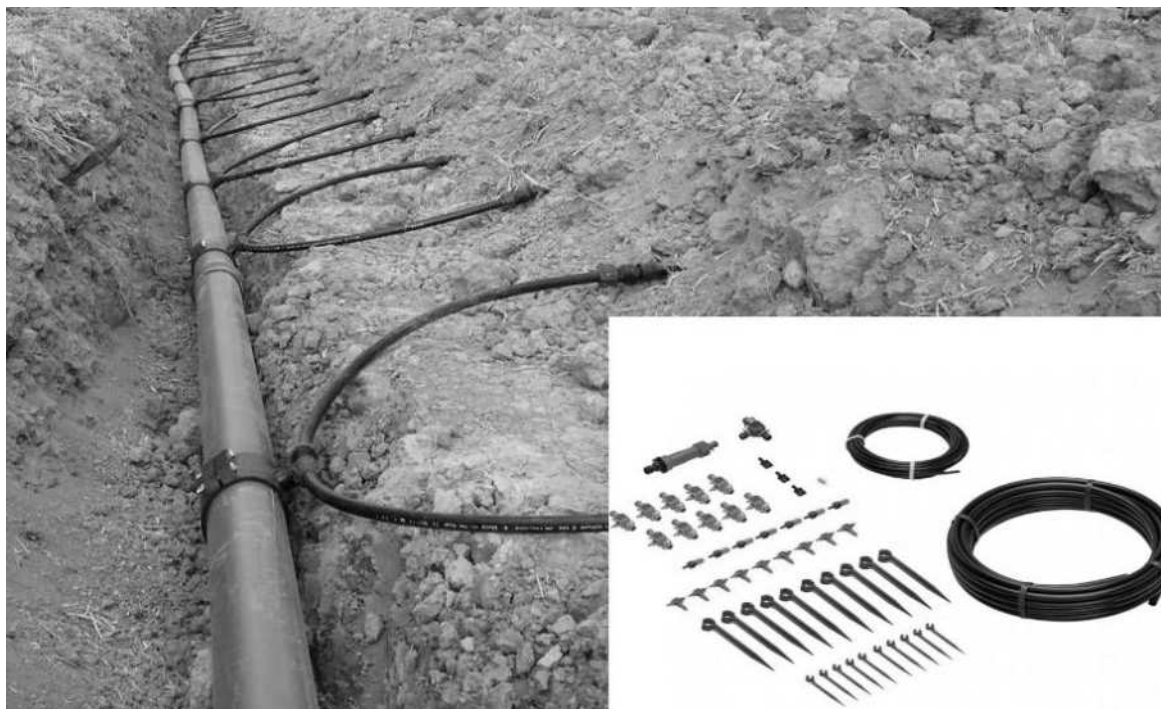


Рисунок 2 – Система капельного полива подземного типа

Таким образом, дальнейшее развитие технологий рационального водопользования связано с интеграцией капельных и подземных систем орошения с системами повторного использования очищенных сточных вод и платформами автоматического контроля расхода воды. Реализация данных комплексных подходов позволит поддерживать оптимальный уровень влажности почвы, сформировать благоприятный микроклимат в зоне корнеобитания, снизить антропогенное воздействие на природные водные ресурсы и повысить адаптационный потенциал агроэкосистем к климатическим изменениям. В перспективе интеграция данных технологий с цифровыми платформами управления водными ресурсами станет основой комплексного решения задач рационального водопользования в условиях изменяющегося климата и ограниченности пресных водных ресурсов.

Список литературы

1. Корч, Е. А. Математическая модель прогнозирования финансового состояния предприятия / Е. А. Корч, П. С. Микенина, И. В. Соколова // В сборнике: Студенческие

научные работы инженерно-землеустроительного факультета. Сборник статей по материалам студенческой научно-практической конференции. – 2017. – С. 63-67.

2. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз РФ). Отчет о внедрении цифровых систем управления ирригацией в сельскохозяйственных предприятиях Ставропольского края. – М.: Минсельхоз РФ, 2020. – 48 с.

3. Подколзин, О. А. Содержание основных микроэлементов в почвах Краснодарского края / О. А. Подколзин., И. В. Соколова, А. В. Осипов, Е. Е. Баракина, А. Ю. Перов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 69. – С. 171-176.

4. Сафронова, Т. И. Вероятностная модель процесса снижения цены намечаемого мероприятия / Т. И. Сафронова, И. В. Соколова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 132. – С. 324-334.

5. Сафронова, Т. И. О дисциплине «Математическое моделирование и проектирование» на агрономическом факультете / Т. И. Сафронова, И. В. Соколова // В сборнике: Математика в образовании. сборник статей. Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова; Межрегиональная общественная организация «Женщины в науке и образовании». Чебоксары, 2016. –С. 88-92.

6. Соколова, И. В. Использование капельного орошения в сельском хозяйстве / И. В. Соколова // В сборнике: Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2024 год. Сборник трудов конференции. Краснодар, 2025. – С. 267-268.

**ВЛИЯНИЕ ДЕСТРУКТОРА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ «БИОКОМПОЗИТ-ДЕСТРУКТ»
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНА ЗЕРНОПАРОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА
В УСЛОВИЯХ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЯРОВОЙ
ПШЕНИЦЫ И КУКУРУЗЫ)**

Ступницкий Дмитрий Николаевич, канд. сельскохозяйственных наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: stupdn@mail.ru

Колеснев Роман Иванович, магистрант
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: roman.kolesnev@mail.ru

Павлов Иван Юрьевич, магистрант
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: biology1112@mail.ru

Аннотация. Исследование посвящено оценке эффективности применения биодеструктора «Биокомпозит-Деструкт» в звене зернопаропропашного севооборота в условиях органического земледелия. Показана эффективность обработки пожнивных остатков пшеницы деструктором для последующей продуктивности гибридов кукурузы. Установлено положительное действие препарата на урожайность зеленой массы кукурузы. Результаты подтверждают целесообразность применения биопрепарата для биоконверсии растительных остатков и повышения урожайности культур в устойчивых органических системах земледелия.

Ключевые слова: органическое земледелие, севооборот, деструктор целлюлозы, яровая пшеница, кукуруза, урожайность, пожнивные остатки

**INFLUENCE OF CELLULOSE DESTROYER "BIOMODE-DESTRUCT" ON
PRODUCTIVITY OF GRAIN-FERTILIZER-FERTILIZER CROP ROTATION IN
CONDITIONS OF ORGANIC FARMING (ON THE EXAMPLE OF SPRING WHEAT
AND CORN)**

Stupnitsky Dmitry Nikolaevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: stupdn@mail.ru

Kolesnev Roman Ivanovich, Graduate students
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: roman.kolesnev@mail.ru

Pavlov Ivan Yurievich, Graduate students
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: biology1112@mail.ru

Abstract. The study is devoted to the assessment of the effectiveness of the use of the biodestructor "Biocomposite-Destruct" in the link of grain fallow crop rotation in the conditions of organic farming. The effectiveness of the treatment of wheat stubble residues with a destructor for the subsequent productivity of corn hybrids is shown. The positive effect of the preparation on the yield of corn green mass is established. The results confirm the expediency of using a biopreparation for the bioconversion of plant residues and increasing the yield of crops in sustainable organic farming systems

Keywords: organic farming, crop rotation, cellulose destructor, spring wheat, corn, yield, and stubble

Современный аграрный сектор столкнулся с вызовами, связанными с необходимостью обеспечения продовольственной безопасности при одновременном снижении антропогенной нагрузки на агроценозы и сохранении плодородия почв. В этом контексте органическое земледелие перестает быть нишевым направлением и становится стратегически важной моделью, основанной на принципах устойчивого использования ресурсов, биологизации и исключении применения синтетических пестицидов и минеральных удобрений [1,8]. Ключевым элементом стабильности и продуктивности таких систем является грамотно построенный севооборот, который разрывает циклы вредоносных организмов, способствует фиксации азота и оптимизирует использование питательных веществ почвы [9,11].

Для регионов с интенсивным животноводством особый интерес представляют зернопаропропашные севообороты, позволяющие производить как зернофураж (яровая пшеница), так и сочные корма (кукуруза) и севообороты с бобовыми культурами, обеспечивающие кормовую базу и способствующие диверсификации производства [12]. Однако дефицит доступных элементов питания становится основным лимитирующим фактором продуктивности этих культур в органических системах, где традиционные удобрения недоступны. В этой связи пожнивные остатки превращаются из проблемы в ценный ресурс, хотя их медленное разложение часто вызывает иммобилизацию почвенного азота. Пожнивные и корневые остатки предшественников – это огромный резерв органического вещества и элементов питания. Однако их медленная естественная деструкция может приводить к краткосрочному связыванию азота в почве (иммобилизации), что негативно сказывается на последующей культуре [3]. Эффективным решением данной проблемы является применение биологических препаратов на основе целлюлозоразрушающих микроорганизмов – деструкторов [6,10]. Эти препараты способствуют быстрому разложению растительных остатков, превращая их в легкодоступный для растений гумус и высвобождая элементы питания, что, по сути, является аналогом действия минеральных удобрений в рамках органической системы.

В связи с этим, изучение эффективности применения биодеструкторов в рамках конкретного севооборота представляет значительный научный и практический интерес. В отличие от разрозненных исследований на отдельных культурах, комплексный анализ влияния биодеструктора в последовательном звене севооборота – пшеница-кукуруза – до сих пор не был предметом глубокого изучения.

Цель исследования – оценить влияние деструктора целлюлозы «Биокомпозит-Деструкт» на продуктивность яровой пшеницы и гибридов кукурузы в звене зернопаропропашного севооборота по органической технологии. Для достижения цели была поставлена задача: установить влияние препарата на элементы структуры урожая и урожайность яровой пшеницы и кукурузы.

Исследования проведены в 2024-2025 гг. в зернопаропропашном севообороте на полево-м стационаре УНПК «Борский» Красноярского ГАУ в Красноярской лесостепи.

Исследования проводили на черноземных почвах тяжелосуглинистого гранулометрического состава. В качестве исследуемого препарата применяли микробиологическое удобрение-деструктор «Биокомпозит-Деструкт», содержащее консорциум целлюлозолитических бактерий родов *Bacillus* и *Paenibacillus* с титром не менее $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл. Препарат использовали для обработки пожнивных остатков. В опыте использовали сорт яровой пшеницы Новосибирская 31 и раннеспелые гибриды кукурузы РОСС 140 и Сибирский 135, рекомендованные для возделывания в Восточно-Сибирском регионе.

В 2024 году пшеницу посеяли второй зерновой культурой 24 мая пневматической сеялкой ССПН – 1,6 на глубину 5 см. В опыте высевался сорт яровой пшеницы Новосибирская 31 нормой посева семян 200 кг/га. Предшественник – зерновые. Уборка пшеницы проведена комбайном Sampo Terrion 130. Учет урожайности проведен методом отбора и оценки сноповых образцов с пробных площадок. Дата уборки и обмолота зерна

19.09.2024 года. В 2025 году посев кукурузы произведен 26 мая по зерновому предшественнику. Уборку производили самоходным кормоуборочным комбайном «Дон-680м» с кукурузной жаткой 22 сентября 2025 г. За день до культивации почвы опытный участок обработали деструктором Биокмпозит – Деструкт дозой 3,0 л/га. Расход рабочего препарата 200 л/га. Повторность опыта трехкратная, размещение делянок систематическое, площадь каждой опытной делянки 50 м², общая площадь опыта 300 м².

Варианты опыта:

1. Контроль (без обработок)
2. Обработка пожнивных остатков деструктором Биокмпозит – Деструкт – 3,0 л/га.

Математическая обработка результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы MS Excel.

Метеорологические условия в годы проведения исследований существенно различались. Вегетационный период 2024 года характеризовался дефицитом осадков в начале сезона и их избытком – в конце. Это повлияло на рост, развитие и формирование продуктивности яровой пшеницы при возделывании с соблюдением принципов органического растениеводства. Вегетационный сезон 2025 года характеризовался аномально дождливым и прохладным летом, особенно в его второй половине (август), что привело к переувлажнению почвы. Это ключевой фактор, повлиявший и на развитие кукурузы, и на работу микробного препарата. Сумма активных температур в 2025 г. (1959°C) была ниже среднееголетних значений и биологических требований кукурузы. Лимитирующим фактором урожайности в 2025 году стало не наличие элементов питания, а физиологическая неспособность растений их усвоить из-за переувлажнения и связанного с ним стресса. Даже если деструктор эффективно работал и высвобождал дополнительное питание (особенно азот) из пожнивных остатков, растения не смогли его полноценно использовать в самую важную фазу. Потенциальная прибавка от препарата была "замаскирована" или нивелирована негативным погодным фактором.

Для оценки влияния изучаемых факторов на формирование урожая пшеницы был проведен анализ структуры урожайности.

Данные по элементам структуры урожая яровой пшеницы приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Элементы продуктивности пшеницы по вариантам опыта

Вариант	Количество растений перед уборкой, шт	Количество продуктивных стеблей, шт	Длина главного колоса, см	Количество зерен в колосе, шт	Масса зерен с колоса, гр	Масса 1000 зерен, гр	Биологическая урожайность, т/га
контроль	229,9	319,6	6,9	19,1	0,37	19,26	1,17
Биокмпозит - Деструкт	266,8	341,6	6,3	20,4	0,31	15,36	1,07
НСР ₀₅							F _ф < F _т

Как видно из таблицы, применение биодеструктора способствовало увеличению сохранности продуктивных растений пшеницы к уборке. Наибольшее количество продуктивных стеблей (341,6 шт/м²) отмечено на варианте с использованием деструктора целлюлозы, на контрольном варианте данный показатель составил 319,6 шт/м². Показатель озерненности колоса варьировал от 19,1 шт. в контроле до 20,4 шт. на варианте с обработкой препаратом. По результатам многолетних испытаний, проведенных селекционерами сорта, средняя масса 1000 зерен составляет 32-41 г. В нашем эксперименте в экстремальных

условиях вегетации 2024 г. при возделывании яровой мягкой пшеницы без применения средств интенсификации масса 1000 зерен сорта Новосибирская 31 на варианте с применением биодеструктора составила 15,36 г, на контрольном варианте – 19,26 г.

В условиях органического производства без применения удобрений и средств защиты культуры от сорной растительности, возбудителей заболеваний и вредителей сорт пшеницы Новосибирская 31 сформировал низкую урожайность – в пределах 1,07 т/га (Биокомпозит-Деструкт) – 1,17 т/га (контроль). Удобрение-биодеструктор не оказало статистически достоверного влияния на продуктивность яровой пшеницы ($F_{\phi} < F_T$). Для жизнедеятельности микробного сообщества почвы требуется азот [2,7]. Без внесения азота минеральных удобрений возникли конкурентные взаимоотношения между растениями и микроорганизмами за потребление данного макроэлемента. В последующие периоды вегетации азот, потребленный микроорганизмами биодеструктора, будет доступен и для культурных растений, что положительно отразится на урожайности сельскохозяйственных культур.

Эффективность возделывания кукурузы на силос определяется выходом наиболее ценной фракции – початков, а также их долей в общей биомассе, что напрямую связано со степенью применения интенсивных технологий [4,5]. Результаты исследований выявили неодинаковую реакцию изученных гибридов на обработку посевов биологическим препаратом (табл. 2, 3.). Так, в таблице 2 приведены данные сравнительного анализа гибридов по двум опытным вариантам. Изучаемые гибриды отозвались на применение биопрепарата Биокомпозит-Деструкт прибавкой урожая зеленой массы и початков.

Таблица 2 - Урожайность зеленой массы и початков, т/га

Гибрид	Вариант		Прибавка урожая, %
	контроль (без обработок)	Биокомпозит - Деструкт	
урожайность зеленой массы			
РОСС 140 СВ	40,1	48,3	20,4
Сибирский 135	33,0	38,7	17,3
НСР ₀₅	5,47		
урожайность початков			
РОСС 140 СВ	9,2	10,8	17,4
Сибирский 135	7,1	8,4	18,3
НСР ₀₅	3,16		

В результате проведенных исследований установлено, что статистически значимая прибавка урожайности зеленой массы от применения деструктора целлюлозы наблюдается у гибрида РОСС 140 СВ (+8,30 т/га). Для гибрида Сибирский 135 прибавка (+5,26 т/га) находится на границе значимости. Гибриды и сформировали прибавка урожая початков к контролю у гибридов РОСС 140 и Сибирский 135 составила 17,4 и 18,3 % соответственно.

Применение деструктора целлюлозы не оказало статистически значимого влияния на урожайность початков кукурузы в условиях данного опыта, что связано, скорее всего с погодными условиями вегетационного периода.

Проведенные исследования позволяют говорить, что обработки пожнивных остатков деструктором целлюлозы Биокомпозит – Деструкт оказали положительное влияние на такие элементы продуктивности как выживаемость растений пшеницы к уборке и количество зерен в колосе. Наибольшее количество продуктивных стеблей (341,6 шт/м²) отмечено на варианте с использованием деструктора целлюлозы, на контрольном варианте данный показатель составил 319,6 шт/м². Озерненность колоса по вариантам опыта зафиксирована в пределах от 19,1 шт/колос (контроль) до 20,4 шт/колос на варианте с обработкой микроудобрением.

Применение биопрепарата Биокомпозит - Деструкт на посевах кукурузы статистически значимо способствовало увеличению урожайности початков гибридов РОСС 140 и Сибирский 135 на 1,6 и 1,3 т/га соответственно.

Список литературы

1. Беляев, В.И. Применение микробиологических удобрений "Азофит N" и "Азофит P" при возделывании яровой пшеницы в засушливой степи и лесостепи Алтайского края / В. И. Беляев, В. Н. Кузнецов, Р. Е. Прокопчук [и др.]. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный, 2023. – 25 с. – EDN NEDFAI.
2. Беляев, В.И. Урожайность, Качество зерна и эффективность возделывания яровой пшеницы при разных системах применения минеральных и микробиологических удобрений на участках с разным почвенным плодородием / В. И. Беляев, О. В. Черепанова, Р. Е. Прокопчук [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(231). – С. 50-56. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-231-1-50-56. – EDN SVAVQA.
3. Бопп, В.Л. Влияние интенсивной и органической технологий возделывания на развитие корневых гнилей на яровой пшенице / В. Л. Бопп, Е. В. Савенкова, Н. А. Мистратова, Д. Н. Ступницкий // Парадигма устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях современных реалий: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию создания ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 24–26 мая 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 82-84. – EDN EKELBP.
4. Бопп, В.Л. Современные технологии возделывания кукурузы в Красноярском крае: Научно-практическое издание / В. Л. Бопп, А. А. Васильев, И. А. Васильев [и др.]. – Красноярск: Без издательства, 2021. – 70 с. – EDN WSCZFX.
5. Брылев, С.В. Состояние и перспективы выращивания кукурузы в условиях Красноярского края / С. В. Брылев, В. Л. Бопп, В. С. Литвинова [и др.] // Кукуруза и сорго. – 2018. – № 4. – С. 32-35. – EDN VSWCBO.
6. Власенко, О.А. Влияние биопрепарата на содержание минерального азота при возделывании яровой пшеницы по зерновому предшественнику / О. А. Власенко, А. А. Колесник, Н. В. Лебедев // Научно-практические аспекты развития АПК: Материалы Всероссийской (Национальной) научной конференции, Красноярск, 22 ноября 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 55-58. – EDN SAGGNY.
7. Жандарова, С.В. Изменение агрохимических свойств почвы и урожайности яровой пшеницы при снижении нормы минеральных удобрений с применением "Азофит n" и "Азофит p" / С. В. Жандарова, В. И. Беляев, О. В. Черепанова, Р. Е. Прокопчук // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(231). – С. 56-63. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-231-1-56-63. – EDN KNSPDR.
8. Кундиус, В. А. Повышение эффективности сельскохозяйственной отрасли на основе применения технологий производства органической продукции / В. А. Кундиус, О. В. Черепанова, В. Н. Чернышков // Аграрная наука - сельскому хозяйству: сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции: в 2 кн., Барнаул, 08–09 февраля 2024 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2024. – С. 50-53. – EDN ZXUSTZ.
9. Мистратова, Н. А. Видовой состав сорных растений в посевах яровой пшеницы, возделываемой по интенсивной и органической технологиям / Н. А. Мистратова, Д. Н. Ступницкий, В. Л. Бопп // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 12(177). – С. 125-134. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-12-125-134. – EDN AJUWQY.
10. Русакова, И.В. Эффективность микробных деструкторов послеуборочных остатков в лабораторных и полевых экспериментах, Владимирский земледелец, 2021, №2 (96). - 40 с. – DOI 10.24412/2225-2584-2021-2-34-40.
11. Савенкова, Е.В. Фитосанитарный анализ севооборота с использованием принципов органического земледелия в условиях Красноярского края / Е. В. Савенкова, Н. А. Мистратова, Д. Н. Ступницкий // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 10(211). – С. 68-73. – DOI 10.36718/1819-4036-2024-10-68-73. – EDN JDQMAO.
12. Ступницкий, Д. Н. Оценка продуктивности одновидовых и бинарных посевов с люпином для органического земледелия / Д. Н. Ступницкий, В. Л. Бопп, Н. А. Мистратова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 14, № 4(71). – С. 86-92. – DOI 10.53914/issn2071-2243_2021_4_86. – EDN ASIMIE.

ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АГРОГЕННО ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ

Ульянова Ольга Алексеевна, доктор биологических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: kora64@mail.ru

Однолько Анастасия Анатольевна, студент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: yuzhakowaan@yandex.ru

Аннотация. Оптимизация состава органо-минеральных композиций способствует восстановлению плодородия агрогенно-преобразованных почв и минимизирует негативное воздействие на окружающую среду. Эффективное использование органических и минеральных компонентов обеспечивает устойчивое сельское хозяйство, решает проблемы нехватки органических веществ и сохраняет потенциал почвенного покрова.

Ключевые слова: органо-минеральные композиции, плодородие почв, агротехнология, экологически чистые удобрения, устойчивое земледелие, гумусообразование, минеральные добавки

ORGANIC-MINERAL COMPOSITIONS FOR RESTORATION OF AGROGENICALLY TRANSFORMED SOILS

Ulyanova Olga Alekseevna, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor,
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: kora64@mail.ru

Odnolko Anastasia Anatolyevna, Student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: yuzhakowaan@yandex.ru

Abstract. Optimization of the composition of organic-mineral compositions contributes to the restoration of the fertility of agrogenically transformed soils and minimizes the negative impact on the environment. The effective use of organic and mineral components ensures sustainable agriculture, solves the problems of the lack of organic substances and preserves the potential of the soil cover.

Keywords: organic-mineral compositions, soil fertility, agrotechnology, environmentally friendly fertilizers, sustainable agriculture, humus formation, mineral additives

Оптимизация состава органо-минеральных композиций является ключевым направлением в современном сельском хозяйстве, ориентированным на обеспечение долгосрочного плодородия почв и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Современные агротехнологии основываются на принципах разумного комбинирования органических и минеральных компонентов, обеспечивающих максимальное усвоение питательных веществ растениями и восстановление агрогенно-преобразованных почв [8].

Необходимость эффективного использования земельных ресурсов обусловлена тенденцией глобального сокращения плодородных земель и усугубляющимся давлением на экосистемы. Современная концепция устойчивого землепользования подразумевает использование удобрений, которые бы позволяли стабильно воспроизводить плодородие почв, обеспечивать качественный рост культурных растений и одновременно решать проблему дефицита органических веществ. Решение этой задачи требует глубокого

понимания принципов трансформации органического вещества, влияния минеральных добавок и их комбинаций на экологическое равновесие почв [4].

Развитие теории минеральных удобрений началось с трудов французских ученых XVI века, согласно которым основу роста растений составляет питание минеральными элементами, получаемыми из почвы. Позднее немецкий ученый Юстус Либих сформулировал концепцию «минимума»: нехватка любого необходимого элемента негативно влияет на рост растений, даже если другие элементы присутствуют в избытке. Данные идеи стали базой современного подхода к выбору и комбинированию удобрений [9].

Анализируя состояние пахотных почв Красноярского края, можно сделать следующие выводы:

- Преобладающие типы почв: Черноземы составляют основную долю земельных угодий (54,4%), однако значительные площади заняты серыми лесными (37,3%) и дерново-подзолистыми почвами (6,8%).
- Разнообразие условий формирования: Низкая гумусированность характерна для легких почв юга (Шушенский, Минусинский районы) и северных районов (Дзержинский, Богучанский, Кежемский, Енисейский, Пировский, Тасеевский и др.).
- Факторы ухудшения качества почв: Недостаточное внесение удобрений, увеличение площадей под паром, развитие эрозионных процессов приводят к снижению уровня гумуса [4].

Таким образом, необходимы эффективные методы улучшения структуры и химического состава почв, включая использование органо-минеральных добавок.

Современные органо-минеральные композиции основаны на понимании взаимного дополнения качеств органических и минеральных компонентов. Ученые подчеркивают важность выбора правильного состава, способного повысить доступность питательных веществ и снизить нагрузку на почву.

Одним из ключевых понятий в концепции устойчивого земледелия является устойчивость почв. Устойчивость понимается как способность почвы сохранять свою структуру, состав и функциональные характеристики в условиях антропогенных нагрузок. Оценка устойчивости проводится исходя из совокупности таких факторов, как структура почвы, реакция среды, водно-физические свойства, динамика гумусообразования и восприимчивость к механическим повреждениям.

Исследователи выделяют следующие типы устойчивости почв:

- Потенциальная устойчивость, основанная на изначальных характеристиках почвы.
- Фактическая устойчивость, зависящая от текущих условий эксплуатации.
- Чувствительность, проявляемая при сильных воздействиях.

Важно понимать, что стойкость почв к негативным воздействиям зависит от целого спектра факторов, среди которых ключевую роль играют:

- Уровень гумусообразования и восстановительные процессы в почве.
- Наличие в почве соединений, способствующих сохранению влаги и структуры.
- Химический состав почвы, в частности, содержание доступных элементов питания и микронутриентов [11].

Органо-минеральные композиции служат важнейшим инструментом поддержки устойчивости почв, обеспечивая пополнение запаса питательных веществ и защиту от неблагоприятных факторов внешней среды.

Процесс формирования органо-минеральных композиций включает последовательные стадии минерализации и гумификации органических остатков. Ключевую роль в этих процессах играют следующие механизмы:

- Гидролиз органических соединений, ведущий к освобождению доступных для растений элементов.
- Адсорбция продуктов минерализации почвенными коллоидами, включая цеолиты и гуминовые кислоты.

- Ферментативные реакции, катализируемые почвенными микроорганизмами, усиливающие фиксацию питательных веществ в тканях растений

Исследование процесса минерализации коры деревьев демонстрирует, что эффективность органических удобрений усиливается при добавлении минеральных компонентов, таких как азотные удобрения и цеолиты. Гуминовые вещества, формирующиеся в процессе компостирования, улучшают влагопроницаемость и увеличивают емкость поглощения питательных веществ, оказывая позитивное влияние на рост растений [12].

Органо-минеральные композиции широко применяются в сельском хозяйстве для повышения плодородия почв и снижения рисков деградации. Продемонстрирована высокая эффективность применения композиций на основе местных ресурсов, таких как сапропель и торф, обогащенные минеральными добавками. Такая практика позволяет сократить расходы на транспортировку и хранение удобрений, снижая себестоимость сельхозпроизводства [10]

Среди органических удобрений выделяются:

- Подстилочный и бесподстилочный навоз
- Птичий помет
- Торф
- Сидераты
- Сапропель

Кроме того, используются бытовые и промышленные отходы, такие как лигнин, древесная кора и осадки сточных вод. Минеральные добавки включают фосфоритную муку, цеолиты и жидкие аммиачные удобрения [4].

Рассмотрим более подробно торф. Торф – это природное удобрение на основе остатков болотных растений, которое добывают на болотах, а также на водоразделах и в руслах рек и используют для создания грунта под овощные культуры. Его применяют для повышения плодородия почвы, стимулирования роста растений, а также для улучшения структуры грунта, повышения влаго- и воздухопроницаемости [2]. Торф применяют для повышения плодородия почвы, стимулирования роста растений, а также для улучшения структуры грунта. Существует три типа торфа, характеристики которых могут значительно различаться: низинный, верховой и переходный. Торф малой степени разложения выглядит как волокнистая светло-желтая масса, в которой хорошо видны сохранившиеся ткани растений. Торф высокой степени разложения темно-коричневый или черный и обладает слоистой или земляной однородной структурой.

Химический состав торфа выглядит следующим образом: углерод: 50–60%, кислород: 30–40%, водород: 5–6,5%, азот: 1–3%, сера: 0,1–1,5%.

Удобрения на основе торфа характеризуются высокой кислотностью, поэтому подходят для подкисления почвы. Органический азот в составе торфа в результате происходящих в грунте химических процессов переходит в доступные для растений минеральные формы и улучшает качество урожая. Также торф подходит для улучшения воздушного и водного обмена на песчаных и суглинистых почвах. Основные виды торфяных удобрений: торфонавозные, торфопометные, торфоминеральные, комплексные гранулированные, торфогуминовые. Эти удобрения повышают плодородие почв, обеспечивая оптимальное соотношение питательных веществ.

Среднеразложившиеся торфы низинных и переходных типов подходят для изготовления качественных субстратов для растений. Их низкая стоимость и отличные аэрационные свойства делают их привлекательными для сельского хозяйства. Регулярное использование торфяных удобрений увеличивает содержание гумуса в почве, улучшая водно-воздушный режим и усиливая активность микрофлоры. Это ведет к увеличению урожая и улучшению качества продукции [3].

Современная наука и техника предлагают разнообразные инновационные подходы к улучшению плодородия почв и обеспечению устойчивого земледелия. Рассмотрим

некоторые патенты, отражающие передовые технологии в сфере агротехнологий и рекультивации земель, где ключевым компонентом является торф.

Патент №1: Композиционный гранулированный сорбент на основе природных материалов, обогащенный Fe_2O_3 , для рекультивации земель, загрязненных As^{3+}

Авторы: Апакашев Р.А., Лебзин М.С., Малышев А.Н., Усманов А.И., Юрак В.В., Завьялов С.С. Этот патент описывает композицию, предназначенную для очистки почв и грунтов от загрязнений тяжелыми металлами, в первую очередь мышьяком (As^{3+}). Основой сорбента выступает верховой нейтрализованный торф, обогащенный дополнительными ингредиентами:

- Диатомит – силикатный минерал, известный своей способностью улучшать сорбционную способность и повышать прочность гранул.
- Вермикулит – легкий минерал, способствующий оптимизации структуры почвы и улучшению влагоудерживающей способности.
- Оксид железа (Fe_2O_3) – компонент, специально добавляемый для нейтрализации и фиксации токсичных ионов тяжелых металлов, таких как As^{3+} и Co^{2+} .

Особенностью формулы изобретения является точное соотношение компонентов:

- Торф: 60%
- Диатомит: 20%
- Вермикулит: 10%
- Оксид железа: 10%
- Такое сочетание ингредиентов позволило существенно увеличить сорбционную способность материала по отношению к ионам мышьяка и кобальта, что было подтверждено экспериментальными исследованиями [1].

Патент №2: Торфяной гранулированный мелиорант для рекультивации земель, загрязненных тяжелыми металлами

Авторы: Усманов А.И., Апакашев Р.А., Лебзин М.С., Юрак В.В., Душин А.В., Завьялов С.С. Этот патент описывает состав гранулированного мелиоранта, применяемого для очистки почв от тяжелых металлов. Основой продукта является верховой нейтрализованный торф, дополненный двумя важными компонентами:

- Диатомит – минеральная составляющая, придающая дополнительные абсорбирующие свойства.
- Вермикулит – облегчает проникновение влаги и воздуха в почву, улучшая структуру грунта.

Рекомендуемые пропорции компонентов:

- Торф: 60%
- Диатомит: 30%
- Вермикулит: 10%

Этот продукт разработан для эффективного устранения тяжелых металлов из почв и идеально подходит для восстановления загрязненных участков [13].

Заявка на патент №3: Субстрат на основе натурального сырья

Заявитель: ООО "БОСО-ТЕРРА" Дьяченко Федор Александрович. Это заявка на патент раскрывает идею создания специализированного субстрата, используемого в растениеводстве, на основе натуральных материалов. Основа продукта – верховой торф, дополняемый отходами деревообрабатывающей промышленности и органическими материалами.

Определяющим фактором успеха является правильный выбор соотношений компонентов, обеспечивающих оптимальное развитие растений:

- Щепы разложившаяся: 0,6 (для огурцов)/0,4 (для томатов)
- Торф: 0,2
- Органо-полимерная смесь (ОПС): 0,1
- Вермикулит: 0,1

Такой подход позволяет создавать высокопродуктивные почвы, подходящие для культивирования овощей и фруктов [5].

Заявка на патент №4: Капсулированный посадочный материал с регулируемыми свойствами

Заявители и авторы: Лужков Ю.М., Ворожцов Г.Н., Калиниченко А.Н. Заявка на патент предлагает новую технологию выращивания растений в капсулах, которые обеспечивают семенам все необходимые условия для первоначального роста и развития. Материал капсулы включает биогумус, компост, торф и другие полезные компоненты, способствующие быстрому формированию крепких растений. Метод направлен на сокращение затрат труда и повышение эффективности агротехнологических процессов [6].

Заявка на патент №5: Капсулы с регулируемыми свойствами для проращивания и роста семян

Заявители и авторы: Лужков Ю.М., Ворожцов Г.Н., Калиниченко А.Н. Подобно предыдущей разработке, эта заявка на патент предлагает новый подход к проращиванию семян в специальных капсулах, обеспеченных всеми необходимыми ресурсами для начальных этапов роста. Использование таких капсул ускоряет появление всходов. Капсулы состоят из органических и минеральных компонентов, таких как биогумус, компост, торф, вермикулит и минеральные удобрения, что создает оптимальные условия для здоровья и роста растений [7].

Практическое применение этих удобрений продемонстрировано в исследовании динамики продуктивности агроценозов, показавших значительную прибавку урожайности при применении органоминеральных удобрений по сравнению с классическими минеральными составами.

Среди практических рекомендаций:

- Выбор оптимальной комбинации компонентов с учетом состава и свойств конкретной почвы.
- Комплексный подход к мониторингу почв, позволяющий оперативно выявлять дефициты элементов питания и своевременно проводить коррекцию состава удобрений.
- Обновление ассортимента удобрений с учетом новейших достижений науки и практики.

Заключение. Органо-минеральные композиции представляют собой инновационное решение в обеспечении устойчивого земледелия. Их правильное использование позволяет повысить урожайность сельскохозяйственных культур, защитить почвы от деградации и способствовать улучшению экологической ситуации. Настоящие исследования открывают перспективы дальнейших разработок, направленных на оптимизацию агротехнологий и расширение возможностей эффективного использования органических и минеральных ресурсов.

Продвижение новых методов и материалов позволит не только поднять экономику сельского хозяйства, но и укрепить принципы устойчивого развития в рамках национальных и мировых инициатив по охране окружающей среды.

Список литературы

1. Апакашев Р.А., Лебзин М.С., Малышев А.Н., Усманов А.И., Юрак В.В., Завьялов С.С. Композиционный гранулированный сорбент на основе природных материалов, обогащенный Fe_2O_3 , для рекультивации земель, загрязненных As^{3+} : Патент RU №2819720 / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уральский государственный горный университет"; заявители и патентообладатели: Апакашев Р.А., Лебзин М.С., Малышев А.Н., Усманов А.И., Юрак В.В., Завьялов С.С. – Оpubл. 23.05.2024;

2. Богдановская Ж.Н., Гуринович Е.С., Образцова Н.В. и др. Продукты микробного синтеза на торфяных субстратах // под ред. д. б. н., проф. М.В. Залашко. – Минск : Наука и техника, 1978. – 168 с;

3. Большая российская энциклопедия. Торф [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/torf-6ea849>, свободный. – Загл. с экрана. – (Дата обращения: 05.11.2025);
4. Волошин Е.И. Применение местных удобрений и мелиорантов в земледелии Красноярского края: учеб. пособие / Е.И. Волошин; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – 112 с;
5. Дьяченко Ф.А. Субстрат: Заявка на изобретение RU №2023117656 / ООО "БОСО-ТЕРРА", Дьяченко Ф.А. – Подана: 03.07.2023; Оpubл.: 09.01.2025;
6. Лужков Ю.М., Ворожцов Г.Н., Калиниченко А.Н. Капсулированный посадочный материал с регулируемыми свойствами и способ его получения: Заявка на изобретение RU №2004117729 / Лужков Ю.М., Ворожцов Г.Н., Калиниченко А.Н. – Подана: 10.06.2004; Оpubл.: 10.01.2006;
7. Лужков Ю.М., Ворожцов Г.Н., Калиниченко А.Н. Капсулы с регулируемыми свойствами для проращивания и роста семян и способ их получения: Заявка на изобретение RU №2004121085 / Лужков Ю.М., Ворожцов Г.Н., Калиниченко А.Н. – Подана: 12.07.2004; Оpubл.: 10.01.2006;
8. Перегудов С. В., Шилова Е. Ю. Возможность повышения плодородия почв с помощью органо-минеральных смесей на основе отходов сахарного производства // Плодородие. 2011. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnost-povysheniya-plodorodiya-pochv-s-pomoschu-organomineralnyh-smesey-na-osnove-othodov-saharnogo-proizvodstva> (дата обращения: 04.11.2025);
9. Плескачев Ю. Н., Холод А. А., Сидоров А. Н. Применение органо-минеральной композиции "Амида" на каштановых почвах Нижнего Поволжья / Ю. Н. Плескачев, А. А. Холод, А. Н. Сидоров // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 1, № 10. – С. 107-113;
10. Шабатуков А. Х., Шипшева З. Л. Влияние органо-минеральных комплексов на повышение урожайности и качества зерна кукурузы / А. Х. Шабатуков, З. Л. Шипшева // Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем: Материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 17–19 сентября 2024 года. – Краснодар: ООО "ЭДВИ", 2024. – С. 396-403;
11. Чупрова В.В., Кураченко Н.Л. Устойчивость почв к экзогенным воздействиям: учеб.-метод. пособие / В.В. Чупрова, Н.Л. Кураченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018 – 171 с;
12. Ульянова О. А., Чупрова В. В., Люкшина И. В., Ивченко М. В. Влияние состава органо-минеральных композиций на интенсивность процесса минерализации при компостировании / О. А. Ульянова, В. В. Чупрова, И. В. Люкшина, М. В. Ивченко // Химия растительного сырья. – 2002. – № 2. – С. 39-45;
13. Усманов А.И., Апакашев Р.А., Лебзин М.С., Юрак В.В., Душин А.В., Завьялов С.С. Торфяной гранулированный мелиорант для рекультивации земель, загрязненных тяжелыми металлами : Патент RU №2774431 / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уральский государственный горный университет"; заявители и патентообладатели: Усманов А.И., Апакашев Р.А., Лебзин М.С., Юрак В.В., Душин А.В., Завьялов С.С. – Оpubл. 21.06.2022.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТУРА УВЛАЖНЕНИЯ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ: ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВЫ И ИНТЕНСИВНОСТИ УВЛАЖНЕНИЯ

Хатхоху Екатерина Ивановна, старший преподаватель

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия
e-mail: iskra013@mail.ru

Лебедева Екатерина Александровна, студент

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия
e-mail: lebedevaea21@gmail.com

Аннотация. Рассматривается зависимость формирования контура увлажнения в почвах от физико-химических характеристик почвогрунта и производительности капельной линии. Анализируется, каким образом различные свойства почвы оказывают влияние на пространственное распределение влаги при капельном орошении. В статье также отражено, как регулирование производительности капельной линии может оптимизировать контур увлажнения в зависимости от типа сельскохозяйственных культур и их корневой системы.

Ключевые слова: контур увлажнения, производительность капельниц, капельная линия, поливная норма, капельное орошение

REGULARITIES OF THE FORMATION OF THE MOISTURE CONTOUR DURING DRIP IRRIGATION: THE INFLUENCE OF SOIL CHARACTERISTICS AND MOISTURE INTENSITY

Khatkhokhu Ekaterina Ivanovna, Senior Lecturer

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia
e-mail: iskra013@mail.ru

Lebedeva Ekaterina Alexandrovna, Student

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia
e-mail: lebedevaea21@gmail.com

Abstract. The study delves into the relationship between the development of soil moisture profiles and the intricate interplay of soil physicochemical properties, as well as the capacity of crop root systems to effectively utilize drip irrigation. This analysis elucidates how diverse soil attributes significantly influence the spatial distribution patterns of moisture under drip irrigation conditions. Furthermore, the article explores for optimizing the humidification pattern by managing drip line performance, tailored to the specific requirements of different crop types and their corresponding root systems.

Keywords: humidification circuit, dripper capacity, drip line, irrigation rate, drip irrigation

Современные агротехнологии активно используют капельное орошение как эффективный инструмент для рационального водопользования. Эта инновационная система полива гарантирует исключительную экономию воды и точное поддержание оптимальной влажности почвы, что напрямую влияет на повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур [3]. Проектирование систем капельного орошения требует всестороннего анализа физико-химических процессов, определяющих формирование зоны увлажнения в почве. Геометрия этой зоны, критически важная для эффективного водоснабжения растений, обусловлена взаимодействием характеристик почвогрунта (структурно-механических свойств, содержания органического вещества, химического состава) и параметров водоподачи (давления, расхода, частоты орошения). Оптимизация

водного режима, являющаяся ключевой задачей, достигается путем комплексного подхода, направленного на предотвращение как переувлажнения, так и дефицита влаги. Это требует прецизионного расчета и адаптации параметров системы к конкретным климатическим условиям, потребностям культивируемых растений и свойствам почвенного покрова.

Асимметричное распределение влаги в почвенном профиле является фактором, снижающим продуктивность сельскохозяйственных культур и ухудшающим их потребительские качества. Гипергидратация почвы может способствовать развитию патогенных грибов, вызывать анаэробные условия в корневой зоне, приводящие к ее гниению, и негативно влиять на формирование плодов. Напротив, гипогидратация ведет к дефициту воды в тканях растений, снижению их адаптивных способностей к стрессовым факторам и деградации органолептических свойств продукции.

В зависимости от типа почвы можно проследить закономерности движения воды по капиллярам. Песчаные и супесчаные почвы имеют обширные пустоты между своими составляющими, что ведет к сокращению числа капиллярных каналов. Под воздействием силы тяжести, влага в таких условиях склонна к вертикальному перемещению, а ее распространение в горизонтальном направлении ослабевает.

Структура глинистых почв, характеризующаяся наличием обширной капиллярной сети, обуславливает специфические гидрологические свойства. Капиллярные силы в таких грунтах способствуют интенсивному перемещению влаги как по горизонтали, так и по вертикали, что приводит к ее распространению за пределы исходной области увлажнения. В то же время, влияние гравитации на нисходящее движение воды в глинистых почвах снижено вследствие их низкой гидравлической проводимости. Это приводит к пролонгированному удержанию влаги, обусловленному их физико-химическими характеристиками.

Низкая водопропускная способность глинистых почв обеспечивает длительное сохранение влаги у корней, что имеет двоякое значение. С одной стороны, это способствует эффективному увлажнению и поддержанию оптимального водного баланса для растительности. С другой стороны, при чрезмерном орошении или уплотнении грунта, может наблюдаться застой влаги, оказывающий негативное воздействие на корневую систему.

Уплотнение глинистых почв дополнительно ограничивает инфильтрацию воды, делая их крайне чувствительными к режиму орошения. Избыточный полив может спровоцировать стагнацию влаги, что ведет к гипоксии корневой системы и угнетению растений.

Для эффективного капиллярного перемещения воды и равномерного увлажнения почвы идеальны среднетяжелые почвы. Их состав, с оптимальным соотношением различных частиц, обеспечивает наилучший водный режим.

Идеальным примером почв, благоприятствующих капиллярному перемещению воды, являются суглинки. Их состав, включающий около 15–25% глинистых и 75% пылевых частиц, создает оптимальные условия. Глинистые компоненты отвечают за эффективное удержание влаги, препятствуя ее быстрому испарению и способствуя равномерному распределению. Пылевые же частицы повышают проницаемость грунта, что критически важно для капиллярного движения воды.

Оптимальное соотношение частиц в суглинках обеспечивает эффективное капиллярное перемещение влаги, гарантируя ее равномерное распределение по всей толще почвы. Это приводит к равномерному увлажнению почвы, что, в свою очередь, поддерживает необходимый водный баланс для успешного роста и развития растений [7].

В дополнение к анализу физико-химических свойств почвы, необходимо тщательно контролировать объем подаваемой воды при капельном орошении. Поливная норма, может быть достигнута различными способами, используя капельницы с разной производительностью и разной продолжительностью работы. Например, для подачи 20 литров воды на капельницу можно использовать капельницу, выдающую 2 литра в час в течение 10 часов, или капельницу, выдающую 10 литров в час всего за 2 часа [4]. Поэтому,

для точного определения формы и размера зоны увлажнения почвы при капельном орошении, следует учитывать как производительность капельницы (расход воды), так и продолжительность полива. На основе этих параметров можно рассчитать линейные размеры этой зоны увлажнения.

Оптимальность распределения влаги в контурах увлажнения при различных уровнях водоподачи может быть количественно оценена с помощью коэффициента эффективности ($K_{эф}$). Данный коэффициент характеризует соотношение равномерности горизонтального и вертикального распределения влаги [6].

В первые 24 часа после полива наблюдается пик коэффициента эффективности распределения влаги, после чего он закономерно снижается для всех изученных объемов полива. При использовании капельного полива с высокой интенсивностью водоподачи формируется характерный эллиптический параболоид увлажнения (рисунок 1, а), указывающий на преобладание горизонтального распространения влаги над вертикальным [1]. Данный фактор необходимо учитывать при проектировании систем полива для различных сельскохозяйственных культур. Указанный тип распределения влаги наиболее эффективен для культур с мочковатой корневой системой, таких как пшеница, кукуруза, лук и кабачок.

Когда интенсивность ниже, контур увлажнения формируется за счет силы тяжести воды, и имеет эллипсоидные формы (рисунок 1, б). Для культур со стержневой корневой системой (виноград, бобы, подсолнечник, морковь) целесообразно использовать такой тип распределения влаги [2].

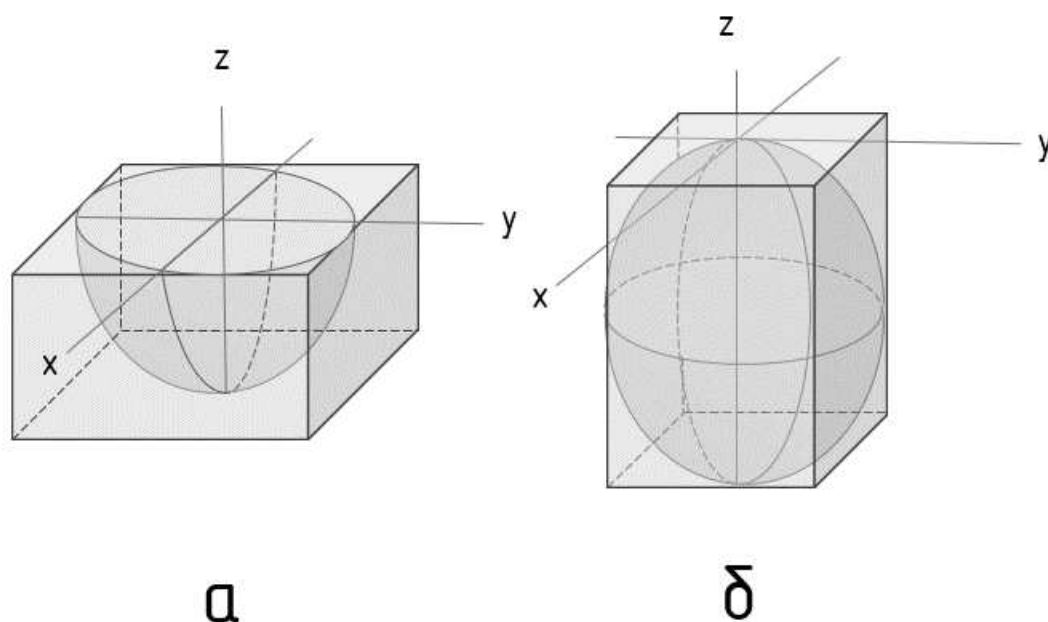


Рисунок 1 – Схема формирования контура увлажнения почвы при разной производительности капельных линий (а – с большей, б – с меньшей)

Обобщая вышеизложенное, следует подчеркнуть, что корректный подбор производительности капельных линий и оптимального времени орошения базируется на анализе гранулометрического состава почвы. Для почв с преобладанием песчаных (крупных) фракций требуется увеличение производительности капельниц, что особенно значимо для горизонтального распределения влаги в таких грунтах. В противоположность этому, для глинистых и суглинистых почв целесообразно применение капельниц с пониженной производительностью. Это позволит минимизировать потери воды, предотвратить образование поверхностного стока и обеспечить более эффективное и равномерное инфильтрационное проникновение влаги, учитывая их физико-механические и капиллярные характеристики.

Однако оптимизация процесса капельного орошения не ограничивается только выбором производительности капельниц. Необходимо также учитывать ряд дополнительных факторов, таких как:

- необходимое водопотребление для каждой сельскохозяйственной культуры с учетом ее биологических особенностей и стадии вегетации;
- вид корневой системы (стержневая, мочковатая и т. д.), который определяет глубину и распределение корневой массы в почве;
- глубина корнеобитаемого слоя, которая варьируется в зависимости от типа почвы и вида растений, влияя на стратегию и тактику водоподдачи.

Для разработки эффективной системы капельного орошения, направленной на повышение урожайности и оптимизацию водопользования, необходимо провести комплексный анализ ряда факторов.

Первоочередное значение имеет изучение гидрологических характеристик территории, включающих уровень грунтовых вод, коэффициент фильтрации и влагоемкость почвы. Эти параметры определяют особенности взаимодействия почвенного покрова с поступающей водой.

Высокий уровень грунтовых вод может способствовать переувлажнению почвы, что негативно сказывается на росте растений. В таких условиях целесообразно разработать систему капельного орошения, минимизирующую риск избыточного увлажнения [5].

Коэффициент фильтрации грунта также является важным фактором. Некоторые почвы характеризуются высокой водопроницаемостью, в то время как другие имеют низкую водопроницаемость. Это влияет на выбор типа капельниц и схемы размещения оросительных трубопроводов. Влагоемкость почвы определяет ее способность удерживать воду. При низкой влагоемкости система капельного орошения должна обеспечивать более частые и мелкодисперсные поливы для поддержания оптимального водного режима.

Кроме того, необходимо учитывать климатические условия, включая количество осадков, температуру и влажность воздуха. Эти параметры влияют на потребности растений в воде и, соответственно, на частоту и объем поливов. В регионах с обильными осадками система капельного орошения может быть настроена на более редкое и экономное использование водных ресурсов. В условиях засухи, напротив, требуется более интенсивное и частое орошение. Температура и влажность воздуха также играют важную роль. В условиях жаркой и сухой погоды растениям требуется увеличенный объем воды для поддержания жизнедеятельности. Система капельного орошения должна быть адаптирована к этим условиям.

Таким образом, комплексный анализ гидрологических характеристик территории и климатических условий является необходимым условием для успешного проектирования системы капельного орошения. Это обеспечивает не только повышение урожайности, но и рациональное использование водных ресурсов.

Список литературы

1. Ахмедов А. Д., Галиуллина Е. Ю. Контуры увлажнения почвы при капельном орошении // Известия НВ АУК. 2012. № 3.
2. Ахмедов А. Д., Джамалетдинова Е. Э., Засимов А. Е. Продуктивность овощных культур при капельном поливе в условиях Волго-Донского междуречья // Известия НВ АУК. – 2018. – № 1 (49).
3. Килиди Х. И., Короткоручко Д. Ю., Головатый А. Ю. Оценка экологической ситуации на территории водохозяйственного комплекса Кубани // Экология речных ландшафтов: сборник статей по материалам II международной научной экологической конференции, Краснодар, 06 декабря 2017 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2018. – С. 67–73.
4. Коваленко, Е. В. Анализ эффективности метода капельного орошения земель / Е. В. Коваленко, А. Ф. Бельц // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник

статей по материалам 78-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2022 год. В 3-х частях, Краснодар, 01–31 марта 2023 года / Отв. за выпуск А. Г. Кощев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2023. – С. 620–622.

5. Колесников А. Н., Хатхоу Е. И. Эколого-мелиоративные аспекты рационального использования водных и земельных ресурсов в рисоводстве Краснодарского края // Символ науки: международный научный журнал. – 2017. – Т. 2, № 2. – С. 126–128.

6. Мелихова, Е. В. Моделирование контура увлажнения при капельном орошении с использованием дифференциальных уравнений в частных производных / Е. В. Мелихова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 9-2. – С. 282–285.

7. Реутских Н. А., Пульников К. В., Демин Е. А. Влияние состава почвогрунтов на агрофизические характеристики // Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе: Сборник трудов LVII Студенческой научно-практической конференции. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 196-206.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА В УПРАВЛЕНИИ ВОДНЫМ РЕЖИМОМ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Хатхоху Екатерина Ивановна, старший преподаватель

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

e-mail: iskra013@mail.ru

Фомин Тимофей Николаевич, студент

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

e-mail: fomintima52@gmail.com

Аннотация. Управление водным режимом орошаемых земель направлено на создание оптимальных условий для роста агрокультур путем регулирования влажности почвы. Ключевую роль в этом играет система закрытого дренажа, которая отводит излишки воды, предотвращает переувлажнение и повышает урожайность. Система состоит из перфорированных труб, уложенных на глубине, которые собирают воду и отводят ее в коллектор. Для повышения эффективности и долговечности используются геотекстиль, песчано-щебеночная обсыпка, а проектирование ведется на основе предварительных геодезических изысканий для обеспечения необходимого уклона.

Ключевые слова: дренаж, орошение, трубы, оптимизация, материал

EFFICIENCY OF CLOSED DRAINAGE IN WATER REGIME MANAGEMENT OF IRRIGATED LANDS

Khatkhokhu Ekaterina Ivanovna, Senior Lecturer

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

e-mail: iskra013@mail.ru

Fomin Timofey Nikolaevich, Student

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

e-mail: fomintima52@gmail.com

Abstract. Water management in irrigated lands aims to create optimal conditions for crop growth by regulating soil moisture. A closed drainage system plays a key role in this process, removing excess water, preventing waterlogging, and increasing crop yields. The system consists of perforated pipes laid at depth, collecting water and draining it to a collector. Geotextiles and sand and gravel backfill are used to improve efficiency and durability, and the design is based on preliminary geodetic surveys to ensure the required slope.

Keywords: drainage, irrigation, pipes, optimization, material

Управление водным режимом орошаемых сельскохозяйственных угодий представляет собой комплекс агротехнических мероприятий, направленных на создание благоприятных условий для вегетации культур. Данный процесс включает в себя не только обеспечение необходимого влагообеспечения, но и поддержание оптимальных водного, воздушного и температурного режимов почвы. Важнейшими параметрами, определяющими водный режим осушаемых территорий, являются влажность почвы в корневой зоне растений и продолжительность затопления поверхностными водами. Нарушение водного режима может привести к дефициту или избытку влаги, что негативно скажется на урожайности и качестве сельскохозяйственной продукции.

Система закрытого дренажа играет ключевую роль в управлении и мониторинге водного режима орошаемых земель. Она позволяет эффективно отводить излишки воды и поддерживать оптимальный уровень влажности в корневой зоне растений. Дренажные

системы снижают риск переувлажнения, предотвращая развитие грибковых заболеваний и гниение корней. Это способствует созданию благоприятных условий для роста и развития агрокультур, что, в свою очередь, повышает урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

Закрытый дренаж представляет собой систему трубок или труб, изготовленных чаще из пластмассы, укладываемых на глубину 0,9-1,2 м под поверхностью земли. Грунтовая вода поступает в стыки между трубками или специальную перфорацию труб (дрен) и отводится по ним в проводящую сеть. Это обеспечивает равномерный сбор воды с прилегающего слоя почвы, исключая возможность быстрого закупоривания отверстий мелкими частицами грунта. Дрены располагаются обычно равномерно на расстоянии друг от друга 20-50 метров [4].

Во избежание заиливания, продольный уклон дренажных линий не должен быть меньше 0,002, а длина не больше 150-200 м, при малых уклонах местности осушительной сети придается искусственный уклон. Так как при понижении грунтовых вод осушительное действие дрены зависит от заглубления дрены под поверхность грунтовых вод, то в этом случае дренажная сеть может располагаться как вдоль, так и поперек уклона местности. Вода из них поступает в закрытые или открытые собиратели (коллекторы), из которых сбрасывается в магистральный канал.

Дополнительно предусматривается использование прочного синтетического материала – геотекстиля, применяемого для упаковки дренажных труб. Он защищает трубу от попадания загрязнений и мелкой фракции песка, увеличивая эксплуатационную устойчивость и эффективность системы.

Для обеспечения дополнительной фильтрации воды и увеличения проходимости в трубе предусматривается заполнение периметра песком и щебнем фракционированного состава. Щебень обладает хорошими фильтрующими свойствами, препятствует застою воды внутри системы и ускоряет ее транспортировку в конечный резервуар.

Перед началом работ по закладке дренажных систем, выполняется комплекс изыскательских мероприятий, направленных на выявление основных точек низкого уровня рельефа на участке, определение месторасположения будущих смотровых колодцев и проведение анализа текущих условий водоотведения [3].

Исследуется рельеф местности, особое внимание уделяется определению глубинных впадин, где накапливается избыточная влага. Эти участки станут ключевыми точками начала трассы дренажа.

На основании полученных данных строится продольный профиль трассы дренажной линии относительно естественного рельефа участка. Профиль учитывает заданный уклон трубы (от 3 до 5 промилей), позволяющий обеспечить свободный отток воды под действием силы тяжести.

В целях удобства обслуживания и своевременного выявления возможных дефектов предполагается размещение специальных смотровых колодцев в ключевых точках трассы. Их предназначение – контроль целостности системы, очистка при необходимости и устранение неисправностей [2].

Преимущества использования закрытого дренажа для управления водным режимом:

1. Долговечность. При правильной укладке пластмассовый дренаж может сохраниться не менее 50–80 лет. Это снижает необходимость частых ремонтов и замен системы, что экономит ресурсы и время.

2. Совместимость с механической обработкой почвы. Закрытый дренаж не мешает механической обработке почвы, что позволяет использовать сельскохозяйственную технику для культивации, вспашки и других агротехнических мероприятий без риска повреждения дренажной системы. Это обеспечивает гибкость в управлении земельными работами.

3. Оптимизация использования площади. Закрытый дренаж не занимает много площади на поверхности, что позволяет более эффективно использовать сельскохозяйственные угодья для выращивания культур.

Закрытый дренаж представляет собой эффективное решение для отвода излишка воды с площади орошения, однако обладает рядом недостатков:

1. Сложность проектирования и монтажа. Необходимость учета множества факторов, таких как рельеф, гидрогеологические условия и другие, усложняет процесс проектирования и приводит к увеличению затрат.

2. Высокий уровень затрат. Использование качественных материалов и специализированного оборудования существенно увеличивает стоимость реализации проекта.

3. Зависимость от качества монтажа. Неправильное выполнение монтажных работ может привести к снижению эффективности системы или даже к ухудшению ситуации.

4. Проблемные аспекты при реконструкции. Изменения или строительство новых объектов могут потребовать модификации дренажной системы, что влечет за собой дополнительные затраты.

Оценка влияния закрытого дренажа на водный режим орошаемых земель. Примеры успешного применения закрытого дренажа в различных регионах.

Установка системы закрытого дренажа позволяет оптимизировать агротехнические условия: эксплуатацию сельскохозяйственных земель, улучшение структуры почвенного покрова, что повышает показатели аэрации, и налаживает доступ кислорода к корням растений [1].

Сельскохозяйственное производство, использующее систему закрытого дренажа, сокращает расходы на дополнительные средства ухода за сельскохозяйственными угодьями, снижает потери урожая и затраты на удобрения и восстановительные мероприятия.

Система закрытого дренажа защищает почву от процессов заболачивания и предотвращает развитие неблагоприятных факторов, негативно воздействующих на здоровье растений и окружающую среду [5].

Список литературы

1. Докучаева, Л. М. Приемы снижения уровня грунтовых вод для стабилизации почвенного плодородия на орошаемых землях / Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2021. – № 2(82). – С. 40-47. – EDN EGELDR.

2. Канназарова, З. Т. О способе очистки закрытого дренажа / З. Т. Канназарова, А. Ли // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса : сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», Солёное Займище, 10–12 августа 2021 года / Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солёное Займище: Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, 2021. – С. 805-807. – EDN PNKVNG.

3. Михеев, А. В. Технология очистки закрытых дренажных систем / А. В. Михеев // Технологии и средства механизации в АПК: Сборник научных трудов сотрудников факультета механизации НИМИ ДГАУ / Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова ФГБОУ ВПО "Донской государственный аграрный университет". – Новочеркасск, 2014. – С. 17-23. – EDN UAGQAR.

4. Патент № 2505486 С2 Российская Федерация, МПК C02F 1/28, E02B 13/00, A01G 25/00. Способ очистки дренажного стока и устройство для его осуществления: № 2012110440/05: заявл. 19.03.2012 : опубл. 27.01.2014 / Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди, И. А. Приходько, Д. Г. Серый ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет»

5. Шмырева, О. И. Задачи и методы осушения избыточно увлажненных, тяжелых почв: оценка и состояние проблемы в России / О. И. Шмырева // Аграрная история. – 2025. – № 22. – С. 12-20. – DOI 10.5281/zenodo.15363366. – EDN VZNRGQ.

УРОЖАЙНОСТЬ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СОИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОПРЕПАРАТОВ НВП БАШИНКОМ В ОРГАНИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Черепанова Ольга Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия
e-mail: cherepanova_olga22@mail.ru

Аннотация. Использование биопрепаратов на основе микроорганизмов и их продуцентов в органических технологиях возделывания культур, когда предполагается полный отказ от минеральных удобрений и пестицидов, может позволить улучшить питательный режим для растений и обеспечить их защиту от вредных организмов. Особенно это становится актуальным при снижении уровня почвенного плодородия. Проведена сравнительная оценка урожайности и элементов ее структуры при возделывании сои сорта Припять по интенсивной и органической технологиям в условиях умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края.

Ключевые слова: соя, биопрепараты, интенсивная и органическая технология, урожайность, биохимический состав

Научные исследования, представленные в статье, выполнены при поддержке гранта Губернатора Алтайского края в форме субсидий для разработки качественно новых технологий, создания ин-новационных продуктов и услуг в сферах переработки и производства пищевых продуктов, фармацевтического производства и биотехнологий (Соглашение № 30-2024-004221 от 19 ноября 2024 г.) и при поддержке индустриального партнера – ООО «Агросфера» – официального представителя НВП БашИнком в Алтайском крае.

YIELD AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF SOYBEANS WHEN USING BIOPREPARATIONS NVP BASHINKOM IN ORGANIC TECHNOLOGIES IN THE ALTAI REGION

Cherepanova Olga Vasilevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associated Professor
Altai State Agricultural University, Barnaul, Russia
e-mail: cherepanova_olga22@mail.ru

Abstract. The use of biopreparations based on microorganisms and their producers in organic crop cultivation technologies, when a complete rejection of mineral fertilizers and pesticides is expected, can improve the nutritional regime for plants and provide their protection from harmful organisms. This becomes especially relevant when the level of soil fertility decreases. A comparative assessment of the yield and its structure elements was conducted when cultivating soybean of the Pripyat variety using intensive and organic technologies in the conditions of moderately arid and steppe zones of the Altai Territory.

Keywords: soybeans, biological products, intensive and organic technology, yield, and biochemical composition

Введение. Соя – универсальная культура, имеющая в составе зерна белок около 30-35% и масло (18-20%). Имея наибольшие посевные площади в мировом масштабе среди масличных и зернобобовых культур, она с успехом используется в пищу человеку, на корм животным и в технических целях [5]. Однако, при возделывании культуры по интенсивным технологиям используются минеральные удобрения и пестициды. Для получения

органического растительного сырья использование химических средств категорически запрещено и здесь на помощь могут прийти микробиологические препараты. В условиях резкого снижения плодородия почв в Алтайском крае за последние несколько десятилетий, что подтверждено многолетними исследованиями ученых Алтайского ГАУ и агрохимической службой Алтайского края [3] развитие органического земледелия и применении биопрепаратов для улучшения питания растений и защиты от вредных организмов становится актуальным.

Препараты на основе микроорганизмов показывают положительный эффект по улучшению питательного режима почвы на ряде культур. Так исследованиями ученых Алтайского ГАУ показано положительное влияние биопрепарата несимбиотических азотфиксаторов и фосфатмобилизаторов на увеличение продуктивности яровой пшеницы [1]. В условиях Красноярского края показано положительное влияние органических технологий на снижение развития корневых гнилей [2]. Научными исследованиями доказано, что применение инокулянтов на сое положительно влияет на развитие культуры, образование клубеньков, повышение продуктивности растений и содержание белка в зерне [4, 6].

Цель исследований – провести сравнительную оценку урожайности и качества полученного зерна при возделывании сои по органическим и интенсивным технологиям в условиях Алтайского края.

Материалы и методика исследований. Работу выполняли на учебно-опытном поле Алтайского ГАУ, расположенном в зоне умеренно-засушливой и колючей степи Алтайского края в 2025 г.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный среднесуглинистый.

Схема опыта состояла из 3 вариантов: 1) контроль без удобрений и обработок; 2) интенсивная технология включала в себя предпосевную обработку семян баковой смесью препаратов Вайбранс Голд, КС (1,2л/т)+Инстиво, КС (0,8л/т)+ Organit Rizo (2,5л/т), по вегетации применяли фунгицид Спирит, КС (0,3л/га), перед посевом в почву вносили удобрение NP+S (16:20+14). 3) органическая технология включала в себя предпосевную обработку семян баковой смесью: Ризопротектор (0,2кг/10л инокулянта)+РизоБаш (3л/т)+Фитоспорин АС, Ж (1,5л/т)+Жидкая микориза (0,04л/т)+Биолипостим (0,2л/т); по вегетации растения обрабатывали 3 раза баковой смесью Фитоспорин АС, ж (1,5л/га)+Гуми 20 К (0,2 л/га) в фазу 1-2 тройчатого листа, в фазу 3-го тройчатого листа, конец цветения-начало образования лопатки. Расположение вариантов в опыте систематическое в трехкратной повторности. Площадь делянки составляла 90,0 м² (3,0 м x 30,0 м).

Сравнение урожайности и качества зерна сои проводили на сорте Припять. Сеяли сою после яровой пшеницы в оптимальные сроки середина мая с густотой стояния 700-750 тыс. шт./га. На контрольном варианте и на варианте с органической технологией борьбу с сорняками проводили ручную, на варианте интенсивной технологии использовали смесь гербицидов, разрешенных к применению на сое.

Среднее многолетнее количество осадков за вегетацию сои (май – октябрь) в месте проведения опытов составляет 272 мм. В 2025 г. за активную вегетацию сои (май-октябрь) осадков выпало 322 мм, что составило 118% от среднемноголетних. Наибольшее количество осадков выпало в августе – 140 мм, или 286% от среднемноголетнего показателя. Сумма активных температур за вегетационный период составила 2632°С, что на 160°С превышало среднемноголетний показатель.

Результаты исследования показали, что применение как органической, так и интенсивной технологий возделывания определяет особенности роста и продуктивности растений. Анализ данных таблицы 1 показал, что наибольшее значение густоты стояния растений перед уборкой отмечено в варианте интенсивной технологии возделывания сои – 696,7 тыс. шт./га, что на 6,6% выше контроля (653,3 тыс. шт./га). На варианте органической

технологии с применением биопрепаратов густота стояния составила 693,3 тыс. шт./га, что также свидетельствует о высокой сохранности растений при данной технологии.

Средний показатель высоты растений при интенсивной технологии достигал 104,7 см, что на 6,0 % выше значения на контроле, тогда как при органической технологии высота растений составила 98,4 см. Высота прикрепления нижнего боба варьировала от 11,2 до 15,9 см и была наибольшей при интенсивной технологии, что облегчает механизированную уборку.

Наибольшее количество бобов на растении зафиксировано на варианте органической технологии – 15,4 шт., что на 33,9 % выше, чем на варианте интенсивной технологии.

Показатель «количество семян в бобе» варьировал незначительно (2,4-2,6 шт.). Масса семян с 0,25 м² при органической технологии составила 81,2 г, что на 14 % выше, чем на контроле. Урожайность на данном варианте составила 3,25 т/га, что на 14 % выше контроля и на 4,5 % выше интенсивной технологии. Однако, разность между вариантами технологий лежит в пределах ошибки опыта.

Таким образом, органическая технология обеспечила наибольшую урожайность за счет увеличения количества бобов и массы семян. Интегрированная система питания и защиты растений на основе биопрепаратов позволила реализовать потенциал культуры без применения синтетических удобрений и пестицидов и способствовала получению более высокой урожайности.

Таблица 1 – Урожайность сои и элементы ее структуры

Вариант	Густота стояния перед уборкой, тыс.шт./га	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Количество бобов на 1 растении, шт.	Количество семян в 1 бобе, шт.	Масса семян с 0,25 м ² , г	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га
1.Контроль (без обработки)	653,3	98,8	11,6	15,3	2,4	71,2	151,5	2,85
2.Интенсивная технология	696,7	104,7	15,9	11,5	2,6	77,8	157,0	3,11
3.Органическая технология	693,3	98,4	11,2	15,4	2,4	81,2	152,7	3,25
НСР _{0,05}								0,25

Кроме высокой продуктивности значение имеет также и качество полученной продукции. По содержанию белка выделилась органическая технология, превышение относительно контрольного варианта составило 1,75% и относительно интенсивной технологии 1,31% (табл. 2).

Таблица 2 – Биохимический состав зерна сои

Вариант	Содержание белка, %	Масличность, %	Массовая доля фосфора (Р), %	Массовая доля кальция (Са), %	Массовая доля калия (К), %
Контроль (без обработки)	31,94	20,4	0,58	0,17	1,44
Интенсивная технология	32,38	21,6	0,57	0,15	1,45
Органическая технология	33,69	19,4	0,62	0,16	1,48

Содержание фосфора и калия в зерне сои при органической технологии было максимальным (0,62 и 1,48 % соответственно), что указывает на повышение биодоступности питательных веществ за счет применения биопрепаратов. Незначительное снижение

содержания кальция при интенсивной технологии (0,15 %) может быть связано с подкислением почвенного раствора.

Выводы. Полученные результаты показали, что органическая технология обеспечивает не только экологическую чистоту продукции, но и улучшает питательную ценность зерна сои, повышая содержание белка и минеральных элементов. Интенсивная технология увеличивает масличность, однако уступает по урожайности и содержанию белка в зерне. Контрольный вариант характеризуется наименьшими показателями, что подтверждает необходимость использования при получении органического растительного сырья современных агротехнологий, основанных на применении биопрепаратов и микробиологических средств.

Список литературы

1. Беляев В. И., Черепанова О. В., Прокопчук Р. Е., Жандарова С. В., Соколова Л. В. Урожайность, качество зерна и эффективность возделывания яровой пшеницы при разных системах применения минеральных и микробиологических удобрений на участках с разным почвенным плодородием // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2024. № 1 (231). С. 50–56.
2. Бопп В.Л., Савенкова В., Мистратова Н.А., Ступницкий Д.Н. Влияние интенсивной и органической технологий возделывания на развитие корневых гнилей на яровой пшенице // Парадигма устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях современных реалий : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию создания ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 24–26 мая 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 82-84. – EDN EKELBP.
3. Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения Алтайского края – Барнаул, 2018. – 380 с.
4. Пигорев И. Я., Кананыхин А. О., Кузьминов К. В. Влияние агротехники на результаты предпосевной инокуляции семян сои // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-agrotehniki-na-rezultaty-predposevnoy-inokulyatsii-semyan-soi> (дата обращения: 01.11.2025).
5. Поморова Ю. Ю., Пятовский В. В., Серова Ю. М. Биохимический состав семян сортов сои, возделываемых в различных регионах России, и аспекты его биологической ценности (обзор) // Масличные культуры. 2023. №4 (196). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biohimicheskiy-sostav-semyan-sortov-soi-vozdelываемyh-v-razlichnyh-regionah-rossii-i-aspekty-ego-biologicheskoy-tsennosti-obzor> (дата обращения: 11.10.2025).
5. Шабалкин А. В., Дубинкина Е. А. Применение инокулянта и микроудобрений на сое в условиях центрального черноземья // Масличные культуры. 2023. №2 (194). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-inokulyanta-i-mikroudobreniy-na-soe-v-usloviyah-tsentralnogo-chnozemya> (дата обращения: 01.11.2025).

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМ ПИТАНИЯ И ЗАЩИТЫ НА ОСНОВЕ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ ПО ОРГАНИЧЕСКИМ СТАНДАРТАМ

Черепанова Ольга Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

e-mail: cherepanova_olga22@mail.ru

Дегтярева София Андреевна, студент

Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

e-mail: sonya.1.dertyareva@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты полевого опыта по оценке эффективности органической технологии возделывания картофеля сорта Адретта с применением биопрепаратов в сравнении с интенсивной технологией и контрольным вариантом без применения удобрений и других препаратов. Установлено, что органическая технология, включавшая обработку клубней и вегетирующих растений биофунгицидами и микробиологическими удобрениями, позволила получить урожайность на уровне 40,77 т/га, что практически не уступало интенсивной технологии (40,80 т/га) и достоверно превышало контроль (37,03 т/га). Применение биопрепаратов обеспечило эффективную защиту от фитофтороза клубней, снизив распространение болезни до 3,5% против 6,1% на контроле.

Ключевые слова: картофель, органическая технология, интенсивная технология, биопрепараты, урожайность, содержание сухого вещества

Авторы благодарят НВП БашИнком и ООО «Агросфера» за поддержку исследований и предоставление препаратов.

EFFECTIVENESS OF INTEGRATION OF NUTRITION AND PROTECTION SYSTEMS BASED ON BIOPREPARATIONS IN ORGANIC POTATO CULTIVATION

Cherepanova Olga Vasilievna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Altai State Agricultural University, Barnaul, Russia

e-mail: cherepanova_olga22@mail.ru

Deryatyeva Sofia Andreevna, Student

Altai State Agricultural University, Barnaul, Russia

e-mail: sonya.1.dertyareva@mail.ru

Abstract. The results of a field experiment on the effectiveness of organic cultivation of potatoes of the "Adretta" variety using biological products in comparison with intensive technology and control are presented. It was found that organic technology, which included the treatment of tubers and vegetative plants with biofungicides and microbiological fertilizers, allowed to obtain a yield of 40.77 t/ha, which was almost equal to intensive technology (40.80 t/ha) and significantly exceeded the control (37.03 t/ha). The use of biological products provided effective protection against tuber late blight, reducing the spread of the disease to 3.5% compared to 6.1% in the control.

Keywords: potatoes, organic technology, intensive technology, biological products, yield, dry matter content

The authors thank NVP BashIncom and Agrosphere LLC for supporting the research and providing the drugs.

Картофель – неотъемлемый источник питания для людей и животных. На протяжении тысячелетий он является одним из фундаментальных продуктов питания. В современном времени, при интенсивной химизации сельского хозяйства, все чаще становится актуален вопрос о биологизации технологий в земледелии. Органический картофель – это стратегический продукт для здоровья нации и экологии планеты. Органические продукты отличаются от традиционных тем, что при получении сырья и дальнейшей их переработке запрещено применение минеральных удобрений, химических пестицидов, антибиотиков, генно-модифицированных организмов. Производство таких продуктов подтверждено органическим сертификатом в соответствии с требованиями ГОСТ 33980-2016 и все производители органической продукции внесены в единый государственный реестр, который ведется Министерством сельского хозяйства Российской Федерации.

Для повышения продуктивности культур и качества продукции на смену минеральным удобрениям и химическим пестицидам в органических технологиях могут прийти биопрепараты на основе различных групп микроорганизмов, позволяющие усилить питание растений и защитить их от патогенных организмов [1, 2, 3].

Целью данной исследовательской работы было оценить эффективность применения биопрепаратов на картофеле при органических технологиях возделывания. В задачи исследования входило оценить влияние применения биопрепаратов на урожайность картофеля и ее структуру.

Объект исследования – картофель сорта Адретта, возделываемый по трем разным технологиям: органической; интенсивной с применением удобрений и химических пестицидов; без применения препаратов. Полевой опыт был заложен на поле учебно-опытной сельскохозяйственной станции АГАУ, находящейся в зоне умеренно-засушливой и колючей степи Алтайского края.

Методика закладки опыта. Опыт был заложен 23 мая 2025 года. Размещение делянок систематическое в один ярус в трехкратной повторности. Схема посадки 0,4х0,7м, на каждой делянке опыта располагалось по 20 растений. Площадь одной делянки – 5,6м². Густота стояния растений 35714 шт./га. Уборку картофеля проводили 10 сентября с определением общей массы и количества клубней с делянки с разбором по фракциям продовольственные (35-80мм) и крупные клубни (>80мм). Также определяли поражение клубней проволоочником и фотофторозом. Технологии (варианты опыта): 1. органическая технология: обработка клубней перед посадкой – Фитоспорин АС, Ж (2л/т)+Жидкая микориза (0,04 л/т)+Триходермикс (0,2 кг/т); под основную обработку в почву вносили 33 Богатыря (60 кг/га); по вегетации проводили обработку биофунгицидом Фитоспорин АС, Ж (2л/га) первое - профилактическое в фазы смыкание рядков – бутонизация (30 июня); повторно - с интервалом 10-15 дней (10 июля, 20 июля); против колорадского жука проводили двукратную обработку биоинсектицидом Битоксибациллин, П (2 кг/га) при первом появлении личинок (4 июля) и повторно через 10 дней; 2. интенсивная технология: обработка клубней перед посадкой против проволоочника, колорадского жука и болезней – Имикар, КС (0,6 л/т); под основную обработку в почву вносили удобрение NP S (20:7+16) (100 кг/га); по вегетации проводили обработку фунгицидом Инфинито, КС (1,5л/га) первое - профилактическое в фазы смыкание рядков – бутонизация (30 июня); повторно - с интервалом 7-10 дней (10 июля, 20 июля); 3. контроль (без удобрений и пестицидов).

Результаты исследований. Главная результирующая любой технологии возделывания – это урожайность культуры и качество полученного продукта. Обе технологии, сравниваемые в опыте, имели наибольшие показатели относительно контрольного варианта по общей массе клубней и их количеству, превышение составило 1660г и 2188г на органической и интенсивной технологии соответственно (Таблица 1). Масса товарных клубней, к которым относятся клубни с диаметром более 35 мм также на вариантах с применением удобрений, пестицидов и биопрепаратов превышала показатели контроля как по массе, так и по количеству клубней. Наибольший результат был получен по фракциям продовольственные и крупные клубни на варианте с интенсивной технологией, на 1898 г больше относительно контрольного варианта, здесь же была получена наибольшая урожайность – 40,80 т/га. При этом урожайность на варианте с органической технологией была ниже интенсивной технологии на 1 ц, что является незначительной разницей.

Таблица 1 – Выход клубней, урожайность и содержание сухого вещества в клубнях картофеля

Вариант (технология)	Всего клубней		Продовольственные (35-80мм)		Крупные (> 80мм)		Урожайность, т/га	Содержание сухого вещества, %
	масса, г	шт.	масса, г	шт.	масса, г	шт.		
Органическая	21312	192	19277	161	1270	6	40,77	17,2
Интенсивная	21840	210	19243	167	1320	4	40,80	19,6
Контроль (без обработки)	19652	185	17207	150	1458	5	37,03	18,4
НСР ₀₅							3,32	

По содержанию сухого вещества в клубнях наибольший результат был получен на варианте с интенсивной технологией – 19,6%, что на 1,2% выше контрольного варианта. Вариант с органической технологией показал содержание сухого вещества в клубнях на уровне 17,2%, что на 1,2% ниже, чем на контроле, что может свидетельствовать о лучшей обеспеченности влагой на данном варианте. Однако этот показатель не снижает товарных качеств полученного урожая, и органическая технология за счет высокого уровня урожайности может конкурировать с интенсивной.

Для защиты растений картофеля от комплекса вредителей и болезней проводили предпосадочную обработку клубней и обработку вегетирующих растений специализированными препаратами. На посадках во время вегетации появлялись единичные имаго колорадского жука, на варианте с органической технологией во время вегетации проводили две обработки.

Распространение фитофтороза на клубнях на обеих технологиях составило 3,5%, а на контрольном варианте 6,1%, что в 1,74 раза больше, таким образом принятые системы защиты от заболевания помогают предотвратить распространение заболевания и увеличивают сохранность клубней во время хранения. Распространение повреждений проволоочником было незначительным, что связано с низкой заселенностью вредителем на опытном участке.

Таблица 2 – Распространение повреждений клубней картофеля проволоочником и фитофторозом

Вариант (технология)	Проволоочник, % от общего количества	Фитофтороз клубней, % от общего количества
Органическая	0,9	3,5
Интенсивная	0,0	3,5
Контроль (без обработки)	0,4	6,1

Список литературы

1. Бопп В.Л., Савенкова В., Мистратова Н.А., Ступницкий Д.Н. Влияние интенсивной и органической технологий возделывания на развитие корневых гнилей на яровой пшенице // Парадигма устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях современных реалий : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию создания ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 24–26 мая 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 82-84. – EDN EKELBP.
2. Пусенкова Л. И., Глез В. М., Зейрук В. Н., Деревягина М. К., Максимов И. В. Биопрепараты для защиты картофеля от болезней // Защита и карантин растений. 2010. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biopreparaty-dlya-zaschity-kartofelya-ot-bolezney> (дата обращения: 01.11.2025).
3. Черемисин А. И., Кумпан В. Н. Применение биопрепаратов комплексного действия и биоудобрений в оригинальном семеноводстве картофеля // Вестник ОмГАУ. 2017. №1 (25). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-biopreparatov-kompleksnogo-deystviya-i-bioudobreniy-v-originalnom-semenovodstve-kartofelya> (дата обращения: 01.11.2025).

СЕКЦИЯ 3. ПРАКТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В АГРАРНОМ ВУЗЕ

УДК 378.1

О РЕАЛИЗАЦИИ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ХИМИИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Безрукова Наталья Петровна, доктор педагогических наук, кандидат химических наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: bezrukova.natalia2011@yandex.ru

Козловская Анна Викторовна, ассистент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: ani.kozlovskaya@mail.ru

Аннотация. На примере направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» раскрываются подходы к реализации принципа практико-ориентированности при обучении студентов дисциплине «Химия». Показано, что наиболее значимым является проектирование содержания обучения химии на основе междисциплинарных связей 3-го типа – с содержанием обучения дисциплинам профессионального цикла. Химия предоставляет широкие возможности для развития таких качеств будущего инженера, как системное мышление, умений выделять причинно-следственные связи и др. Чтение с этой целью лекций в режиме полилога с постановкой проблемных вопросов, визуализация материала за счет возможностей современных ИКТ, использование возможностей LMS Moodle для подготовки студентов к лабораторным работам, проектирование их в виде совокупности учебных мини-исследований создают условия для развития расчетных умений, исследовательской компетенции будущих инженеров.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, подготовка инженерных кадров, химические дисциплины, принцип практико-ориентированности

ON THE IMPLEMENTATION OF PRACTICE-ORIENTED TEACHING OF CHEMISTRY FOR FUTURE ENGINEERS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Bezrukova Natalia Petrovna, Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Chemical Sciences, Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: bezrukova.natalia2011@yandex.ru

Kozlovskaya Anna Viktorovna, Assistant
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia, e-mail: ani.kozlovskaya@mail.ru

Abstract. Based on the example of the 35.03.06 "Agroengineering" training program, the article explores approaches to implementing the principle of practical orientation in teaching chemistry to students. The most significant aspect has been shown to be the design of chemistry teaching content with use of the 3rd type of interdisciplinary connections - the integration with the content of professional cycle disciplines. Chemistry provides ample opportunities for developing such qualities of a future engineer as system thinking, the ability to identify cause-and-effect relationships, and more. Reading lectures in the form of a polylogue with the posing of problematic questions, visualizing the material using the capabilities of modern ICT, and using the LMS Moodle to prepare students for laboratory work and designing it as a set of educational mini-research create conditions for developing the computational skills and research competence of future engineers.

Keywords: agro-industrial complex, training of engineering personnel, chemical disciplines, the principle of practical orientation

Проблемы подготовки инженерных кадров в России, и в том числе их фундаментальной естественнонаучной подготовки, достаточно широко обсуждаются на страницах периодической печати, в материалах конференций [6, 9, 10]. В контексте экологических проблем, проблем, связанных с обеспечением продовольственной безопасности, которые остро стоят перед человечеством в 21 веке, сформированная химическая картина мира является неременной составляющей компетентности современного инженера агропромышленного корпуса (АПК). Нами ранее были выделены основные тренды в системе обучения химическим дисциплинам бакалавров в аграрном университете: это и цифровизация образовательного процесса, модернизация содержания обучения химическим дисциплинам через усиление практико-ориентированности, усиление акцентов на организацию самостоятельной работы студентов в электронных курсах, на вовлечение их в научно-исследовательскую деятельность [5].

Из анализа информационных источников следует, что практико-ориентированность в системе обучения, воспитания и развития студентов в высшей школе трактуется сегодня в дух аспектах: как нацеленность обучения каждой дисциплине образовательной программы подготовки на будущую специальность бакалавра и как приоритет практических знаний над теоретическими, и, как следствие, практических занятий над лекционными.

Что касается первого аспекта, в работе [5] отмечается, что для нивелирования проблем, характерных для реализуемой на младших курсах системы фундаментальной подготовки будущих агроинженеров, особую значимость приобретает проектирование обучения естественнонаучным дисциплинам на основе междисциплинарных связей. При этом под междисциплинарными связями понимается «система отношений между знаниями, умениями, формируемыми в результате последовательного и целенаправленного отражения в средствах, методах и содержании осваиваемых дисциплин существующих в реальной действительности объективных связей» [2]. Применительно к обучению химическим дисциплинам нами выделяются междисциплинарные связи трех типов [5]:

- 1-й тип – междисциплинарные связи на основе интеграции содержания обучения обеспечивающим

дисциплинам и химическим дисциплинам;

- 2-й тип – междисциплинарные связи на основе интеграции содержания обучения химическим дисциплинам;

- 3-й тип – междисциплинарные связи на основе интеграции содержания обучения химическим дисциплинам и обеспечиваемым дисциплинам.

Принимая во внимание тот факт, что в Красноярском ГАУ в основных профессиональных образовательных программах (ОПОП) по различным профилям направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» предусмотрена одна химическая дисциплина - «Химия», на освоение которой выделяется 2 кредита, в том числе 18 часов лекций и 36 часов практических занятий, принцип практикоориентированности предполагает при проектировании содержания ее обучения усиление акцентов на междисциплинарные связи третьего типа - с обеспечиваемыми дисциплинами, то есть дисциплинами профессионального цикла.

Следует отметить, что освоение общей химии в высшей школе представляет собой целостную, проверенную на практике сложившуюся систему, которая включает такие разделы, как использование стехиометрических и газовых законов в химии, современные представления о строении вещества, основные закономерности протекания химических реакций (термодинамический и кинетический аспекты), растворы как разновидность дисперсных систем, окислительно-восстановительные реакции и основы электрохимии, химия комплексных соединений. Учитывая, что выделяемое количество часов на освоение общей химии будущих инженеров неумолимо сокращается, включение в курс и глубина изложения материала последних трех из перечисленных выше разделов зависит от будущей специальности студента. Интеграция содержания обучения химии и содержания обучения дисциплинам профессионального цикла реализуется посредством анализа содержания

последних, выявления темы, подлежащих интеграции. Так, ОПОП по профилю «Технические системы в агробизнесе» включает дисциплину «Защита сельскохозяйственной техники от коррозии». Дисциплина «Надежность и ремонт машин» включает тему «Технологические процессы восстановления деталей: сварочно-наплавочные, гальванические, применением полимерных материалов». Как результат, особый акцент к на завершающем этапе курса химии для будущих инженеров-механиков сделан на Модуле «Основы электрохимии», в рамках которого студенты актуализируют/осваивают понятия «гальванический элемент», «коррозия» и ее виды, методы защиты металлов от коррозии, развивают умения составлять биметаллический и концентрационный гальванический элементы и рассчитывать их ЭДС, выполняют лабораторную работу, готовят и выступают с докладами по теме «Химические источники тока». Проектирование различного вида химических текстов - заданий на интегративном материале создает условия для развития системного, критического мышления будущих агроинженеров [1,13].

Что касается трактовки практикоориентированности как приоритета практических знаний над теоретическими, целесообразность ее использования на начальной этапе подготовки (младшие курсы) будущих агроинженеров вызывает серьезные сомнения. Практико-ориентированное обучение рассматривается как процесс, во главе угла которого лежит решение учебных задач на основе получения практических умений и навыков. К ключевым характеристикам практико-ориентированного обучения относят связь с профессиональной средой (процесс обучения интегрирован в реальную профессиональную деятельность через сотрудничество с компаниями); минимум теории, максимум практики; подавляющая часть обучения строится вокруг реальных проектов или кейсов. Думается, более значимой целью химической подготовки, как составной частью фундаментальной естественнонаучной, является развитие таких качеств студента как системное, аналитическое мышление, чувствительность к противоречиям, развитие умений выделять причинно-следственные связи, обобщать, делать грамотные выводы, и химическая наука, развитие которой базируется на тезисе: строение – свойства – применение, предоставляет для развития указанных выше качеств и умений широчайшие возможности.

Чтение лекций в режиме полилога «лектор-студенческая аудитория», постановка проблемных вопросов, стимулирующих мыслительную деятельность студентов, максимальная визуализация излагаемого материала за счет возможностей современных ИКТ [7], смена деятельности в ходе лекции за счет включения в нее примеров решения базовых задач по конкретной теме, включение элемента соревновательности, когда первые пять – десять студентов, успешно решивших задачу получают бонусы, - все это, как показывает наша практика, позволяет существенным образом усилить деятельностный характер освоения материала в лекционном курсе, повысить мотивацию к освоению дисциплины.

Лабораторный практикум химической дисциплины имеет большое значение как в развитии расчетных умений будущего инженера, так и в развитии/формировании исследовательской компетенции как важнейшей составляющей его профессиональной компетентности. Ранее на примере подготовки будущих инженеров-металлургов нами было показано, что решению указанных выше задач способствует структура лабораторного практикума, реализуемая на основе смешанного обучения [8]. Структура включает три основных этапа, в рамках которых реализуется переход от выполнения лабораторных работ по методическим указаниям к работам с элементами учебного исследования и далее к исследовательским лабораторным работам с профессиональным контекстом. Понятно, что реализация такой структуры возможна на блоке химических дисциплин (например, в Институте цветных металлов и материаловедения, СФУ программа подготовки инженеров-металлургов предусматривает освоение дисциплин «Общая химия», «Химия неорганических и органических соединений», «Физическая химия») [8]. Поскольку, как уже упоминалось, в аграрном вузе обучение химии бакалавров направления подготовки «Агроинженерия» реализуется в одном семестре и лабораторный практикум рассчитан всего лишь на 36 часов, особое внимание уделяется предварительной подготовке к лабораторной работе, с тем чтобы

студенты выполняли ее максимально осознанно. Так, допуском к выполнению первой лабораторной работы практикума «Классы неорганических соединений» является разработанные студентами wiki-страницы (Рисунок) [3].

Технология Wiki, как известно, позволяет редактировать электронный документ одновременно нескольким пользователям. «Wiki», как инструмент LMS Moodle, рекомендуется для организации самостоятельной работы студентов в мини-группах [12]. Наша практика показывает, что использование «Wiki» позволяет успешно закреплять/актуализировать знания студентов по классам неорганических соединений [3]. Выполнение опытов в последующих лабораторных работах спроектированы как учебные мини-исследования. Так, в методических рекомендациях к лабораторной работе «Окислительно-восстановительные реакции» заданы тема, цель ко всей лабораторной работе, названия опытов и методики их выполнения. Задача студента, исходя из названия опыта, анализа формул веществ, участвующих в окислительно-восстановительной реакции, сформулировать гипотезу, провести опыт и на основе его результатов сделать вывод. В электронном курсе дисциплины размещены электронные образовательные ресурсы, необходимые для подготовки к лабораторным работам [7].

Тема 2. Классы неорганических соединений

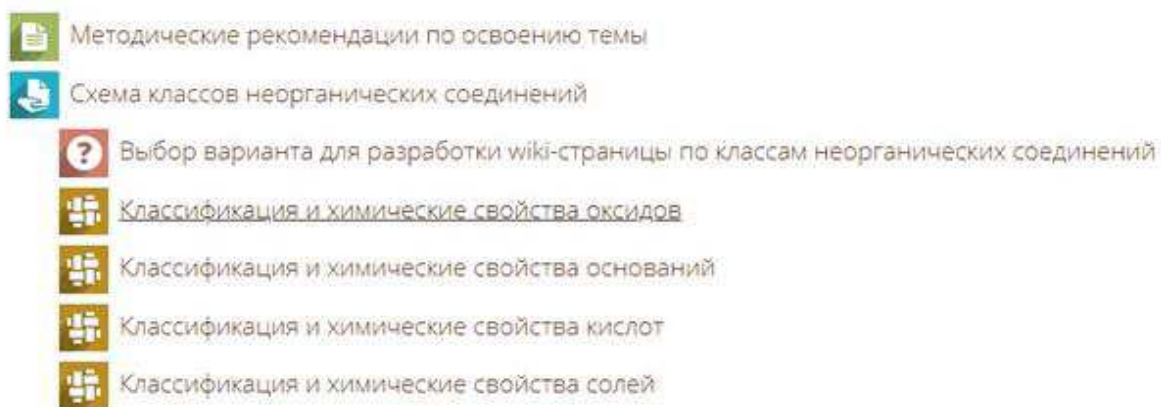


Рисунок - Скриншот из электронного курса «Химия» в LMS Moodle для студентов первого курса направления подготовки «Агроинженерия»

Технология Wiki, как известно, позволяет редактировать электронный документ одновременно нескольким пользователям. «Wiki», как инструмент LMS Moodle, рекомендуется для организации самостоятельной работы студентов в мини-группах [12]. Наша практика показывает, что использование «Wiki» позволяет успешно закреплять/актуализировать знания студентов по классам неорганических соединений [3]. Выполнение опытов в последующих лабораторных работах спроектированы как учебные мини-исследования. Так, в методических рекомендациях к лабораторной работе «Окислительно-восстановительные реакции» заданы тема, цель ко всей лабораторной работе, названия опытов и методики их выполнения. Задача студента, исходя из названия опыта, анализа формул веществ, участвующих в окислительно-восстановительной реакции, сформулировать гипотезу, провести опыт и на основе его результатов сделать вывод. В электронном курсе дисциплины размещены электронные образовательные ресурсы, необходимые для подготовки к лабораторным работам [7].

Таким образом, интеграция ряда тем курса общей химии с темами дисциплин профессионального цикла, усиление деятельностного аспекта лекционного курса через чтение лекций в режиме полилога, постановку проблемных вопросов, визуализацию излагаемого материала за счет возможностей современных ИКТ, использование возможностей электронных систем управления обучением для подготовки студентов к выполнению лабораторных работ, включение элементов исследовательской деятельности в

лабораторный химический практикум способствуют реализации практико-ориентированности при обучении химии студентов – будущих агроинженеров.

Список литературы

1. Агафонова, И.П. Особенности использования учебных химических текстов для формирования системного мышления студентов / И.П. Агафонова, Н.П. Безрукова, Н.В. Агафонова // Среднее профессиональное образование. – 2023. – № 8(336). – С. 34-37.
2. Афанасьева, О.Ю. Коммуникативное образование студентов педагогических вузов на основе идеи междисциплинарности /О.Ю. Афанасьева// Педагогическое образование и наука. – 2006.– № 2. – С. 24–28.
3. Безрукова, Н.П. Возможности LMS Moodle в оптимизации управления деятельностью студентов при обучении химическим дисциплинам/ Н.П. Безрукова, Т.К.Тимиргалиева, А.А. Безруков // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 4. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31062> (дата обращения: 12.11.2025).
4. Безрукова, Н.П. К вопросу о повышении качества обучения химическим дисциплинам в вузе/ Н.П. Безрукова // Вестник КрасГАУ. – 2006. – № 11. – С.380-385.
5. Безрукова, Н.П. Междисциплинарные связи как важнейший принцип проектирования обучения химии в аграрном университете в современных условиях/ Н.П. Безрукова, Т.В. Ступко // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы междунар. науч.-практ. конф., г.Красноярск, 20-22 апреля 2021 года. Часть I. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 169-172.
6. Безрукова, Н.П. Особенности химической подготовки специалистов для устойчивого развития агропромышленного комплекса региона/ Н.П. Безрукова, А.А. Безруков // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы междунар. науч.-практ. конф., г. Красноярск, 18–20 апреля 2023 года. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2023. – С. 137-141.
7. Безрукова, Н. П. Современные информационно-коммуникационные технологии в обучении химическим дисциплинам в высшей школе / Н. П. Безрукова. – Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2016. – 148 с. – ISBN 978-5-85981-996-6.
8. Вострикова, Н.М. Модернизация лабораторного химического практикума для будущих бакалавров-металлургов на основе информационно-деятельностного подхода / Н.М.Вострикова, Н.П. Безрукова, Е.Д. Кравцова // Черные металлы. – 2019. – № 3. – С.70-75.
9. Голдина, И.И. Актуальные вопросы образования и подготовки кадров для АПК: тенденции и перспективы/И.И.Голдина, Г.А.Иовлев, В.С.Зорков //Аграрное образование и наука –2021.–№2. – С.16.
10. Деменкова, Л.Г. Развитие личности будущего агроинженера в процессе профессионально-ориентированного обучения химии/ Л.Г. Деменкова // Модернизация аграрного образования: интеграция науки и практики: сб. науч. ст. по материалам II-ой Междун. науч.-практ. конф., г. Томск, 21-25 октября 2014 года. – Новосибирск: изд-во НГАУ, 2014. – С.151-155.
11. Лукин, В. В. Цифровые и информационные технологии на службу АПК / В.В. Лукин, Д.В. Лукин, Я.В. Чупахина //Polish Journal of Science. – 2020. – № 25-2(25). – С.12-17.
12. Шальнева, Н.В. Применение системы Moodle при очной, очно-заочной и заочной формах обучения/ Н.В. Шальнева, О.А.Полунина, Н.А.Старцева [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – №3. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26493> (дата обращения: 08.11.2025).
13. Bezrukova, N. Aproach to the formation of chemistry educational texts for development of the critical thinking in students / N. Bezrukova, N. Vostrikova // 4th international multidisciplinary scientific conference on social sciences and arts sgem2017: conference proceedings, Albena, Bulgaria, 24–30 августа 2017 года. Vol. 4-3. – Sofia: Общество с ограниченной ответственностью СТЕФ92 Технолоджи, 2017. – Р. 35-42. – DOI 10.5593/sgemsocial2017/34/S13.005.

**ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ:
ИНТЕГРАЦИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (ДЗЗ)
И IoT-ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНЫЕ ПЛАНЫ**

Бельц Алексей Федорович, кандидат технических наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет, Россия, г. Краснодар
Микрюков Игорь Антонович, магистрант
Кубанский государственный аграрный университет, Россия, г. Краснодар
e-mail: igor1233214@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема модернизации образовательных программ подготовки инженерных кадров для агропромышленного комплекса в контексте цифровой трансформации. Проанализирована возрастающая роль технологий точного земледелия, в частности, данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и интернета вещей (IoT). Выявлено несоответствие между текущим содержанием учебных планов аграрных вузов и практическими запросами современных сельхозпредприятий. На основе проведенного анализа предложена модель интеграции междисциплинарного модуля «Агроинформатика и цифровые технологии» в структуру основных образовательных программ бакалавриата и магистратуры. Приведены возможные темы лабораторных работ и проектов, направленные на формирование у студентов комплексных компетенций в области сбора, анализа и применения пространственных данных и данных с IoT-сенсоров для принятия инженерных решений.

Ключевые слова: агроинженерное образование, точное земледелие, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), интернет вещей (IoT), учебный план, цифровизация АПК, компетенции

**TRAINING ENGINEERING STAFF FOR PRECISION FARMING: INTEGRATION OF
REMOTE SENSING (ERS) DATA AND IoT TECHNOLOGIES INTO CURRICULUMS**

Belts Alexey Fedorovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kuban State Agrarian University, Russia, Krasnodar
Mikryukov Igor Antonovich, Graduate students
Kuban State Agrarian University, Russia, Krasnodar
e-mail: igor1233214@yandex.ru

Abstract. This article examines the pressing issue of modernizing educational programs for training engineering personnel for the agro-industrial complex in the context of digital transformation. The growing role of precision farming technologies, particularly Earth remote sensing (ERS) data and the Internet of Things (IoT), is analyzed. A discrepancy is identified between the current curricula of agricultural universities and the practical needs of modern agricultural enterprises. Based on this analysis, a model is proposed for integrating the interdisciplinary module "Agroinformatics and Digital Technologies" into the core undergraduate and graduate programs. Potential laboratory and project topics are presented, aimed at developing students' comprehensive competencies in collecting, analyzing, and applying spatial and IoT sensor data for engineering decision-making.

Keywords: Agricultural engineering education, precision farming, Earth remote sensing (ERS), Internet of Things (IoT), curriculum, digitalization of the agro-industrial complex, competencies

Современный агропромышленный комплекс (АПК) переживает активную цифровую трансформацию. Высокоточные агротехнологии, основанные на сборе и анализе больших

объемов данных, становятся неотъемлемой частью конкурентоспособного аграрного производства [1]. Ключевыми источниками информации являются данные дистанционного зондирования Земли со спутников и беспилотных летательных аппаратов, а также данные с датчиков Интернета вещей, установленных на полях и в технике.

Однако эффективное внедрение этих технологий затруднено нехваткой квалифицированных кадров, способных не только обслуживать сложные системы, но и интерпретировать собранные данные и контролировать производственные процессы. Традиционные учебные программы сельскохозяйственных вузов зачастую не поспевают за технологическим прогрессом, что создает разрыв между теоретической подготовкой выпускников и практическими требованиями работодателей [2].

Цель исследования – разработать предложения по интеграции в учебные планы аграрных вузов дисциплин и модулей, формирующих компетенции работы с данными ДЗЗ и IoT в контексте точного земледелия.

Анализ текущей ситуации и проблематика.

Анализ типовых программ по агротехнике в нескольких аграрных вузах показал, что элементы точного земледелия, как правило, преподаются лишь фрагментарно. Обычно это курсы по основам GPS-навигации или отдельные лекции по ГИС-технологиям. Более того, отсутствует системный подход. Курсы по дистанционному зондированию, Интернету вещей, агрономии и инженерии преподаются изолированно, что препятствует формированию целостного понимания жизненного цикла данных – от получения данных до принятия управленческих решений. Преобладает теоретическая направленность. Несмотря на освоение студентами основ технологий, им не хватает практических навыков использования специализированных программных продуктов (QGIS, специализированные облачные платформы), спутниковых снимков и полевых датчиков. Ресурсы также ограничены. Многие вузы не имеют доступа к современным спутниковым сервисам, паркам БПЛА для аэрофотосъемки и оборудованию Интернета вещей для создания учебных центров [2]. В результате выпускники аграрных вузов знакомы с этими технологиями, но не готовы самостоятельно применять их на практике, например, для создания карт неоднородности почвы или организации мониторинга популяций растений в режиме реального времени.

Предлагаемая модель интеграции в учебный процесс

Этап 1: Бакалавриат (3–4 курсы).

Введение обязательного курса «Основы точного земледелия и агроинформатики» (3–4 зачетные единицы). Содержание курса должно быть исключительно практико-ориентированным и основано на комплексном проекте.

Раздел 1: Дистанционное зондирование в сельском хозяйстве.

Практические занятия: Работа с открытыми сервисами геоданных (Google Earth Engine, Sentinel Hub). Интерпретация мультиспектральных снимков для определения вегетационных индексов (NDVI, NDWI). Выявление зон стресса сельскохозяйственных культур. Методическая основа представлена в [3] по мониторингу растений с использованием данных Sentinel-2.

Лабораторная работа: «Сравнительный анализ динамики NDVI на различных полях в течение года на основе данных Sentinel-2».

Раздел 2: IoT-технологии в АПК.

Практикум: Изучение конструкции и принципов работы почвенных, метеорологических и бортовых датчиков. Основы сбора и передачи данных (LoRaWAN, мобильные сети).

Лабораторная работа: «Калибровка датчиков влажности почвы и анализ пространственной изменчивости влажности на опытном участке».

Раздел 3: Принятие решений.

Практикум: Интеграция данных дистанционного зондирования и IoT в единой программной среде. Интерпретация полученных карт и графиков. Разработка рекомендаций по распределенному внесению удобрений или пестицидов.

Проект: «Разработка цифрового паспорта поля на основе интегрированных данных с предложениями по оптимизации агротехнологий».

Этап 2. Магистратура (1–2 курсы).

Для магистрантов, обучающихся по специальности «Агроинженерия», предлагается углубленный модуль «Цифровые технологии в сельском хозяйстве». Такой подход может поддерживать проекты, максимально приближенные к практическим решениям производственных задач, аналогичные описанным в отчетах ведущих производителей оборудования [1]:

Разработка алгоритмов машинного обучения для прогнозирования урожайности с использованием данных спутников и метеостанций.

Разработка системы мониторинга парка сельскохозяйственной техники с использованием датчиков IoT для анализа режимов работы и расхода топлива.

Оптимизация маршрутов сельскохозяйственной техники с использованием карт рельефа и данных о почве.

Интеграция технологий ДЗЗ и IoT в учебные планы аграрных вузов является не просто данью моде, а насущной необходимостью для подготовки конкурентоспособных инженерных кадров. Предложенная модель, основанная на системном, практико-ориентированном и проектном подходах, позволит сформировать у выпускников комплекс компетенций, востребованных на современном рынке труда.

Выпускник, владеющий навыками работы с цифровыми инструментами, будет способен не просто обслуживать технику, а выступать в роли аналитика и технолога, повышающего эффективность сельскохозяйственного производства за счет обоснованных, data-driven решений. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку конкретных методических материалов и программного обеспечения для оснащения учебных лабораторий, что является логическим продолжением поднятой в [2] проблематики.

Список литературы

1. Джон Дир. Отчет о внедрении технологий точного земледелия в хозяйствах РФ. 2023.
2. Иванов А.Б., Сидоров В.Г. Цифровизация АПК: вызовы для системы образования // Агрообразование XXI века. – 2022. – № 4. – С. 15-22.
3. Пратт А. Использование данных Sentinel-2 для мониторинга сельскохозяйственных культур. – М.: Техносфера, 2021. – 184 с.
4. Федеральный образовательный стандарт высшего образования по направлению 35.04.06 «Агроинженерия» (уровень магистратуры).

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ У СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Возженникова Татьяна Викторовна, старший преподаватель
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
Конореев Роман Викторович, кандидат технических наук, доцент
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
Агафонова Екатерина Васильевна, кандидат технических наук, доцент
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
e-mail: tatiana_22-86@mail.ru

Аннотация. В Новосибирском государственном аграрном университете для студентов второго курса Инженерного института направления «Агроинженерия» была введена и успешно реализована на кафедре «Надежность и ремонт машин» учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, являющаяся логичным продолжением дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов»

Ключевые слова: студенты, реализация, практические навыки, профессиональная деятельность, наставник

ORGANIZATION OF PRACTICAL TRAINING FOR ENGINEERING STUDENTS

Vozzhennikova Tatyana Viktorovna, Senior Lecturer
Novosibirsk State Agrarian University Novosibirsk, Russia
Konoreev Roman Viktorovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Novosibirsk State Agrarian University Novosibirsk, Russia
Agafonova Ekaterina Vasilievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Novosibirsk State Agrarian University Novosibirsk, Russia
e-mail: tatiana_22-86@mail.ru

Abstract. At the Novosibirsk State Agricultural University, for second-year students of the Engineering Institute, major 35.03.06 “Agroengineering”, a four-week training internship was introduced and successfully implemented at the “Reliability and Repair of Machines” Department to obtain primary professional skills and abilities which was a logical continuation of the “Materials Science and Technology of Structural Materials” course.

Keywords: students, implementation, practical skills, professional activities, mentor

Практическое обучение в высшем учебном заведении является одним из главных аспектов подготовки квалифицированных специалистов. Подготовка будущего инженера к самостоятельной производственной деятельности отражает содержание практического обучения.

Учебная практика – это элемент образовательного процесса, основная цель которого – интегрировать теоретические знания и практические умения, которая достигается посредством выполнения ряда более частных задач: закрепления знаний в ходе их непосредственного применения, выработки умений и навыков в ходе систематических упражнений, формирования умений применять знания при разрешении технологических и иных проблем. Данная практика важна для правильного применения теоретических знаний, полученных студентами в высших учебных заведениях, в их будущей профессии. Чтобы подготовить их к необходимому уровню профессиональной деятельности, прежде всего,

необходимо дать им достаточные теоретические и практические знания в этой области и овладеть ими на уровне требований государственных стандартов.

Во время учебной практики создается возможность для будущего специалиста углубленно овладеть своей профессией

В соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» [1] практики являются составной частью учебного процесса и предусматривают закрепление знаний, полученных студентами в процессе теоретического обучения и приобретения навыков самостоятельной работы (рис. 1).

В примерной основной образовательной программе для уровня высшего образования бакалавриата для направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» [2], в рамках дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» согласно учебному плану Новосибирского ГАУ, предусмотрено наличие учебной практики в мастерских для формирования таких компетенций как способность решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний и способностей создавать и поддерживать безопасные условия выполнения производственных процессов (рис. 2).

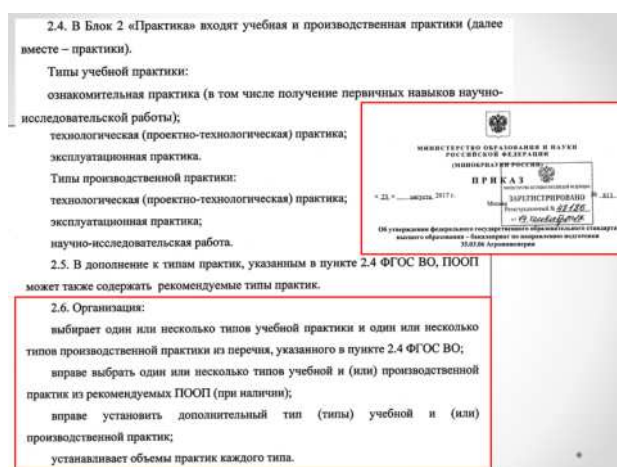


Рисунок 1 – Выдержка из ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»



Рисунок 2 – Выдержка из примерной образовательной программы по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»

В Новосибирском ГАУ в учебный план для студентов второго курса направления 35.03.06 «Агроинженерия» была введена и успешно реализована в 2019 году на кафедре «Надежность и ремонт машин» учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков длительностью четыре недели (объемом 216 часов), являющаяся логичным продолжением изучаемой студентами на первом курсе дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов». Данная практика включает в себя различные работы, на каждую из которых отводится 36 часов (одна неделя). Слесарные работы включают в себя жестяницкие (опиловка, резка, гибка, разметка), сборочно-разборочные работы. Механические работы состоят из токарных, фрезерных, шлифовальных, строгальных, сверлильных работ. Сварочные работы - ручная дуговая сварка, механизированная сварка давлением, воздушно-плазменная резка, контактная сварка оплавление. Горячая обработка металлов: пайка металлов, свободная ковка, термическая обработка, литье (рис. 3).

Практика имеет целью, кроме углубления и закрепления теоретических знаний, приобретение именно практических навыков работы на основных типах металлорежущих станков, выполнения сварочных работ с использованием разнообразного сварочного оборудования, в том числе аппаратов полуавтоматической сварки и плазменной резки, горячей объемной обработке материалов давлением – ковкой, по изготовлению деталей литьем,

выполнения пайки и всех видов слесарных работ с последующим оформлением и защитой отчета по практике [3,4].

Для обеспечения возможности реализации данной практики в условиях учебных лабораторий Инженерного института Новосибирского ГАУ и оптимальной ее эффективности, была задействована модульная организация процесса обучения. Под практику выделен месяц (сентябрь) когда учебные лаборатории, ППС и учебно-вспомогательный персонал кафедры «Надежность и ремонт машин» задействованы только на проведении данной практики.

Процесс получения навыков идет на индивидуальном рабочем месте, оснащенном необходимым технологическим оборудованием с соблюдением требований безопасности выполнения работ, под контролем наставника. В качестве наставников выступают студенты старших курсов Инженерного института Новосибирский ГАУ направления подготовки 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» проходящие педагогическую практику.

Для прохождения практики задействованы пять специализированных лабораторий кафедры: сварки, металлообработки, горячей обработке металлов, испытания металлов и металлографии, слесарной обработки, что позволяет в двухсменном режиме обеспечить прохождение практики в полном объеме. Порядок проведения практики в лабораториях: знакомство подгруппы с лабораторией; инструктаж по технике безопасности; разделение на звенья по 3...4 человека; выбор объекта для изготовления (персонально); выполнение эскиза объекта в соответствии с образцом; выбор рационального маршрута изготовления; выполнение работ; выполнение отчета и его защита.

Данная практика подвержена постоянному совершенствованию. Ежегодно до оснащаются лаборатории необходимым инструментом и оборудованием; выполняется ремонт и введение в строй нового оборудования; осваиваются новые виды работ.

С введением в учебный процесс учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков была отмечена искренняя заинтересованность студентов в получении данных навыков, осознании студентами необходимости наличия теоретических знаний и формирование уверенности в себе как в будущем специалисте «Я могу!». Данная практика является важным условием активной адаптации студентов к реальным производственным условиям.



Рисунок 3 – Учебная практика студентов в специализированных лабораториях университета

Список литературы

1. ФГОС 35.03.06 Агроинженерия. Приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 N 813 (ред. от 27.08.2023). – Текст: электронный // URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-35-03-06-agroinzheneriya-813/> (дата обращения: 10.10.2025).

2. Примерная образовательная программа по направлению бакалавриата «Агроинженерия». – Текст: электронный // URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/Projects_POOP/BAK/350306_POOP_B_1.pdf (дата обращения: 11.10.2025).

3. Агафонова, Е. В. Подготовка кадров для агропромышленного комплекса России на основе энергофемнологического подхода / Е. В. Агафонова, Т. В. Возженникова // Инновационные тенденции развития российской науки: Материалы XV Международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 23–25 марта 2022 года. –

Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 632-634. – EDN HIJUFS.

4. Конореев, Р. В. Организация учебной практики по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» / Р. В. Конореев, Т. В. Возженникова // Инженерное обеспечение сельского хозяйства: проблемы, достижения, перспективы: Материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию освоения целинных и залежных земель в Алтайском крае, Барнаул, 22–23 октября 2024 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2024. – С. 193-195. – EDN GQOKRS.

РОЛЬ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ «ШКОЛА-ВУЗ-ПРЕДПРИЯТИЕ»

Долгих Павел Павлович, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Ачинский филиал, Ачинск, Россия
e-mail: dpp10@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены вопросы повышения эффективности реализации взаимодействия «школа – ВУЗ – предприятие». Приводится анализ несовершенства предлагаемой системы развития кадрового потенциала, среди которых отмечают направленность таких проектов на долгосрочную перспективу, затратность модели, отсутствие правового механизма закрепления участников проекта за предприятием с возложением взаимных обязательств на каждую сторону правоотношений. Предложено часть указанных проблем решать путем мотивации школьников посредством научно-исследовательской и просветительской работы. Приводится положительный опыт такого подхода, реализованный в Ачинском филиале Красноярского ГАУ, где были созданы условия, позволяющие в настоящее время успешно реализовывать взаимодействие «школа – ВУЗ» через агрокласс.

Ключевые слова: национальные цели развития, взаимодействие «школа – вуз – предприятие», профессиональная деятельность, научная деятельность, компетенции

THE ROLE OF RESEARCH AND DEVELOPMENT IN IMPLEMENTING THE SCHOOL-UNIVERSITY-ENTERPRISE INTERACTION

Dolgikh Pavel Pavlovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Achinsk Branch, Achinsk, Russia
e-mail: dpp10@yandex.ru

Abstract. This article examines ways to improve the effectiveness of «school-university-enterprise interactions». It analyzes the shortcomings of the proposed human resource development system, including the long-term focus of such projects, the cost-intensive nature of the model, and the lack of a legal mechanism for assigning project participants to enterprises with mutual obligations imposed on each party. It is proposed that some of these issues be addressed by motivating schoolchildren through research and educational work. The positive experience of this approach is presented, implemented in the Achinsk branch of the Krasnoyarsk State Agrarian University, where conditions have been created that currently make it possible to successfully implement the «school–university» interaction through an agricultural classroom.

Keywords: national development goals, school-university-enterprise cooperation, professional activities, scientific activities, and competencies

Необходимость реализации взаимодействия «школа – ВУЗ – предприятие» обусловлена его актуальностью на различных уровнях – федеральном, региональном и локальном [1]. Единый план по достижению национальных целей развития Российской Федерации до 2030 года и на перспективу до 2036 года предусматривает включение в систему формирования кадрового научного и инженерно-технического потенциала Российской Федерации общего, среднего профессионального, высшего и дополнительного образования [2].

Взаимодействие «школа – ВУЗ – предприятие» прежде всего ориентировано на увеличение притока абитуриентов в ВУЗы на инженерные и технические специальности, а также на повышение качества подготовки будущих студентов инженерно-технологических ВУЗов. В рамках взаимодействия осуществляется подготовка школьников к

профессиональной деятельности на основе фундаментальной науки, проектно-конструкторских разработок и инновационной промышленности [1].

Можно отметить положительный опыт филиала ПАО «Россети Сибирь» – «Красноярскэнерго», создавшего на базе ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» энергоклассы для наращивания кадрового потенциала энергетической отрасли по модели «школа – ВУЗ – предприятие» [3].

Полученный опыт внедрения проекта продемонстрировал не только преимущества, но и несовершенства предлагаемой системы развития кадрового потенциала. Среди недостатков авторы [3] отмечают направленность таких проектов на долгосрочную перспективу, затратность модели, отсутствие правового механизма закрепления участников проекта за предприятием с возложением взаимных обязательств на каждую сторону правоотношений.

Проблема, связанная с долгосрочной перспективой, может быть решена разделением проекта взаимодействия на два крупных этапа «школа-ВУЗ» и «ВУЗ-предприятие», как два самостоятельных, но взаимно определяющих друг друга. Рассмотрим ситуацию в плоскости обучения в аграрном университете специалистов по направлению агроинженерия, где приобретенные обучающимися компетенции подходят под отрасль сельского хозяйства с профессией «сити-фермер». Данное направление развития сельского хозяйства в городской среде подразумевает наличие у специалистов следующих компетенций [4]:

- системное мышление;
- межотраслевая коммуникация;
- управление проектами;
- клиентоориентированность;
- мультиязычность и мультикультурность;
- экологическое мышление.

По данным на 2024 год, рынок вертикальных ферм в России, по оценке Россельхозбанка, достиг 200 миллионов рублей и продолжает расти имея долгосрочную перспективу. Таким образом, этап «ВУЗ-предприятие», можно рассматривать, как ситуацию, когда выпускник по окончании учебного заведения создает свое собственное предприятие в данной сфере производства, используя приобретенный багаж знаний. Этим снимается неопределенность, связанная с риском необеспечения предприятием договоренности по трудоустройству выпускника по направлению выбранной профессии.

Вторая проблема, связанная с затратностью данной модели, обусловлена не системностью реализации, которая в единичном показателе не дает видимых результатов, а для масштабирования требуются значительные финансовые затраты. Данная проблема решается распределением финансовой нагрузки на ВУЗ, имеющий необходимое оборудование и специалистов, и пополняющий недостающие ресурсы путем участия в грантовой, хоздоговорной и прочей деятельности с привлечением инвестиций на развитие рассматриваемой модели, с последующим масштабированием положительного опыта на другие ВУЗы с похожим профилем.

Третья проблема обусловлена тем, что участие в проектной деятельности осуществляется на добровольной основе, ни к чему не обязывает и не ограничивает обучающихся, равно как и не гарантирует поступление выпускников школ на нужный для будущей профессии профиль обучения. Нивелировать данный фактор возможно путем мотивации школьников через формирование у них интереса к будущей деятельности на долгосрочную перспективу посредством научно-исследовательской и просветительской работы. Положительный опыт такого подхода имеется в Ачинском филиале Красноярского ГАУ [5], где за пятилетний период были созданы условия, позволяющие в настоящее время успешно реализовывать взаимодействие «школа – ВУЗ» через агрокласс.

Известно, что занятие научной деятельностью школьниками дает следующие эффекты:

1. **Оказывает влияние на выбор будущей профессии.** Исследовательская деятельность прививает вкус к научной работе, влияет на выбор будущей профессии, формирует активную жизненную позицию будущего гражданина;

2. **Расширяет кругозор.** В процессе интеграции учебной и внеучебной деятельности у учащихся расширяется кругозор.

3. **Способствует развитию личностных качеств.** Учащиеся приобретают уверенность в собственных возможностях, развиваются такие качества личности, как уверенность, смелость, воля.

4. **Формирует научное мировоззрение.** Школьники овладевают научным методом познания, понимают происхождение и природу научного знания.

5. **Стимулирует самореализацию.** Учащиеся приобретают уверенность в собственных возможностях, получают творческий импульс, что является основой для их дальнейшего самосовершенствования и самореализации.

Основными этапами в этой работе являются:

1. Формирование материальной базы в ВУЗе за счет средств, получаемых от грантовой и хоздоговорной деятельности, привлечение средств меценатов и инвесторов и пр.

2. Привлечение специалистов в области агроинженерии для организации специализированных лабораторий и проведения занятий.

3. Популяризация научных достижений в области светокультуры и технологий беспочвенного выращивания через СМИ, выездные лекции в учебных заведениях, путем участия в конференциях для формирования общественного мнения о пользе данной сферы деятельности для улучшения качества жизни людей.

4. Постоянное развитие данного направления путем создания мотивации (участие в грантах, получение повышенных стипендий за научную деятельность, поощрения от государства) для вовлечения обучающихся в ВУЗе в научную и творческую (интеллектуальную) деятельность с целью формирования в дальнейшем кадрового потенциала, а также непрерывное профессиональное совершенствование лиц, обеспечивающих данные процессы.

Одним из последних реализованных стал проект, одержавший победу в конкурсе прикладных научно-технических проектов по направлениям технологического лидерства, выполняемых детьми и молодежью, «Растениеводческий облучатель для увеличения урожайности зеленных культур», реализованный студентами, обучающимися по направлению «Агроинженерия». Целью являлась разработка светодиодного облучателя для растениеводства в стеллажной светокультуре с гидропонной технологией для увеличения урожайности зеленных культур.

На начальной стадии работы над проектом были привлечены школьники 9 классов МБОУ «СШ №5» им. Марачкова А.О.» из г. Ачинск. В их задачу входило обоснование эффективности технологии светодиодного облучения в вегетационной установке с гидропонной технологией периодического подтопления. Для этого был заложен эксперимент по выращиванию различных сортов салата под разноспектральными источниками излучения. В результате были определены рациональные параметры светодиодного облучателя для растениеводства, обладающего преимуществами перед известными конструкциями. Далее проекты были представлены школьниками на ежегодной студенческой конференции «Научно-образовательный потенциал молодежи в решении проблем XXI века», где получили высокие оценки жюри.

Полученные данные были использованы студентами при составлении заявки на выдачу патента на полезную модель. Были изготовленные опытные образцы светодиодных модулей, представленные на защите проекта в Красноярском краевом фонде науки.

Список литературы

1. Волынчук Н. И. Организация взаимодействия «школа – ВУЗ – предприятие»: методические рекомендации / Н. И. Волынчук, Л. И. Асанова: под ред. Н. И. Волынчук. – Москва: ФГБНУ «Институт содержания и методов обучения им. В.С. Леднева», 2025. – 40 с.
2. Распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 № 1315-р (ред. от 21.10.2024) «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года» (вместе с «Концепцией технологического развития на период до 2030 года»). – Текст электронный // Москва: официальный портал. – 2024. – URL: <http://government.ru/docs/all/147621/>.
3. Кузнецова Ю. В., Мешкова Н. Д. Формирование стратегии развития кадрового потенциала по модели «школа – ВУЗ – предприятие» // ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение. – 2023. № 3(30). – С. 22–25.
4. Атлас новых профессий 3.0. / Под ред. Д. Варламовой, Д. Судакова. – М.: Альпина ПРО, 2021. – 472 с.
5. Долгих П. П. Научно-исследовательская работа в рамках проектной деятельности / П. П. Долгих // Образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы преподавательской международной научно-практической конференции / Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2025. – С. 311-313.

ТЕХНИКА НЕЙРОЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА СТУДЕНТАМ ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Мартынова Ольга Валерьевна, старший преподаватель
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: 34044@list.ru

Михельсон Светлана Викторовна, старший преподаватель
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: lana.mikhelson@bk.ru

Аннотация. В данной статье авторами ставится задача показать необходимость применения техник нейролингвистического программирования при обучении иностранному языку студентов инженерных специальностей аграрных вузов. Рассмотрены такие популярные методики как перцептивное позиционирование и пресуппозиция. Выделены каналы когнитивного восприятия и названы преобладающие у большинства студентов. Авторы подчеркивают важность создания комфортной обстановки и положительного отношения студентов.

Ключевые слова: нейролингвистическое программирование, высшее профессиональное образование, иностранный язык, учебный процесс, образовательные технологии, когнитивное восприятие

TECHNIQUES OF NEURAL-LINGUISTIC PROGRAMMING IN TEACHING ENGLISH TO ENGINEERING STUDENTS

Martynova Olga Valerievna, Senior Lecturer
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: 34044@list.ru

Mikhelson Svetlana Viktorovna, Senior Lecturer
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: lana.mikhelson@bk.ru

Abstract. In this article the authors aim to demonstrate the necessity of using neuro-linguistic programming techniques in teaching foreign languages to students of engineering and agricultural universities. Popular techniques such as perceptual positioning and presupposition are examined. The authors identify the cognitive perception channels and highlight the ones that are prevalent among most students. They emphasize the importance of creating a comfortable environment and fostering a positive attitude among students.

Keywords: neurolinguistic programming, higher professional education, foreign language, educational process, educational technologies, cognitive perception

В 1970-х годах Гриндер и Бэндлер ввели в практику преподавания иностранных языков метод нейролингвистического программирования (НЛП), который подразумевает совместную деятельность и может применяться для эффективного взаимодействия и внутренних преобразований обучающихся. По мнению авторов метода, внутренние, нервные явления, социальные процессы и язык находятся во взаимосвязи [9], и это можно использовать в изучении языков для достижения целей обучения. Понимание механизмов нейролингвистического программирования важно преподавателям иностранного языка в плане адаптации техник обучения к интересам студентов инженерных направлений аграрных вузов. Ученые предлагают учителям-практикам такие методики изучения иностранного

языка, которые, с одной стороны, повышают у студентов мотивацию к обучению, а с другой стороны, помогают преподавателям оптимально решать различные проблемные ситуации, возникающие в этом процессе.

Далее мы более детально остановимся на таких достаточно популярных и полезных методах НЛП, как перцептивное позиционирование и пресуппозиция, которые авторы статьи применяют на занятиях иностранного языка для направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профиль «Электрооборудование и электротехнологии в агропромышленном комплексе». Перцептивное позиционирование предполагает рассмотрение явлений и вещей с точки зрения другого человека [1, 2, 3, 4]. Таким образом, студентам предлагаются задания, в которых они выступают в разных ролях, высказывают разные, иногда противоположные мнения, меняются ролями и вступают в дискуссии. Такие упражнения креативны и способствуют тому, что у студентов происходит достаточно глубокое изменение мышления. Пресуппозиция используется, когда педагоги предлагают студентам, например, свободу выбора между двумя действиями и поступками, но преподаватель ожидает, что оба действия будут выполнены, таким образом очередность их исполнения зависит от желания студентов [5, 6].

Пол Този и Джейн Мэтисон выдвинули несколько тезисов, которые затрагивают такие важные вопросы, как взаимная обратная связь между всеми участниками образовательного процесса, а также проблему обработки информации студентами в процессе обучения. Кроме того, по их мнению, все люди действуют таким образом, как они воспринимают мир и себя в этом мире. И наконец, педагог влияет на студента и на его представления о мире посредством обучения предмету.

Далее, основатели метода НЛП выдвинули гипотезу, что в образовательном процессе важно эффективно применять каналы когнитивного восприятия, под которыми мы понимаем превалирующее использование одного органа чувств, что помогает лучше принимать необходимую информацию [7, 8, 10, 11]. Исследователи выделяют четыре канала восприятия информации, а именно аудиальный, визуальный, кинестетический и дигитический каналы. Кроме того, было выяснено, что в человеческом обществе визуальный канал преобладает в большинстве случаев. На основании результатов тестирования, учеными было продемонстрировано, что у большинства студентов можно наблюдать преобладание трех каналов когнитивного восприятия визуального, аудиального и кинестетического. Таким образом, мы можем отметить, что канал восприятия информации играет важную роль в процессе обучения иностранным языкам с использованием приемов НЛП для того, чтобы повысить общую эффективность обучения.

Одной из задач преподавателя в образовательном процессе является создание комфортной обстановки и положительного отношения в голове студента, то есть физической и психологической готовности к изучению иностранного языка. Для этих целей мы можем применять методику «трех да», автором которой является Д. Карнеги. Кратко эту технику можно описать, как введение в учебный процесс двух однозначно утвердительных для студентов вопросов, третий вопрос или ключевой вопрос содержит желаемую для преподавателя цель. При таком подходе студенты скорее всего положительно ответят и на ключевой для преподавателя вопрос. Кроме того, для повышения мотивации студентов применяется такая техника НЛП, как якорение. Под ним понимается целенаправленный процесс привязки определенной реакции к определенному действию. Данный процесс основан на теории формирования условного рефлекса И. П. Павлова. Ученые установили определенные закономерности при использовании якорения. Во-первых, якорение необходимо проводить на пике эмоционального переживания. Этот момент очень важен для мозга, который должен установить связь между реакцией и действием [12, 13]. Во-вторых, необходимое условие для стимулирования – это непредсказуемость в конкретной обстановке. Стимулы могут опираться на любой, доминирующий у конкретного студента канал восприятия. В-третьих, точность стимула. В-четвертых, неоднократное применение стимула вплоть до его закрепления в мозгу. Эта техника может быть весьма эффективной

при обучении студентов устной речи, так как помогает им преодолеть чувства страха и неуверенность. Этот процесс можно описать так, что позитивный для конкретного студента стимул можно применять до прослушивания монологического высказывания студента. Все это создаст благоприятную обстановку, избавит говорящего от неуверенности и страха [14, 15].

Далее, нам бы хотелось упомянуть такую технику НЛП, как рефрейминг, то есть переосмысление актуальной проблемы. Как известно, в методике есть рефрейминг смысла, под которым подразумевается применение одного значения вместо другого смысла, и рефрейминг контекста или взгляд на ситуацию в положительном смысле. Понятно, что данную методику преподаватели иностранных языков могут использовать для избавления студентов от неуверенности в собственных знаниях, страха перед ошибками, то есть педагог изменяет отношение студента к собственным ошибкам на положительное. Преподаватель предлагает своему ученику посмотреть на возможные ошибки как на возможность для самосовершенствования и роста в собственных глазах.

В заключении нам бы хотелось подчеркнуть, что метод НЛП может быть весьма полезен в обучении английскому языку. Кроме того, он уже доказал свою эффективность в трудном, но важном процессе повышения мотивации к изучению иностранных языков благодаря использованию креативного подхода и учету индивидуальности каждого студента.

Список литературы

1. Fastovich, G. G. On the issue of information technologies in modern Russia (on the example of the electronic document study management system) / G. G. Fastovich, S. A. Kapsargina, I. V. Kudashova // Евразийский юридический журнал. – 2021. – No. 11(162). – P. 157-159.
2. Kapsargina, S. A. The use of control and evaluation tools in teaching foreign language in non-linguistic university / S. A. Kapsargina // Высокотехнологичное право: генезис и перспективы: мат-лы II Международной межвузовской научно-практической конференции, Москва, Красноярск, 26 февраля 2021.
3. Kapsargina, S. A. Digitalization and internationalization of learning process as an important aspect of training future agricultural specialists / S. A. Kapsargina, Zh. N. Shmeleva // Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology. – 2021. – Vol. 10, No. 2(35). – P. 331-334. – DOI 10.26140/anip-2021-1002-0084.
4. Kapsargina, S. A. Digitalization and internationalization of learning process as an important aspect of training future agricultural specialists / S. A. Kapsargina, Zh. N. Shmeleva // Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology. – 2021. – Vol. 10, No. 2(35). – P. 331-334. – DOI 10.26140/anip-2021-1002-0084.
5. Martynova, O. V. High-tech foreign language teaching using internet memes / O. V. Martynova // Высокотехнологичное право: генезис и перспективы: Материалы III Международной межвузовской научно-практической конференции, Москва-Красноярск, 24–25 февраля 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – P. 153-158.
6. Mikhelson, S. V. The role of ethics in business of china and the USA / S. V. Mikhelson // Инновационные тенденции развития российской науки: Материалы XI Международной научно-практической конференция молодых ученых. Vol. Часть II. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2018. – P. 97-99.
7. Shmeleva, Zh. N. The use of the business game as a means of improving the quality in economic disciplines teaching / Zh. N. Shmeleva, N. S. Kozulina, R. V. Shmelev // Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology. – 2020. – Vol. 9, No. 4(33). – P. 279-283. – DOI 10.26140/anip-2020-0904-0064.
8. Антонова, Н. В. Проблемы внедрения и перспективы развития Болонского процесса в вузе (на примере Красноярского агроуниверситета) / Н. В. Антонова, Ж. Н. Шмелева // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 12(63). – С. 308-313.

9. Бандуровская, Е. А. Нейролингвистическое программирование: методы и приемы. - М.: Питер, 2018. 2. Гудков, Д. В. Нейролингвистическое программирование в образовании: основные принципы и методы. - СПб.: Лань, 2020. 3. Диккотер, М. Нейролингвистическое программирование в педагогике. - М.: Баланс, 2019.
10. Мартынова, О. В. Анализ педагогических технологий для повышения мотивации к изучению иностранного языка / О. В. Мартынова // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы межд. научно-практической конференции. Том Часть I. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2019. – С. 278-280.
11. Михельсон, С. В. Преимущества цифровизации образовательного процесса в вузе / С. В. Михельсон // Современные тенденции развития системы подготовки обучающихся: региональная практика: Материалы международной научной конференции. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 152-155.
12. Михельсон, С. В. Развитие межкультурной коммуникативной компетенции у студентов, изучающих деловой английский язык / С. В. Михельсон // Современные тенденции развития системы подготовки обучающихся по иностранному языку в неязыковом вузе: региональная практика: Материалы всероссийской (национальной) научной конференции. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 199-202.
13. Храмцова, Т. Г. Новые вызовы для педагогической науки в современных условиях / Т. Г. Храмцова // Актуальные вопросы современной педагогики: Материалы региональной (межвузовской) научно-практической конференции, Красноярск, 24 января 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 119-121.
14. Храмцова, Т. Г. Влияние дисциплины обучающихся на организационную структуру урока / Т. Г. Храмцова // Современные тенденции развития системы подготовки обучающихся: региональная практика: мат-лы межд. научной конференции. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2024. – С. 91-92.
15. Храмцова, Т. Г. Электронный журнал: плюсы и минусы из собственного опыта работы / Т. Г. Храмцова // Современные тенденции развития системы подготовки обучающихся: региональная практика: мат-лы межд. научной конференции. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2024. – С. 173-174.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕМАТИКИ И СОДЕРЖАНИЯ МАГИСТЕРСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ

Матюшев Василий Викторович, доктор технических наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: don.matyusheff2015@yandex.ru

Семенов Александр Викторович, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: Semenov02101960@gmail.com

Чаплыгина Ирина Александровна, кандидат биологических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: ledum_palustre@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются образовательные технологии позволяющие повысить качество выполнения магистерских диссертаций, выпускных квалификационных работ бакалавров, курсовых работ и проектов направления подготовки «Агроинженерия». Исходя из итоговой цели обучения – подготовка выпускника к определенной области профессиональной деятельности. Предлагается начинать подготовку студента к защите магистерской диссертации с третьего курса бакалавриата путем унификации тем выпускных квалификационных работ, курсовых работ и проектов, тем выступления на научных конференциях.

Ключевые слова: выпускная квалификационная работа, курсовая работа, курсовой проект, научная конференция, профессиональная деятельность, магистерская диссертация

IMPROVING THE TOPICS AND CONTENT OF MASTER'S DISSERTATIONS

Matyushev Vasily Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: don.matyusheff2015@yandex.ru

Semenov Alexander Viktorovich, Candidate of technical sciences, associate professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: semenov02101960@mail.ru

Chaplygina Irina Aleksandrovna, Candidate of biological sciences, associate professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: ledum_palustre@mail.ru

Abstract. The article discusses educational technologies that allow to improve the quality of master's thesis, final qualification works of bachelors, term papers and projects of the training direction "Agroengineering". Based on the final goal of education – training of the graduate to a certain field of professional activity. It is proposed to start preparing the student for the defense of the master's thesis from the third year of the bachelor's degree by unifying the topics of final qualification works and projects, the topics of presentation at scientific conferences.

Keywords: final qualification work, term paper, term project, scientific conference, professional activity

Подготовка востребованных обществом конкурентно-способных на рынке труда магистров неотделима от экономической и социальной сферы страны [3]. Структура подготовки по программе магистратуры включает следующие образовательные блоки [6]:

- первый блок – теоретическое освоение необходимых компетенций на аудиторных занятиях (лекции, практические, лабораторные занятия) и самостоятельная работа (выполнение домашних заданий, курсовой работы, подготовка к сдаче экзаменов и зачетов);

- второй блок – практическое обучение (прохождение практик в соответствии с учебным планом);

- третий блок – государственная итоговая аттестация. В институте инженерных систем и энергетики Красноярского ГАУ государственная итоговая аттестация выполняется в виде выпускной квалификационной работы путем защиты магистерской диссертации (выполняется студентом самостоятельно, под руководством научного руководителя по заранее выбранной теме).

Магистерская диссертация – важный завершающий этап учебного процесса подготовки магистра, направленный на решение комплексной задачи по совершенствованию функционирования техники и технологий. Качество выполнения магистерской диссертации позволяет оценить уровень подготовки к профессиональной деятельности.

Магистерская диссертация выполняется в соответствии с областью профессиональной деятельности, которую выпускники освоили во время обучения в магистратуре. В соответствии с направленностью магистерской программы, учебное заведение самостоятельно выбирает виды профессиональной деятельности руководствуясь реестром профессиональных стандартов [8]. Магистр по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия» может осуществлять профессиональную деятельность:

- педагогическая и научная деятельность (профессиональное обучение, образование и дополнительное профессиональное образование, проведение научных исследований);

- аграрное производство (эффективная эксплуатация, сервисное обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники).

Так же, выпускники могут выполнять трудовые функции и в других отраслях производства если полученные ими во время обучения компетенции соответствуют уровню квалификации работника.

Кроме того, тематика выпускной квалификационной работы должна быть практико-ориентирована [1,2,9] и желательно выполняться по заявке конкретного предприятия или быть согласована с индустриальными партнерами [10] или с отделом механизации Министерства сельского хозяйства Красноярского края.

В настоящее время успешно сдавшие вступительные испытания и зачисленные в магистратуру студенты на первом семестре первого курса обучения определяются с выпускающей кафедрой, научным руководителем, темой магистерской диссертации. Оформляется индивидуальный план работы студента магистратуры на предстоящие годы обучения, включающий аннотацию и структуру магистерской диссертации, содержание основной профессиональной образовательной и научно-исследовательской части программы. В процессе обучения научно-исследовательская часть программы может корректироваться. Во втором семестре первого курса по дисциплине «Современные проблемы науки и производства в агроинженерии» студенты выполняют курсовую работу на тему магистерской диссертации или максимально близкой к ней. Курсовая работа по содержанию, представляет собой первую главу магистерской диссертации, где студент проводит аналитический обзор литературных источников и работ, ранее выполненных по направлению исследования. При необходимости осуществляет патентный поиск технических и конструктивных решений. Формулирует цель и задачи исследования. Определяет объект и предмет исследования. По результатам проведенного научного исследования студент готов к написанию одной из научных статей, которые являются неотъемлемой частью подготовки магистров.

Для качественной подготовки курсовой работы и магистерской диссертации по образовательной программе «Технологии средства механизации сельского хозяйства» для студентов разработаны методические указания, где изложены основные требования,

структура, содержание, правила оформления пояснительной записки и графической части, критерии оценивания [5,11,12].

Проводя анализ, за последние несколько лет, контингента поступающих в магистратуру по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», 80-90% составляют выпускники Красноярского ГАУ получившие квалификацию бакалавр по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия». Область профессиональной деятельности которых состоит в проведении научных исследований, разработки технических средств для модернизации аграрного производства, сервисного обслуживания, ремонта сельскохозяйственных машин и оборудования [7]. То есть профессиональные функции бакалавров и магистров в ряде профессиональных компетенций совпадают.



Рис.1 Блок-схема выполнения магистерской диссертации

Поэтому в целях повышения качества выполнения магистерских диссертаций предлагается начинать работу в данном направлении с третьего курса бакалавриата [4], унифицировав выпускные квалификационные работы бакалавриата и магистратуры, а также курсовые проекты и работы. Блок-схема выполнения магистерской диссертации представлена на рисунке 1.

На третьем курсе бакалавриата студенты начинают изучать специальные дисциплины, выполнять курсовые работы и проекты. Зная цель и объект исследования можно ряд положений, выносимых на защиту ВКР решить в процессе выполнения курсовой работы или проекта.

Данный подход позволит:

- повысить мотивацию студентов на выполнение курсовых работ и проектов, так как данный материал будет использоваться при выполнении ВКР;
- формировать у обучающихся инженерную речь за счет обязательного выступления на научных конференциях по теме будущих ВКР;
- сократить период адаптации выпускника на предприятии, на котором в дальнейшем он планирует работать и выполняет ВКР;

Таким образом, внедрение предлагаемого подхода обеспечит повышение мотивации, осознанный выбор актуальной, практически направленной тематики магистерской диссертаций, непрерывность и целостность учебной траектории студентов, повышая качество подготовки квалифицированных кадров для сельскохозяйственного производства.

Список литературы

1. Активные меры содействия занятости. Федеральный проект. – Текст электронный // URL: <https://www.tgu-trud.ru/practice-oriented-learning> (дата обращения 11.11.2025).
2. Гусева А.Х. ВКР как образовательная система: из опыта научного руководителя / Гусева А.Х. // Балтийский образовательный журнал. 2021. Т. 10. №1(34). – С. 89-98.
3. Минин М.Г. Практико-ориентированное обучение как средство повышения адаптивности и качества инженерного образования / М.Г. Минин, Н.Ю. Вьюжанина // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. – Калининград. 2013. №4(26). – С. 71-77.
4. Морозов А.С. К вопросу о единообразии тем выпускных квалификационных (дипломных) работ и курсовых работ обучаемых / А.С. Морозов // Теория и практика научных исследований. 2019. №2(6). – С. 56-63.
5. Никитина Л.А. Создание научного письменного текста выпускной квалификационной работы: проблемы и пути решения / Л.А. Никитина // Научно-педагогическое обозрение. 2021. №5(39). – С. 130-137.
6. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 26.07.2017 №709 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия». – Текст электронный // федеральный государственный образовательный стандарт. 2017. – URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-35-04-06-agroinzheneriya-709/>(дата обращения 06.11.2025).
7. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 №813 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия». – Текст электронный // федеральный государственный образовательный стандарт. 2017. – URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-35-03-06-agroinzheneriya-813/>(дата обращения 06.11.2025).
8. Приказ Министерства труда и социальной защиты российской федерации от 29 сентября 2014 г. №667н «О реестре профессиональных стандартов (перечне видов профессиональной деятельности)». – Текст электронный // КонсультантПлюс. 2014. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_171414/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdad518/(дата обращения 06.11.2025).

9. Савельева Н.Н. Индивидуальные образовательные траектории как условия реализации личностного потенциала будущего бакалавра-нефтяника / Н.Н. Савельева // Перспективы науки. 2021. №9(144) – С. 150-152.
10. Савельева Н.Н. Опыт практико-ориентированной подготовки инженерных кадров в техническом вузе / Н.Н. Савельева, М.Г. Минин // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. №2(128) – С. 1-6.
11. Селиванов Н.И. Магистерская диссертация. Общие требования: метод. указ. / Н.И. Селиванов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 48с.
12. Семенов А.В. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: метод. указ. по выполнению курсовой работы / А.В. Семенов; - Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 30с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА В ПРЕПОДАВАНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Михельсон Светлана Викторовна, старший преподаватель

Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия

e-mail: lana.mikhelson@bk.ru

Мартынова Ольга Валерьевна, старший преподаватель

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: 34044@list.ru

Аннотация. В сфере преподавания иностранных языков наблюдается постепенная интеграция передовых технологий и инструментов искусственного интеллекта. Статья посвящена анализу использования современных технологий в преподавании иностранных языков, которые расширяют педагогические возможности и повышают мотивацию студентов, способствуют формированию прочных знаний.

Ключевые слова: преподавание иностранного языка, инновационные методы обучения, цифровые технологии, технологический метод, искусственный интеллект

USING A TECHNOLOGICAL METHOD IN TEACHING FOREIGN LANGUAGES FOR TECHNICAL PROFESSIONS

Svetlana Viktorovna Mikhelson, Senior lecturer

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: lana.mikhelson@bk.r

Martynova Olga Valerievna, Senior lecturer

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: 34044@list.ru

Abstract. The field of foreign language teaching is gradually integrating advanced technologies and artificial intelligence tools. This article analyzes the use of modern technologies in foreign language teaching, which expand pedagogical opportunities, enhance student motivation, and promote the development of lasting knowledge.

Keywords: foreign language teaching, innovative teaching methods, digital technologies, technological method, artificial intelligence

Использование цифровых устройств затронула каждую сферу жизни современного человека, «не осталась в стороне и система высшего образования» [3]. Современная студенческая аудитория требует от образования большей интерактивности и персонализации, а также гибкого доступа к учебным ресурсам. В ответ на эти запросы, инновационные методы преподавания, активно использующие технологии, приобретают все большее значение. Технологии в образовании не только расширяют педагогические возможности, но и повышают студенческую мотивацию, способствуя созданию более адаптивной и динамичной образовательной среды.

Инновационные педагогические технологии играют ключевую роль в формировании у студентов прочных знаний и их упорядоченной структуре в сознании. Важным компонентом этих технологий является развитие у студентов способности к самоконтролю. Именно благодаря этим передовым методам обучения, которые гарантируют достижение поставленных целей, студенты приобретают навыки самостоятельного мышления, свободного принятия решений, эффективного решения проблем и уверенного выхода из любых ситуаций. Благодаря технологическому прогрессу, мультимедийные инструменты и

искусственный интеллект становятся мощными помощниками в изучении иностранных языков, значительно расширяя возможности обучения. Благодаря искусственному интеллекту преподаватели могут использовать персонализированные методы обучения, такие как интеллектуальные подсказки по вопросам и интерактивные онлайн-форумы, что способствует повышению качества образовательного процесса.

Современные образовательные процессы обогащаются благодаря искусственному интеллекту (ИИ), который предоставляет преподавателям возможность создавать динамичные планы урока, курса, интерактивные игры и специализированное программное обеспечение. Такой подход минимизирует необходимость механического запоминания, позволяя студентам осваивать материал в комфортном для них темпе, поскольку ИИ адаптирует учебные ресурсы под их индивидуальные особенности. ИИ выступает в роли стимулятора образовательных инноваций, открывая новые горизонты для развития благодаря анализу больших объемов данных и предоставлению преподавателям ценных идей. В тандеме с технологиями ИИ внедряет передовые образовательные методики, способные значительно повысить вовлеченность и интерес студентов к обучению. Интеллектуальные системы сопровождения, основанные на ИИ, способны глубоко анализировать предпочтения и уровень знаний каждого студента, предлагая наиболее подходящие материалы и профессиональную поддержку для достижения максимальной эффективности в процессе обучения.

Технологический подход в обучении иностранному языку решает еще одну проблему, с которой сталкивается большинство преподавателей всех уровней – мотивация студентов. У многих студентов отмечается падение интереса к обучению. Проблемы с произношением, лексикой и грамматикой, наряду с монотонным преподаванием и экзаменационным давлением, подрывают вовлеченность и, в свою очередь, также снижают мотивацию студентов к получению знаний.

На практических занятиях по иностранному языку технологии ИИ, как вспомогательный инструмент в преподавании иностранных языков, обеспечивают персонализированные решения, точно оценивая навыки аудирования и говорения студентов с помощью алгоритмов. Используя обработку естественного языка, ИИ создает виртуальных партнеров для коммуникации, с целью улучшения устной речи, особенно диалогической. Система оценки анализирует произношение и беглость, предоставляя обратную связь для эффективной практики.

Инновационные образовательные инструменты включают в себя применение современных технологий и передовых педагогических подходов, направленных на повышение эффективности обучения. К таким инструментам относятся, например, смешанное обучение, геймификация и «проектная деятельность» [2].

Внедрение игровых элементов (gamification) в обучение значительно повышает вовлеченность студентов. Главное, чтобы игра была «правильно подобрана или придумана с учетом возраста и уровня подготовки студентов» [5, 6, 8].

Смешанное обучение (blended learning) предоставляет преподавателям значительные возможности для диверсификации форматов взаимодействия в рамках образовательного процесса, охватывая как студент-студентские, так и преподаватель-студентские связи.

Благодаря проектной технологии, воспитание и обучение становятся по-настоящему индивидуальными, стимулируя творческий подход к освоению знаний и их последующее применение в реальной жизни.

Современное языковое образование ушло далеко вперед от традиционных методов. Теперь в центре внимания – мультимедиа, коммуникация, доступные онлайн-ресурсы и игровые элементы. Это дает студентам шанс по-настоящему погрузиться в язык, значительно улучшая свои навыки и знания. Преподаватели могут легко интегрировать в свои уроки электронные книги, аудио, видео и статьи из интернета, дополняя ими стандартные материалы. Эти цифровые инструменты отличаются гибкостью и актуальностью, что делает их мощным подспорьем в обучении.

Технологии расширяют возможности студентов для более эффективной коммуникации с носителями языка и другими изучающими язык на различных уровнях в аудитории или за ее пределами. Практика ведет к совершенству, и изучение языка с использованием технологий делает это возможным.

Цифровые технологии так же предоставляют студентам большую свободу в выборе методов и времени обучения, выходящего за рамки аудиторий. Самостоятельность в принятии решений и ответственность за собственный прогресс способствуют более глубокому и эффективному погружению в языковую среду. Благодаря технологиям, каждый студент получает персонализированный учебный опыт: они могут оттачивать произношение и чтение в комфортном для себя темпе, уделяя особое внимание тем аспектам языка, которые требуют доработки. Преподаватели, в свою очередь, имеют доступ к разнообразным инструментам для оценки навыков аудирования, специально разработанным для языкового образования. Использование онлайн-ресурсов и аутентичных аудиоматериалов, адаптированных к уже имеющимся знаниям и интересам учащихся, позволяет создать по-настоящему индивидуальную траекторию обучения для каждого, даже при изучении одной и той же темы.

Любой преподаватель, обучающий иностранным языкам, подтвердит, что самостоятельная работа студентов за пределами аудитории напрямую влияет на успех в изучении языка. Онлайн-платформы предоставляют великолепную возможность использовать множество разнообразных ресурсов, включая мобильные приложения для изучения языков, подкасты, электронные книги, блоги, учебные видеоматериалы и фильмы с субтитрами. Важно отметить, что подобный контент регулярно обновляется, часто затрагивает актуальные темы и тренды, что, в свою очередь, повышает интерес и вовлеченность студентов. Использование онлайн-ресурсов делает процесс обучения более современным и привлекательным для студентов любого курса и возраста. Таким образом, интеграция онлайн-практики в учебный процесс является ключевым фактором для достижения эффективных результатов в изучении иностранных языков.

Внедрение передовых образовательных методик в изучение иностранных языков предполагает адаптацию обучающегося к актуальным социальным запросам, выстраивание образовательного процесса с учетом этих потребностей, а также всестороннее развитие личности, способной к эффективному использованию и совершенствованию языковых навыков. «Способов обучения может быть несколько, все зависит от выбора преподавателя и степени подготовки студентов» [4].

Современные инновационные методы обучения в первую очередь нацелены на всестороннее развитие студентов. Это включает в себя не только традиционные аспекты, такие как расширение словарного запаса, освоение грамматики и правильное произношение, а также систематизацию знаний и развитие навыков самоконтроля. Ключевым приоритетом является формирование у студентов способности к критическому мышлению, самостоятельности в принятии решений, умению эффективно решать задачи и адаптироваться к меняющимся условиям. Именно эти подходы, ориентированные на формирование гармонично развитой личности, являются наиболее перспективными и прогрессивными в современной педагогике.

«Информационное общество и образование на сегодняшний день наиболее тесно связаны, соответственно, необходимо подстраиваться под современный образ жизни студентов, формировать у обучающихся способности к познанию, самоконтролю, критическому мышлению, поиску, обработки и использования информации» [1, 7]. Современные цифровые технологии открывают новые возможности в изучении языков для российских студентов, делая процесс обучения более доступным и интересным, а также более индивидуально ориентированным. Внедрение технологий в учебный процесс, включая как занятия в аудиториях, так и самостоятельную работу, стало важным требованием в высших учебных заведениях. В условиях современной образовательной среды, инновационные пространства, которые объединяют сетевые аппараты, аудиовизуальные

технологии и необходимое оборудование, способствуют более высокой вовлеченности студентов. Они создают синергию между индивидуальной работой, совместным обучением в малых группах и традиционными лекциями, что сегодня является ключевым условием для успешного освоения образовательных программ.

Неоспоримо, что развитие новых технологий существенно расширяет спектр доступных методов и ресурсов для преподавания языков. Современные подходы к изучению языков открывают новые горизонты: активно используют мультимедийные средства, коммуникативные стратегии, разнообразные онлайн-ресурсы и образовательные игры. Это дает студентам беспрецедентные возможности для расширения своего языкового опыта и, как следствие, для значительного улучшения их навыков и общего уровня владения языком. Преподаватели теперь могут обогатить свои занятия, используя широкий спектр цифровых материалов, таких как электронные книги, аудиозаписи, видеоролики и онлайн-статьи, в дополнение к традиционным учебным пособиям. Эти ресурсы обеспечивают высокую степень адаптивности и легко обновляются, что делает их незаменимым инструментом в современном преподавании.

Список литературы

1. Кулакова, Н. С. Формы применения современных технологий в образовательном процессе / Н. С. Кулакова, О. В. Мартынова // Образование. Наука. Карьера: Сборник научных статей Международной научно-методической конференции. / Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2018. – С. 78-82.
2. Мартынова, О. В. Анализ педагогических технологий для повышения мотивации к изучению иностранного языка / О. В. Мартынова // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 16–18 апреля 2019 года / Красноярский государственный аграрный университет. Том Часть I. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019. – С. 278-280.
3. Слива, М. Е. Цифровые образовательные ресурсы при обучении иностранному языку / М. Е. Слива // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 20–22 апреля 2021 года. Том Часть I. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 434-435.
4. Слива, М. Е. Развитие диалогической речи на занятиях по английскому языку в неязыковом вузе / М. Е. Слива // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы Международной научной конференции, Красноярск, 19 ноября 2020 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – С. 294-296.
5. Слива, М. Е. Распространенные ошибки при использовании обучающих игр на занятиях по иностранному языку / М. Е. Слива // Проблемы современной аграрной науки: Материалы международной научной конференции, Красноярск, 15 октября 2021 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 545-547.
6. Слива, М. Е. Обучающие игры на занятиях по иностранному языку / М. Е. Слива // Ресурсосберегающие технологии сельского хозяйства: Сборник научных статей. Том Выпуск 11. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019. – С. 126-127.
7. Martynova, O. V. Features of remote technologies using at Krasnoyarsk state agrarian university / O. V. Martynova // Методика преподавания иностранных языков и РКИ: традиции и инновации: Сборник научных трудов VI Международной научно-методической онлайн-конференции, посвященной 86-летию Курского государственного медицинского университета. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2021. – Р. 237-240.
8. Sliva, M. E. Vocabulary training games in English classes / М. Е. Слива // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции. Vol. Часть 1. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – Р. 231-232.

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ У СТУДЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Носкова Ольга Евгеньевна, кандидат педагогических наук
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: krasolgadam@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена применению систем искусственного интеллекта при решении общетехнических задач. Приведены примеры решения задач по теоретической механике при помощи чат-бота Deepseek. Показан дидактический потенциал применения систем искусственного интеллекта для формирования общетехнической компетентности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, общетехнические дисциплины, самостоятельная работа, решение задач

DEVELOPING GENERAL TECHNICAL COMPETENCE IN STUDENTS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Noskova Olga Evgenievna, Candidate of Pedagogical Sciences
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: krasolgadam@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the application of artificial intelligence systems in solving technical problems. Examples of solving problems in theoretical mechanics using the Deepseek chatbot are given. The didactic potential of using artificial intelligence systems for the formation of general technical competence is shown

Keywords: artificial intelligence, general technical disciplines, independent work, problem solving

В последнее время в педагогической среде активно обсуждается применение технологии искусственного интеллекта (ИИ) в образовании. Современные технологии ИИ активно внедряются в образовательный процесс, предлагая новые методы подачи материала, автоматизации проверки знаний, персонализации обучения и др. Особую роль в этом процессе играет **генеративный ИИ (Generative AI)** – направление ИИ, способное создавать новый контент (текст, изображения, код, 3D-модели) на основе обученных алгоритмов. В его основе лежат **искусственные нейронные сети** – математические модели, имитирующие работу биологических нейронов, которые обучаются на больших объемах данных, выявляя сложные закономерности.

Ни для кого не секрет, что студенты все чаще используют системы искусственного интеллекта при выполнении учебных заданий, а стремительное развитие и совершенствование систем ИИ выводит эту проблему на новый уровень. Системы ИИ быстро обучаются, и те общетехнические задачи, которые еще вчера он решал неправильно, сейчас решаются достаточно точно. И здесь встает вопрос об «академической порядочности», верификации и оценивании самостоятельной работы студентов [1]. Если в рамках очных занятий есть возможность контролировать этот процесс, то при удаленной самостоятельной работе такой возможности нет.

Общеинженерные дисциплины, такие как теоретическая механика, сопротивление материалов, являясь фундаментальными дисциплинами в подготовке инженерных кадров, формируют базовые навыки инженерной деятельности. Указанные дисциплины традиционно считаются сложными для освоения из-за большого объема абстрактных понятий и, для успешного освоения которых, требуется высокий уровень математической подготовки. Изучение указанных дисциплин, помимо освоения теоретического материала, включает

решение большого объема задач, и именно решение задач, вызывает у студентов основные затруднения. Это связано с:

- непониманием физической сущности изучаемых процессов и явлений (замена реальных объектов абстрактными моделями);
- сложностью в понимании расчетной схемы (модели);
- неумением применять теоретические знания при решении практических задач;
- слабой математической подготовкой.

Для студентов, обучающихся на технических направлениях подготовки, важно уже на начальном этапе обучения сформировать навык решения общетехнических задач. Навык решения общетехнических задач – это комплексное умение, включающее в себя способность применять фундаментальные законы механики, умение читать расчетные схемы, понимание смысла основных гипотез и степени их применимости, владение методами решения задач (аналитическим, графическим, с применением прикладных программ), способность анализировать и интерпретировать полученные результаты.

Обзор научных публикаций так же показал, что из всего многообразия работ, посвященных применению ИИ в образовательном процессе, практически нет работ, посвященных анализу дидактического потенциала применения ИИ при обучении студентов общетехническим дисциплинам, а практическое применение технологии ИИ при обучении студентов инженерных направлений подготовки находится на начальном этапе. В тех работах, которые удалось найти, большинство исследований, имеют общий характер, не углубляясь в специфику предметной области, а применение ИИ, как правило, сводится к генерации задач и тестовых заданий по общетехническим дисциплинам [2, 3].

Применение технологии ИИ, по нашему мнению, открывает новые возможности в методике обучения, а также способствует повышению интереса студентов при обучении общетехническим дисциплинам. **Целью** данной работы является определение дидактического потенциала применения технологии ИИ при обучении общетехническим дисциплинам.

Долгосрочная интеграция технологии ИИ в учебный процесс по обучению общетехническим дисциплинам во многом зависит от его способности предоставлять достоверную информацию и от точности решения задач. Неточная или недостоверная информация по дисциплине, сгенерированная ИИ на запрос, может негативно повлиять на процесс обучения и способствовать формированию ошибочных общетехнических знаний и умений. Поэтому оценка достоверности предоставляемой информации ИИ является критически важным шагом на пути интеграции технологии ИИ в процесс общетехнической подготовки студентов.

Эффективность ИИ напрямую зависит от качества данных, на которых он «обучен», и от качества алгоритмов, используемых для обработки информации. Если данные неполные или содержат ошибки, то ответы ИИ также будут неточными. ИИ может генерировать ответы, которые выглядят убедительно, но фактически являются неверными, что может привести к формированию у обучающихся ложных представлений о физических явлениях [4].

Как известно, для решения практически любой общетехнической задачи задается расчетная схема, которая наглядно демонстрирует необходимую информацию (размеры, направления векторов перемещений, сил, скоростей, ускорений и т.д.). Точность результата напрямую зависит от корректности интерпретации расчетной схемы. И тут закономерно возникает вопрос: насколько системы ИИ способны адекватно «считывать» предложенные схемы? К сожалению, практика показывает, что даже при решении простых задач нейросети зачастую допускают на этом этапе ошибки.

Рассмотрим это на конкретном примере. Решение задач по теоретической механике часто связано с составлением уравнений равновесия, при которых студент должен уметь определять проекции сил на координатные оси. Поэтому при изучении раздела «Статика»

для закрепления навыка определения проекций сил, студенты решают задачу на определение равнодействующей системы сил.

Пример. Для заданной системы сходящихся сил F_1, F_2, F_3 и F_4 , изображенной на рисунке 1, определить равнодействующую, если известно, что: $F_1 = 10 \text{ Н}$, $F_2 = 4 \text{ Н}$, $F_3 = 6 \text{ Н}$, $F_4 = 8 \text{ Н}$.

Для решения этой задачи мы воспользовались чат-ботом Deepseek. На рисунке 2 представлен фрагмент ответа чат-бота Deepseek. Видно, что положения сил на плоскости F_1, F_3 и F_4 определены не верно и, как результат, не верно определены проекции этих сил на координатные оси.

При введении запроса на решение этой задачи мы использовали различные варианты: вводили текст вручную, а схему прикрепляли в виде pdf. файла; вводили запрос в виде одного файла в формате pdf.; меняли форматы файла для ввода рисунка с изображением расчетной схемы. Однако во всех случаях система ИИ не правильно определила направление сил.

И это не единичный пример, когда ИИ допускает ошибки при чтении расчетных схем. Так, например, при введении запроса в чат-боте Deepseek на расчет кинематики стандартного кривошипно-шатунного механизма с использованием его расчетной схемы, система ИИ сначала описывает, как она понимает предложенную схему, из чего сразу становится очевидным, что система не может из чертежа определить точное положение звеньев механизма (рис. 3).

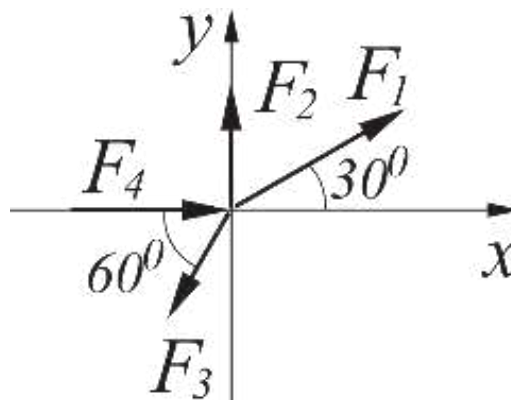


Рисунок 1 – Расчетная схема к примеру

3. Разложение сил на проекции

$$F_1 = 10 \text{ Н}, \alpha = 0^\circ$$

$$F_{1x} = 10$$

$$F_{1y} = 0$$

$$F_2 = 4 \text{ Н}, \alpha = 90^\circ$$

$$F_{2x} = 0$$

$$F_{2y} = 4$$

$$F_3 = 6 \text{ Н}, \alpha = 60^\circ$$

$$F_{3x} = 6 \cdot \cos 60^\circ = 6 \cdot 0.5 = 3$$

$$F_{3y} = 6 \cdot \sin 60^\circ = 6 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 5.196$$

$$F_4 = 8 \text{ Н}, \alpha = 270^\circ$$

$$F_{4x} = 0$$

$$F_{4y} = -8$$

Рисунок 2 – Результат определения проекций сил чат-ботом Deepseek

1. Понимание схемы

У нас кривошипно-шатунный механизм:

- O — неподвижная ось кривошипа OA .
- A — конец кривошипа, соединённый с шатуном AB .
- B — ползун, движущийся горизонтально.
- C — точка на шатуне AB , причём $AC = 0.6 \text{ м}$, $AB = 1.2 \text{ м}$, то есть C — середина AB .
- $\varphi = 30^\circ$ — угол кривошипа OA от горизонтали? Нужно уточнить, обычно φ — угол между OA и горизонтальной осью.
- $\alpha = 120^\circ$ — угол между OA и AB (внешний угол? внутренний? скорее всего, угол $OAB = 120^\circ$).

Рисунок 3 – Фрагмент решения задачи по кинематике кривошипно-шатунного механизма при помощи чат-бота Deepseek

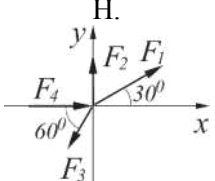
Этот пример еще раз показывает неспособность систем ИИ на данный момент решать общетехнические задачи, где требуется понимание расчетной схемы. Поэтому одним из

решений данной проблемы является формирование запроса в виде текста, однозначно описывающего расчетную схему.

Для решения этой проблемы студентам первого курса Красноярского государственного аграрного университета (КрасГАУ) по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» было предложено решить задачу статики с помощью чат-бота Deepseek делая запрос на решение задачи в виде текста, не прикрепляя рисунок с расчетной схемой.

Для наглядности приведем пример запроса на решение задачи статики, рассмотренный ранее (табл. 1).

Таблица 1 – Варианты запроса решения задачи в примере 1

Задание на тему «Определение равнодействующей системы сил»	
С применением расчетной схемы	Без применения расчетной схемы
Для заданной системы сходящихся сил F_1, F_2, F_3 и F_4, определить равнодействующую, если известно, что: $F_1 = 10\text{ Н}$, $F_2 = 4\text{ Н}$, $F_3 = 6\text{ Н}$, $F_4 = 8\text{ Н}$. 	Определить равнодействующую системы сходящихся сил F_1, F_2, F_3 и F_4, если: сила $F_1 = 10\text{ Н}$ направлена к оси x под углом 30° градусов; сила $F_2 = 4\text{ Н}$ направлена вверх вдоль ось y; сила $F_3 = 6\text{ Н}$ направлена к оси x под углом 240° градусов; сила $F_4 = 8\text{ Н}$ направлена вдоль оси x вправо. Угол измеряется от оси x против хода часовой стрелки

При выполнении данного задания было выявлено, что студенты первого курса, вследствие недостаточности опыта в описании расчетных схем и слабой общетехнической подготовки, даже при работе с простыми заданиями допустили значительное количество ошибок и неточностей. Кроме того, в их запросах часто отсутствовала информация, необходимая для решения поставленных задач.

Формулирование грамотного запроса на решение более сложной задачи по теоретической механике требует от студента наличия фундаментальной общетехнической подготовки и владения определенным словарным запасом технических терминов.

Так, например, при решении классической задачи статики на определение реакций связей для описания расчетной схемы в текстовом формате студент должен уметь определять по схеме:

- виды связей и их условное обозначение;
- реакции, возникающие в различных видах связей;
- виды внешней нагрузки и их обозначение;
- тип системы сил и др.

Приведем такой пример: Для балки, указанной на рисунке 4, требуется определить реакции связей, если известно, что $M=10\text{ кН}\cdot\text{м}$; $P=10\text{ кН}$; $q=50\text{ кН/м}$; $a=1\text{ м}$; $b=1\text{ м}$; $c=1\text{ м}$

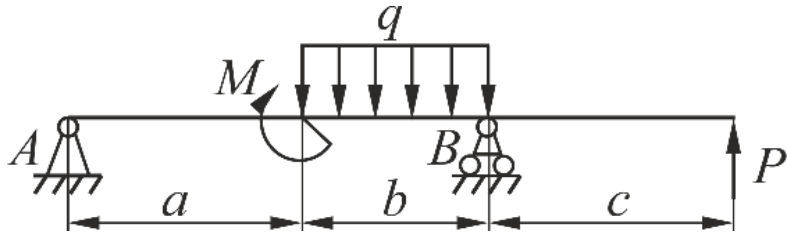


Рисунок 4 – Расчетная схема по теме «Определение реакций связей»

Для корректного решения этой задачи при помощи чат-бота Deepseek запрос должен выглядеть следующим образом: Прямая балка, длиной 3 м, закреплена в крайней левой точке А неподвижным цилиндрическим шарниром. На расстоянии 2 м от точки А, в точке В, балка закреплена подвижным цилиндрическим шарниром. На расстоянии 1 м от точки А, в точке С, на балку действует сосредоточенный момент $M=10\text{ кН}\cdot\text{м}$, направленный по часовой стрелке. На участке СВ на балку действует равномерно-распределенная нагрузка $q=50\text{ кН/м}$,

направленная вниз по оси y . В крайней правой точке балки действует сосредоточенная сила $P=10\text{кН}$ и направленная вертикально вверх по оси y . Ось x направлена вдоль балки и вся нагрузка лежит в одной плоскости. Определи реакции связи.

Данный пример наглядно демонстрирует, как усложняется процесс ввода задания, в случае если чат-бот не предоставляет возможность прикрепить схему задания или он не правильно считывает схему задания. Не имея достаточных теоретических знаний и опыта описания изучаемых процессов, студенту сложно правильно, без ошибок, сделать запрос на решение задачи, что в итоге приводит к неверно выполненному заданию. Такие задания, в которых приходится самостоятельно описывать схему задачи в текстовом формате, требуют от студента определенной общетехнической подготовки. Формулируя задание, студент должен обладать определенным техническим словарным запасом, хорошо владеть теоретическим материалом, понимать смысл изучаемых процессов. Поэтому уже на этапе формулирования запроса на решение задачи по теоретической механике в той или иной системе ИИ у студента формируются общетехнические, а также за счет диалоговой формы запросов и профессионально-коммуникативные компетенции.

Однако и такой запрос в системе ИИ на решение задачи по теоретической механике не является гарантией верного решения. При использовании систем ИИ актуальным остается вопрос достоверности получаемого ответа, и точность решения задач теоретической механики не является исключением. Поэтому любое решение общетехнической задачи с применением систем ИИ требует от студента критического подхода и развитых рефлексивных навыков. Понимая несовершенство систем ИИ при решении задач теоретической механики, считаем целесообразным использовать его в учебном процессе как инструмент формирования у студентов рефлексивных навыков. Использование техник самооценки и самоанализа при решении общетехнических задач с применением технологий ИИ является эффективным средством предотвращения «академической GPT-непорядочности» и развития более сознательного отношения студентов к применению технологий ИИ [5]. Поэтому вопрос разработки методики формирования когнитивных и рефлексивных навыков студентов с использованием технологии ИИ остается востребованным и актуальным.

Список литературы

1. Филимоненкова, Н.В. ИИ – пандемия в образовании / Н.В. Филимоненкова // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: материалы IX Междунар. науч. конф. Красноярск, 23–26 сентября 2025 г.: в 4 ч. Ч. 2 / под общ. ред. Ю.В. Вайнштейн, М.В. Носкова. – Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2025. – С. 498–502.
2. Кушеккалиев, А.Н. Искусственный интеллект как составляющая современной методологии изложения физико-математических дисциплин / А.Н. Кушеккалиев, Э.К. Чеченова, Г.А. Уалиева // Современное педагогическое образование. – 2025. – № 2. – С. 68–72.
3. Санин, Г.В. Использование искусственного интеллекта для составления задач по дисциплине «теория электрических цепей» / Г.В. Санин, А.Н. Брысин // В сборнике: Перспективные материалы и технологии (ПМТ-2023). Институт перспективных технологий и индустриального программирования РТУ МИРЭА. – 2023. – С. 8–14.
4. Антифеева, Е.Л. Возможности искусственного интеллекта при обучении физике / Е.Л. Антифеева, Д.Г. Петрова // Мир науки, культуры, образования. – 2024. – № 5 (108). – С. 143–146.
5. Гаркуша, Н.С. Педагогические возможности chatgpt для развития когнитивной активности студентов / Н.С. Гаркуша, Ю.С. Городова // Профессиональное образование и рынок труда. – 2023. – Т. 11. – № 1. – С. 6–23.

ЭТАПЫ ЗАНЯТИЯ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ ПРИ ОБУЧЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ЛЕКСИКЕ В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ

Слива Марина Евгеньевна, старший преподаватель
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: mesliva@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена возможным этапам занятия по иностранному языку при обучении профессионально-ориентированной лексике в неязыковом вузе. Планирование занятия является неотъемлемой частью образовательного процесса и играет ключевую роль при обучении студентов всех направлений, поскольку помогает контролировать распределение учебной нагрузки для максимально комфортной среды на занятии и достижения высоких результатов по изучаемой дисциплине.

Ключевые слова: иностранный язык, профессиональная лексика, технический специалист, обучение, методика

THE STAGES OF A FOREIGN LANGUAGE LESSON IN TEACHING PROFESSIONALLY ORIENTED VOCABULARY AT A NON-LINGUISTIC UNIVERSITY

Sliva Marina Evgenievna, Senior lecturer
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: mesliva@mail.ru

Abstract. This article is devoted to the possible stages of a foreign language lesson in teaching professionally oriented vocabulary at a non-linguistic university. Lesson planning is an integral part of the educational process and plays a key role in the education of students of all fields, as it helps to control the distribution of academic workload for the most comfortable classroom environment and achieve high results in the discipline being studied.

Keywords: foreign language, professional vocabulary, technical specialist, training, methods

Результативное преподавание иностранного языка, как и другого учебного предмета невозможно без тщательного планирования [1,2,3,4,5] как всего курса, так и лекций, и практических занятий, из которых он состоит. Сегодня в большинстве случаев курс лекций по Иностранному языку в неязыковом вузе не предусмотрен учебным планом, поэтому, когда говорится об этапах занятия по иностранному языку, подразумеваются этапы практики.

Иностранный язык изучается в школе, в системе среднего профессионального и высшего образования, а также самостоятельно или на курсах. Наиболее распространен английский язык, поэтому подробно в данной работе будет рассмотрено обучение именно этому языку как иностранному. Особое внимание будет уделено преподаванию профессионально-ориентированной лексики студентам инженерных специальностей.

Профессионально-ориентированная лексика – это термины, специализированные слова и выражения, которые используются людьми одной профессии. Обучение профессионально-ориентированной лексике является необходимой частью образовательного процесса при изучении иностранного языка, потому что владение одним из иностранных языков обеспечивает успешную коммуникацию в академической и профессиональной деятельности.

Обучению данной лексики предшествует курс иностранного для общих целей, где подробно изучаются фонетика, грамматика и расширяется словарный запас

общеупотребительной лексики [6–10], что означает, что преподаватель больше концентрируется на профессиональной терминологии и работе с ней.

В данной работе будет рассмотрено занятие для будущих инженеров-механиков по теме «Agricultural machinery for planting», направленное на знакомство с новой лексикой.

Первый этап - организационный. В начале занятия необходимо озвучить тему на английском и русском языке и записать ее на доске, убедитесь, что студенты тоже ее записали, это необходимо, для дальнейшей успешной работы с конспектом.

Далее на обоих языках озвучивается цель занятия, которая заключается в обучении активному использованию новых профессиональных терминов по заявленной теме в устной и письменной речи, а также план занятия.

Второй этап – вводный или ознакомительный. Весь новый лексический материал, в данном случае перечень терминов, новых слов и выражений, необходимо презентовать студентам на слайде или на доске, или в раздаточном материале, студенты должны визуализировать то, что им придется изучить. Примерный список терминов по заявленной теме:

1. to be used on farms –использоваться на фермах, в хозяйстве
2. hand labour –ручной труд
3. to be used for crop production –использоваться для выращивания растениеводческой продукции
4. to till the soil –возделывать почву, вспахать землю
5. to plant the crops - высаживать растения, рассаду, саженцы
6. to perform various cultural practices – выполнять различные агротехнические приемы
7. growing season –вегетационный период
8. a tractor –трактор
9. a plow –плуг
10. a forage harvester –кормоуборщик, кормоуборочный комбайн
11. a hay harvesting machine –сеноуборочная машина
12. a root crop harvesting machine –машина для уборки корнеплодов
13. to locate and exterminate weeds - определять местоположение (сорняков) и уничтожать, выкорчевывать сорняки
14. soft grippers - механическое захватное устройство, мягко охватывающее поверхность объекта
15. to be used for harvesting - использоваться для уборки урожая
16. branch trimming - обрезка веток, сучьев
17. a clod –ком земли.

Третий этап – основной. В ходе этого этапа изучаются фонетические, лексические, грамматические аспекты, с предложенной темой занятия. Преподаватель произносит новые слова, студенты повторяют хором и индивидуально. Обязательно нужно дать контекст употребления новых слов [11,12], а также дать возможные формы, если это существительное, то записать слово в единственном и множественном числе (если слово не употребляется в каком-то одном числе, на этом тоже стоит акцентировать внимание), если глагол, то разобрать является ли глагол правильным или неправильным и т.п. и т.д.

Если уровень языка студентов позволяет можно перейти к warm up activity. Например, уместны будут вопросы:

- "What is the synonym for...?"
- "What do you already know about...?"
- "Have you ever used... in your professional life? When and where?"
- "What are the main components of a planting machine? "
- "What factors should be considered when choosing planting machinery? "
- "How does modern planting equipment differ from traditional methods? "

Далее необходимо перейти к самостоятельным упражнениям, направленных на отработку нового материала: на соответствие, подстановочные, на заполнение пропусков, описательные, кроссворд, имитативные, коммуникативные, трансформационные.

Трансформационные упражнения – упражнения, направленные на изменение исходного предложения, в данном случае будут наиболее удачны. Например,

1. The farmer planted the seeds in the morning. (ACTIVE → PASSIVE)

Answer: The seeds were planted by the farmer in the morning.

2. The farmer started repairing the tractor. (START → SET ABOUT)

Answer: The farmer set about repairing the tractor.

3. The tractor driver was very tired after the long day. (TIRE → EXHAUST)

Answer: The tractor driver was exhausted after the long day.

4. If I were you, I would buy a new tractor. (SECOND CONDITIONAL → ADVISE)

Answer: I advise you to buy a new tractor.

5. The farmer has been working in the fields since morning. (SINCE → FOR)

Answer: The farmer has been working in the fields for several hours.

В ходе данного этапа желательно использовать аудио и видео материалы для большей наглядности, обязательно используя упражнения на понимание иноязычной речи.

Четвертый этап – закрепляющий. Необходимо проверить степень усвоения нового материала, проведя опрос или предложив короткий тест, а также проанализировать допущенные студентами ошибки и разъяснить все сложные моменты.

Пятый этап – итоговый. Как правило на этом этапе обсуждаются результаты занятия, формулируется домашнее задание, обсуждаются цель и задачи следующего занятия.

Подводя итог сказанному, хочется отметить, что в работе предлагается деление занятия по иностранному языку на этапы. Данный план является рекомендательным и примерным, поскольку всегда важно учитывать особенности группы: степень их вовлеченности и уровень знаний, а также количество часов, выделенных в учебном плане на тему. Учебный процесс должен быть структурированным, для этого важно разделить занятия на этапы, чтобы сделать их более эффективными и результативными.

Список литературы

1. Bershadskaya, S. V. Professional thinking: learning vs studying / S. V. Bershadskaya // Современные тенденции развития системы подготовки обучающихся: региональная практика, Материалы международной научной конференции, 12 декабря 2023 года, Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет. – Р. 20-22.

2. Гоцко, Л. Г. Предметно-ориентированный подход, как один из наиболее эффективных методов преподавания иностранного языка в рамках высшего профессионального образования / Л. Г. Гоцко // Развитие научного наследия великого ученого на современном этапе : Сборник международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию члена-корреспондента РАСХН, Заслуженного деятеля науки РСФСР и РД, профессора М.М. Джембулатова, Махачкала, 17 марта 2021 года. Том III. – Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джембулатова, 2021. – С. 20-25.

3. Гоцко, Л. Г. Предметно-языковое интегрированное обучение в контексте повышения конкурентоспособности выпускников университетов / Л. Г. Гоцко // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 16–18 апреля 2019 года / Красноярский государственный аграрный университет. Том Часть I. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019. – С. 261-264.

4. Зиновьев, Д. В. Использование песенного контента на занятиях по иностранному языку в техническом вузе / Д. В. Зиновьев // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. – 2017. – Т. 2. – С. 663-667. – EDN YUCWVP.

5. Зиновьев, Д. В. Участие студентов в работе органов студенческого самоуправления как фактор их самореализации / Д. В. Зиновьев // Современные проблемы профессионального образования: опыт и пути решения : материалы Первой всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иркутск, 26–28 апреля 2016 года. – Иркутск: Иркутский государственный университет путей сообщения, 2016. – С. 394-399. – EDN WDTLBD.
6. Михельсон, С. В. Преимущества цифровизации образовательного процесса в вузе / С. В. Михельсон // Современные тенденции развития системы подготовки обучающихся: региональная практика: Материалы международной научной конференции. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 152-155. – EDN KMTJDT.
7. Михельсон, С. В. Развитие межкультурной коммуникативной компетенции у студентов, изучающих деловой английский язык / С. В. Михельсон // Современные тенденции развития системы подготовки обучающихся по иностранному языку в неязыковом вузе: региональная практика: Материалы всероссийской (национальной) научной конференции. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 199-202. – EDN NZJEAS.
8. Михельсон, С. В. Влияние китайской культуры на деловую межкультурную коммуникацию и финансы / С. В. Михельсон // Человек и культура. – 2021. – № 5. – С. 51-65. – DOI 10.25136/2409-8744.2021.5.34552. – EDN HCIZPX.
9. Mikhelson, S. V. The role of ethics in business of china and the USA / S. V. Mikhelson // Инновационные тенденции развития российской науки: Материалы XI Международной научно-практической конференции молодых ученых. Vol. Часть II. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2018. – Р. 97-99. – EDN YLORNJ.
10. Михельсон, С. В. Кросс-культурная этика России, Китая и США / С. В. Михельсон // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. – 2016. – № 34. – С. 193-203. – EDN VRUAND.
11. Храмцова, Т. Г. Основные методы и подходы при обучении иностранному языку / Т. Г. Храмцова // Проблемы современной аграрной науки: материалы международной заочной научной конференции, Красноярск, 15 октября 2017 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2017. – С. 267-269. – EDN ZVTJZZ.
12. Khramtsova, T. G. Linguistic and cultural studies as a part of teaching any foreign language / T. G. Khramtsova // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 20–22 апреля 2021 года. Vol. Часть I. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – Р. 290-293. – EDN YKWFYG.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И АППАРАТОВ
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ»**

Чебодаев Александр Валериевич, кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: ale-chebodaev@yandex.ru

Павлова Дарья Андреевна, студент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: dashapav46@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы модернизации лабораторного практикума по дисциплине «Эксплуатация электрооборудования. Испытания электрооборудования и аппаратов электроустановок потребителей», на основе современного подхода с использованием современных приборов. Показано, как интеграция современного оборудования и актуальных стандартов позволяет повысить наглядность, безопасность и эффективность обучения, формируя у студентов компетенции, соответствующие требованиям к сотрудникам современной электролаборатории.

Ключевые слова: модернизация, лабораторный практикум, эксплуатация электрооборудования, измерение, лабораторный стенд, ГОСТ, электробезопасность, испытания

**MODERNIZATION OF THE LABORATORY WORKSHOP ON THE DISCIPLINE
"TESTING OF ELECTRICAL EQUIPMENT AND DEVICES OF ELECTRICAL
INSTALLATIONS OF CONSUMERS"**

Chebodaev Aleksandr Valerievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: ale-chebodaev@yandex.ru

Pavlova Darya Andreevna, student
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
e-mail: dashapav46@gmail.com

Abstract. The article discusses the current issues of modernization of laboratory practice in the discipline "Operation of electrical equipment. Testing of electrical equipment and consumer electrical installations", based on a modern approach using modern devices. It is shown how the integration of modern equipment and current standards makes it possible to increase the visibility, safety and effectiveness of training, forming students' competencies that meet the requirements for the staff of a modern electrical laboratory.

Keywords: modernization, laboratory practice, operation of electrical equipment, measurement, laboratory stand, GOST, electrical safety, testing

«Эксплуатация электрооборудования» – важнейшая дисциплина для будущих инженеров-энергетиков. Для ее успешного изучения необходим современный, понятный и ориентированный на практику лабораторный курс. Устаревание оборудования, новые нормативные требования и современные образовательные тенденции, в том числе дистанционное обучение, требуют постоянного обновления лабораторной базы. В данной статье предлагается комплексный подход к модернизации лабораторного практикума, включающий в себя актуализацию материалов курса нормативной документации, внедрение передовых технологий и совершенствование методов обучения.

Дисциплина «Эксплуатация электрооборудования. Испытания электрооборудования и аппаратов электроустановок потребителей» [1], преподается более 20 лет. Она базируется на нормативной базе ГОСТ, ПУЭ, ПТЭЭП и др. [2–5]. За время существования дисциплины в эти документы были внесены многочисленные и существенные изменения, касающиеся методов, периодичности и нормируемых параметров испытаний. Чтобы выпускать высококвалифицированных, востребованных на рынке труда специалистов, необходимо соответствие образовательной программы действующим нормативно-техническим документам, наличия современной лабораторной базы и передовых методик обучения.

Меняются требования, предъявляемые к выпускникам энергетических специальностей со стороны работодателей. Работодатели заинтересованы в получении высококвалифицированных специалистов, готовых незамедлительно приступить к своим непосредственным обязанностям. В настоящее время работодатели вынуждены принимать на работу выпускников ВУЗ на рабочие специальности, с испытательным периодом, иногда с дополнительным обучением или стажировкой перед приемом на руководящую должность.

Очень важна и ценна связь работодателей с образовательной организацией. Когда образовательная организация может учесть требования работодателей, и подготовить выпускников максимально готовых выполнять поставленные перед ними задачи на технической базе работодателя. Но не всегда техническая база образовательной организации соответствует быстро меняющейся базе работодателя. Это является значительной проблемой при подготовке специалистов.

На предприятиях, где имеется служба эксплуатации электрооборудования, проводятся работы по определению состояния электрооборудования, путем проведения измерений и испытаний параметров электроустановок. Большая часть этих работ приходится на электроустановки до 1000В, которые в основном находятся на балансе предприятий АПК. В сетевых организациях, преобладают электроустановки свыше 1000В.

По мере развития науки и техники, появляются современные приборы для проведения различных измерений и испытаний [6, 7]. Как правило, они имеют компактный размер и расширенный функционал, по сравнению с приборами прошлых поколений. Кроме этого, в них уже закладываются функции сохранения проведенных испытаний и способность формировать протокол испытания с выгрузкой на ПК. Применение таких приборов значительно снижают трудоемкость, и затраты времени на проведение испытаний и подготовку документации.

Одним из таких производителей является компания Metrel [8]. На кафедре «Электроснабжение сельского хозяйства» института Инженерных систем и энергетики Красноярского государственного аграрного университета имеется многофункциональный измеритель параметров электроустановок MI 3102 H EurotestXE 2,5 kV, которым можно выполнять значительную часть испытаний электроустановок потребителей до 1000В, и который может заменить собой сразу несколько измерительных приборов (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение функциональных возможностей измерительных приборов

Испытание (измерение)	Измерительные приборы									
	M-416	Ф4103-MI	MRU-101 Sonel	P-333	Ф4102/2-1M	MIC-2500 Sonel	CM-03 Prova	MRP-110 Sonel	MZC-1303E Sonel	MI 3102 H EurotestXE 2,5 kV
сопротивление заземления / удельное сопротивление грунта	+/+	+/+	+/+	-/-	-/-	-/-	-	-	-	+ / -
непрерывность защитных проводников	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+

сопротивления изоляции до 1000/2500В	-/-	-/-	-/-		+/-	+/+	-	-	-	+ / +
коэффициента абсорбции изоляции	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+
параметры УЗО	-	-	-	-	-	-	+/-	+	-	+
Параметры сопротивления петли фаза-ноль / фаза-фаза	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	+/-	+/+
напряжения и частоты	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Контроль порядка чередования фаз	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Встроенная память	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+

Компания Metrel выпускает демонстрационный стенд Электроустановка (МА2067), позволяющий на одном стенде проводить весь спектр испытаний для демонстрации функциональных возможностей и обучения персонала (студентов) приемам и навыкам работы с многофункциональными измерителями параметров электроустановок, типа MI 3102 Н EurotestХЕ 2,5 kV. Основным недостатком МА2067, является его высокая стоимость, которая составляет 776 000 рублей.

Преимуществами стенда МА2067 являются:

1. Наглядность: Стенд имеет схематичное изображение различных конфигураций заземлителей и измерительных цепей, что позволяет студентам визуально контролировать правильность подключения измерительных проводов (рисунок 1).
2. Безопасность: Все измерения производятся на низком, безопасном напряжении. Стенд исключает возможность работы с реальными заземлителями под напряжением, что снижает риски при обучении.
3. Имитация реальных условий: МА2067 позволяет моделировать различные условия измерений, включая изменение удельного сопротивления грунта, что невозможно было сделать в рамках старой лабораторной установки.

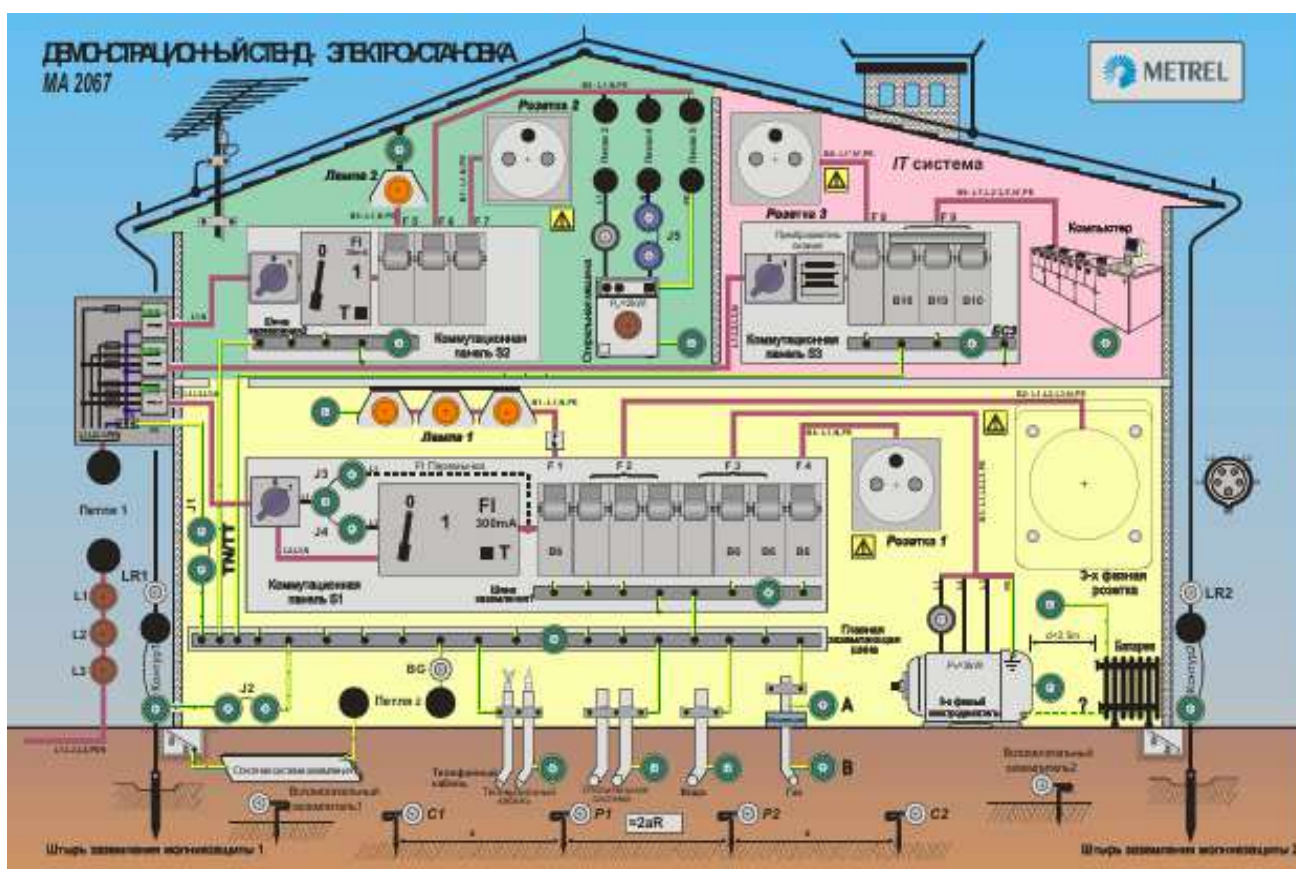


Рисунок 1 - Демонстрационная панель для обучения методам измерения сопротивления заземления МА2067 [9]

Работа на современном оборудовании, таком как МА2067, позволяет сформировать у студентов не абстрактные, а вполне конкретные навыки:

1. Умение выбирать метод измерения, адекватный поставленной задаче.
2. Навык правильного подключения сложных измерительных комплексов.
3. Интерпретация результатов в соответствии с действующими нормативами (ПУЭ 7 изд., ПТЭЭПЭЭ) [2, 3].

4. Оформление технической документации - протокола измерений, который по форме и содержанию соответствует документам электромонтажной или электроизмерительной лаборатории.

Для полноценной модернизации лабораторного практикума необходимо приобрести современный демонстрационный стенд Электроустановка МА2067 компании Metrel, либо разработать и изготовить лабораторный стенд с аналогичным или расширенным функционалом из компонентов используемых при монтаже электроустановок потребителей до 1000В. Переработать лабораторные работы в соответствии с современными требованиями нормативных документов, на основе multifunctional измерителя параметров электроустановок MI 3102 H EurotestXE 2,5 kV.

Вывод: Модернизация лабораторного практикума по дисциплине “Испытания электрооборудования и аппаратов электроустановок потребителей”, повысит наглядность и безопасность обучения, в соответствии с актуальными стандартами (ГОСТ Р 50571) и технологиями измерений. Студенты приобретут практические навыки работы на оборудовании, аналогичном используемому в реальных электролабораториях, что позволит им успешно применять теоретические знания на практике и соответствовать требованиям рынка труда.

Список литературы

1. Бастрон, А. В. Эксплуатация электрооборудования. Испытания электрооборудования и аппаратов электроустановок потребителей: учебное пособие / А. В. Бастрон, А. В. Чебодаев. – Красноярск: [Изд-во Краснояр. гос. ун-та], 2006. – 219 с.: ил. – ISBN 5-7638-0697-1.
2. Правила устройства электроустановок: 7 издание, переработанное и дополненное. [Текст] // Минэнерго РФ – Красноярск, 2016. – 656 с.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии [Электронный ресурс] Url: http://www.mitek.spb.ru/files/pteepee_1731800325.pdf (дата обращения 10.10.2025 г.).
4. ГОСТ Р 51326.1-99 (МЭК 61008-1-96) Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтоков. Часть 1. Общие требования и методы испытаний. – Введ. 2000-01-01. – М.: Госстандарт России: ИПК Изд-во стандартов, 2000. – 111 с.
5. ГОСТ Р 50571.5.54-2011 (МЭК 60364-5-54:2002) Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и проводники уравнивания потенциалов. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 124 с.
6. Компания ПРИЗМ Красноярск [Электронный ресурс] Url: <https://prizm.ru/?ysclid=mhozx7yhh6620755853> (дата обращения 10.10.2025 г.).
7. ПроПриборы [Электронный ресурс] Url: <https://propribory.ru/category/3> (дата обращения 10.10.2025 г.).
8. Metrel. Профессиональные электроизмерительные приборы [Официальный сайт] Url: <https://www.metrel-russia.ru/> (дата обращения 10.10.2025 г.).
9. Демонстрационный стенд Электроустановка МА2067: [Электронный ресурс] // Metrel. Url: <https://clck.ru/3Q48YS> (дата обращения 10.10.2025 г.).

СЕКЦИЯ 4. АСПЕКТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ АГРОИНЖЕНЕРИИ В РАБОТАХ СТУДЕНТОВ (КОНКУРС СТУДЕНЧЕСКИХ РАБОТ)

УДК 631.173

ЗАМЕНА КУЗОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН НА ПЛАСТИК

Алексеев Артем Александрович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: alekseevartyom24@gmail.com

Катаев Дмитрий Александрович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: dimakataev2015@gmail.com

Булгаков Никита Игоревич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: Polegelo8970@gmail.com

Научный руководитель: Медведев Михаил Сергеевич, кандидат технических наук

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: misha_08_80@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается перспективное направление модернизации сельскохозяйственной техники – замена традиционных металлических кузовных элементов на пластиковые. Актуальность темы обусловлена необходимостью снижения массы машин, повышения их коррозионной стойкости, уменьшения производственных затрат и улучшения эксплуатационных характеристик. В работе анализируются ключевые преимущества пластиков, также особое внимание уделено технологическим аспектам внедрения полимерных материалов - методам изготовления. Был проведен анализ типов полимерных материалов, пригодных для изготовления кузовных элементов сельскохозяйственных машин, их физико- механические свойства и экономическая эффективность применения. В заключении обозначены ключевые вызовы внедрения пластиков в сельскохозяйственное машиностроение: необходимость разработки специализированных марок полимеров с повышенной износостойкостью, решение проблем температурного расширения при комбинировании с металлами, обеспечение ремонтпригодности.

Ключевые слова. Пластиковые элементы, сельскохозяйственные машины, модернизация техники, снижение массы, полимерные материалы

REPLACEMENT OF FURNITURE ELEMENTS OF AGRICULTURAL MACHINES WITH PLASTIC

Alekseev Artyom Alexandrovich, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: alekseevartyom24@gmail.com

Kataev Dmitry Alexandrovich, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: dimakataev2015@gmail.com

Bulgakov Nikita Igorevich, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: Polegelo8970@gmail.com

Scientific supervisor: Medvedev Mikhail Sergeevich, Candidate of Technical Sciences

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: misha_08_80@mail.ru

Abstract. The article considers a promising direction for the modernization of agricultural machinery - the replacement of traditional metal body elements with plastic ones. The relevance of the topic is due to the

need to reduce the weight of machines, increase their corrosion resistance, reduce production costs and improve operational characteristics. The paper analyzes the key advantages of plastics, and also pays special attention to the technological aspects of the introduction of polymer materials - manufacturing methods. An analysis of the types of polymer materials suitable for the manufacture of body elements of agricultural machinery, their physical and mechanical properties and the economic efficiency of the application was carried out. In conclusion, the key challenges of introducing plastics into agricultural engineering are outlined: the need to develop specialized grades of polymers with increased wear resistance, solving problems of thermal expansion when combined with metals, and ensuring maintainability.

Keywords. Plastic elements, agricultural machinery, modernization of machinery, weight reduction, polymer materials

Актуальность темы обусловлена нарастающими требованиями к эффективности сельскохозяйственной техники в условиях интенсификации агропроизводства и жесткой конкуренции на рынке. Современные сельхозмашины должны сочетать высокую производительность, долговечность, экономичность и экологичность. Традиционные металлические кузовные элементы, несмотря на проверенную надежность, имеют ряд ограничений: значительную массу, подверженность коррозии, высокие затраты на производство и ремонт. Замена их на пластиковые компоненты открывает возможности для существенного улучшения ключевых эксплуатационных показателей: снижения массы машин (а значит, и расхода топлива), повышения коррозионной стойкости, упрощения технологических процессов изготовления сложных форм, сокращения себестоимости. Кроме того, применение полимеров соответствует трендам «зеленой» экономики – за счет меньшего энергопотребления при производстве и потенциала вторичной переработки.

Анализ текущего состояния производства свидетельствует о постепенном расширении применения пластика в сельскохозяйственном машиностроении, хотя пока они занимают ограниченную нишу. В мировой практике полимеры уже используются для изготовления отдельных кузовных и защитных элементов: кожухов, баков, панелей, отвал плужных корпусов и др. Наиболее распространены ABS- пластик, стеклопластики, полиамиды, полипропилены и композитные материалы, сочетающие прочность и устойчивость к агрессивным средам. Технологии производства включают литье под давлением, вакуумную формовку, экструзию и 3D-печать, что позволяет получать детали сложной геометрии с минимальными отходами [3].

В России внедрение пластика в сельхозтехнику идет медленнее из-за консервативности отрасли, недостатка специализированных марок полимеров с требуемыми характеристиками (износостойкость, ударная прочность, термостойкость) и неразвитости нормативной базы. Тем не менее интерес к данной теме растет: ряд предприятий экспериментирует с пластиковыми компонентами, а научные исследования фокусируются на создании композитов, адаптированных к тяжелым условиям эксплуатации в сельском хозяйстве. Таким образом, вопрос замены металлических элементов на пластиковые остается актуальным и требует комплексного анализа с учетом технических, экономических и экологических факторов [4].

Далее рассмотрим основные преимущества замены металлических элементов на пластиковые (таблица 1) [1].

Таблица 1 – Преимущества замены металлических элементов на пластиковые

Преимущество	Описание	Технический/экономический эффект
Снижение массы конструкции	Пластиковые элементы существенно легче металлических аналогов при сопоставимой прочности. Удельный вес термопластичных материалов значительно меньше, чем у стали или алюминия.	- Снижение нагрузки на шасси и ходовую часть; - уменьшение расхода топлива (по данным исследований - на 15–20 %); - упрощение монтажа и обслуживания за счет меньшей массы деталей.

Повышенная коррозионная стойкость и долговечность	Полимеры не подвержены коррозии, не требуют защитных покрытий (грунтов, красок), устойчивы к воздействию влаги, агрохимикатов, удобрений и других агрессивных сред.	- Увеличение срока службы элементов; - сохранение внешнего вида и функциональных свойств в сложных эксплуатационных условиях.
Упрощение технологического процесса изготовления сложных форм	Пластики легко поддаются формованию: литье под давлением, вакуумная формовка, экструзия, 3D- печать.	- Сокращение числа сборочных операций и соединительных элементов; - снижение трудоемкости производства; - ускорение вывода продукции на рынок за счет более короткого цикла производства.
Экономическая эффективность (снижение себестоимости производства)	Снижение затрат на сырье, энергию и трудоресурсы при изготовлении пластиковых деталей. Возможность вторичной переработки отходов.	- Уменьшение себестоимости единицы изделия; - сокращение объемов производственных отходов.
Экологический аспект (меньший расход ресурсов при производстве)	Производство пластиков требует меньше энергии по сравнению с металлургическими процессами.	- Снижение углеродного следа производства; - экономия природных ресурсов (руда, энергия).

Таким образом, замена металлических кузовных элементов сельскохозяйственных машин на пластиковые обеспечивает комплекс значимых преимуществ. Снижение массы конструкции ведет к экономии топлива и уменьшению уплотнения почвы. Высокая коррозионная стойкость полимеров существенно продлевает срок службы деталей и сокращает затраты на обслуживание. Технологичность пластиков позволяет упрощать производство – получать сложные формы за один цикл, сокращать число сборочных операций и быстро вносить изменения в конструкцию. С экономической точки зрения применение пластиков снижает себестоимость изготовления и транспортировки деталей, а также открывает возможности для переработки отходов. С экологической позиции производство пластиковых элементов требует меньше энергии и ресурсов по сравнению с металлургическими процессами, что соответствует современным требованиям устойчивого развития. В совокупности эти факторы делают переход на пластиковые элементы перспективным направлением модернизации сельскохозяйственной техники. Далее рассмотрим основные материалы и технологии производства (таблица 2) [5].

Таблица 2 – Материалы и технологии производства

Категория	Наименование / метод	Краткое описание и особенности
Полимерные материалы	ABS- пластик	Ударопрочный термопластик; хорошо поддается механической обработке, имеет высокую прочность на изгиб. Широко применяется в машиностроении.
	Стеклопластик (стеклонаполненный полимер)	Композитный материал с армирующими стеклянными волокнами; сочетает прочность металла и легкость пластика, устойчив к коррозии.
	Текстолит	Слоистый пластик на основе ткани и полимерного связующего; отличается высокой механической прочностью и электроизоляционными свойствами.
	Поликарбонат	Прозрачный ударопрочный пластик; устойчив к температурным перепадам и УФ- излучению.
	PLA- пластик	Биоразлагаемый термопластик на основе растительных материалов; жесткий, но менее ударопрочный, чем ABS.

	Flex- пластик	Эластичный материал с высокой прочностью на разрыв и износостойкостью; подходит для уплотнений и гибких элементов.
Методы изготовления	Литье под давлением	Высокопроизводительный метод для серийного производства; позволяет получать детали сложной геометрии с высокой точностью.
	Вакуумная формовка	Подходит для крупноразмерных деталей; экономичен при малых и средних сериях, требует менее дорогостоящей оснастки.
	3D- печать (FDM/FFF)	Послойное экструдирование расплавленного полимера; идеален для прототипирования, мелкосерийного производства и сложных форм.
	SLS (селективное лазерное спекание)	Спекание порошкового материала лазером; позволяет создавать прочные детали без поддерживающих структур.
	SLA/DLP (стереолитография/цифровая обработка светом)	Отверждение жидкого фотополимера под действием лазера или света; высокая точность и гладкость поверхности.

Таким образом, современный ассортимент полимерных материалов (ABS- пластик, стеклопластик, текстолит, поликарбонат, PLA- и Flex- пластиков) позволяет подбирать решения под конкретные эксплуатационные требования сельхозтехники. Разнообразие технологий производства – от высокопроизводительного литья под давлением и вакуумной формовки до гибких методов 3D- печати и лазерного спекания – дает возможность изготавливать как крупносерийные детали сложной геометрии, так и единичные прототипы. Далее рассмотрим основные проблемы при техническом и эксплуатационном использовании (таблица 3) [2].

Таблица 3 – Технические и эксплуатационные проблемы

Проблема	Суть вызова	Возможные последствия / сложности
Износостойкость и ударопрочность пластиковых элементов	Многие полимеры уступают металлам по сопротивлению абразивному износу и ударным нагрузкам, особенно в условиях работы с почвой, камнями, растительными остатками.	Сокращение срока службы деталей, риск внезапного разрушения при ударных воздействиях, необходимость чаще заменять элементы.
Температурное расширение и совместимость с металлами	Коэффициент теплового расширения пластиков значительно выше, чем у металлов; при колебаниях температуры возникают напряжения в зонах соединений.	Деформация деталей, ослабление креплений, появление трещин и зазоров, нарушение герметичности и жесткости конструкции.
Ремонтопригодность и сложность восстановления поврежденных деталей	Пластиковые элементы зачастую невозможно отремонтировать традиционными методами (сварка, правка); требуется специальное оборудование и материалы (клеи, композиты, заплатки).	Рост затрат на ремонт, увеличение простоев техники, необходимость замены целой детали вместо локального ремонта, дефицит квалифицированных кадров и ремонтных технологий.
Вопросы утилизации и переработки полимерных отходов	Отслужившие пластиковые детали сельхозтехники сложно сортировать и перерабатывать из-за многообразия составов, армирующих наполнителей и загрязнений (почва, масла, агрохимикаты).	Накопление полимерных отходов на сельхозпредприятиях и свалках, экологический ущерб, дополнительные расходы на захоронение или транспортировку; нехватка инфраструктуры для рециклинга в аграрном секторе.

Внедрение пластиковых элементов в конструкцию сельскохозяйственной техники сопряжено с рядом существенных вызовов. Во-первых, многие полимеры уступают металлам по износостойкости и ударопрочности в жестких условиях эксплуатации (почва, камни, динамические нагрузки). Во-вторых, различие в коэффициентах теплового расширения пластика и металлов провоцирует напряжения в зонах соединений, что грозит деформацией и потерей герметичности. В-третьих, ремонтпригодность пластиковых деталей остается низкой: для их восстановления требуются специальные материалы и технологии, а в ряде случаев возможна лишь полная замена элемента. Наконец, актуальна проблема утилизации – многообразие составов и загрязнений затрудняет сортировку и переработку полимерных отходов, что ведет к накоплению мусора и дополнительным экологическим издержкам. Преодоление этих ограничений требует разработки специализированных марок полимеров, совершенствования технологий соединения и ремонта, а также создания инфраструктуры для рециклинга в аграрном секторе. Далее рассмотрим экономическую эффективность целесообразности перехода на пластиковые элементы в сельхозтехнике (таблица 4).

Таблица 4 – Экономическая оценка целесообразности перехода на пластиковые элементы в сельхозтехнике

Показатель	Пластиковые элементы	Металлические элементы
Себестоимость сырья (руб./кг)	От 1,55 руб./г (для 3D- печати)	135 руб./кг (высокопрочный чугун) до 380 руб./кг (специальные сорта чугуна)
Инвестиции в оборудование	От 15 3D- принтеров для окупаемости за 4 месяца	Высокие затраты на литейное оборудование и оснастку
Срок окупаемости	~4 месяца (при 15+ 3D- принтерах)	Длительный из- за высоких начальных затрат

В целом, переход на пластик снижает как первичные затраты на производство, так и долгосрочные эксплуатационные издержки – прежде всего за счет экономии топлива и увеличения ресурса деталей. Однако итоговый эффект зависит от выбора материала, технологии изготовления и объема выпуска; наиболее выгоден масштабный запуск (не менее 15 единиц оборудования), позволяющий сократить затраты более чем на 70 %.

Перспективы применения пластика в сельскохозяйственном машиностроении связаны с несколькими ключевыми направлениями. Во-первых, ведется активная разработка специализированных марок полимеров, адаптированных к тяжелым условиям эксплуатации в агросекторе: с повышенной износостойкостью к абразивному воздействию почвы, устойчивостью к ультрафиолету и перепадам температур, ударной прочностью при контакте с камнями и растительными остатками. Во-вторых, совершенствуются технологии соединения разнородных материалов – появляются новые клеевые составы, комбинированные методы крепления с использованием закладных элементов и впаивания металлов в пластик, что позволяет создавать надежные гибридные конструкции. В- третьих, растет потенциал массового внедрения пластика в серийное производство благодаря развитию автоматизированных линий литья, вакуумной формовки и аддитивных технологий, снижающих себестоимость и расширяющих возможности дизайна деталей. В качестве дальнейших исследований актуальны: оптимизация рецептур композитов с натуральными наполнителями, разработка ремонтпригодных конструкций, создание стандартов утилизации полимерных компонентов сельхозтехники, а также моделирование жизненного цикла пластиковых элементов с учетом реальных агроусловий.

Подводя итог, можно выделить следующее, что проведенный анализ демонстрирует значительный потенциал пластика для модернизации сельскохозяйственной техники. Ключевые преимущества – снижение массы машин (и, как следствие, расхода топлива на 12–15 %), повышенная коррозионная стойкость, упрощение производства сложных форм и снижение себестоимости изготовления деталей. Вместе с тем выявлены и ограничения:

недостаточная износостойкость некоторых полимеров, проблемы температурного расширения в гибридных конструкциях, низкая ремонтпригодность отдельных узлов и сложности утилизации отходов.

Для эффективного внедрения пластиковых элементов рекомендуется:

1. проводить пилотные испытания новых полимерных материалов в реальных агроусловиях с фиксацией износа и энергозатрат;
2. инвестировать в оборудование для комбинированных технологий (литье + механическая обработка, 3Dпечать для мелкосерийных деталей);
3. разрабатывать стандартизированные узлы с возможностью быстрой замены пластиковых компонентов;
4. налаживать партнерства с переработчиками полимеров для организации замкнутого цикла утилизации;
5. актуализировать техническую документацию и обучать персонал работе с новыми материалами и методами соединения.

При системном подходе и учете специфики агропроизводства переход на пластиковые элементы способен повысить конкурентоспособность сельхозтехники за счет снижения эксплуатационных затрат, увеличения ресурса узлов и соответствия экологическим стандартам.

Список литературы

1. Алдошин Н.В., Голубев В.В., Васильев А.С., Алимуратов А.А., Веселов И.Ю. Перспективы использования пластиковых деталей сельскохозяйственных машин [текст] // АгроЭкоИнженерия. - 2023. - № 3 (116). - С. 20–34.
2. Алдошин Н.В., Маматов Ф.М., Васильев А.С., Чуянов Д.Ш., Исмаилов И.И., Шодмонов Г.Д. Комбинированное орудие для подготовки почвы и посева // Техника и оборудование для села. - 2023. - № 3 (309). - С. 22–26.
3. Воронин Н.В., Скоморохова А.И., Филатов И.С., Родионов Ю.В., Никитин Д.В. Упрочнение металлизацией полимерных деталей машин и механизмов АПК, полученных посредством аддитивных технологий // Наука в центральной России. - 2022. - № 2 (56). - С. 125–134.
4. Дорохов А.С., Свиридов А.С., Гончарова Ю.А., Алехина Р.А. Оценка химической стойкости полиуретановых составов, используемых при изготовлении диафрагм поршневых насосов // Техника и оборудование для села. - 2022. - № 6 (300). - С. 38–41.
5. Канаев М.А., Парфенов О.М., Иванайский С.А., Денисов С.В., Крючина Н.В., Баймишев Р.Х. Применение современных технологий для модернизации шнекового туковысевающего аппарата // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2022. - № 3 (95). - С. 126–130.

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НИЖНЕЙ КУБАНИ ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ
И ЗАСОЛЕНИЯ**

Егубцев Богдан Олегович, студент

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина

e-mail: Gocha227337@gmail.com

Карпенко Дарья Алексеевна, студент

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина

e-mail: petrenko.dd.d@gmail.com

Научный руководитель: Романова Анна Сергеевна, ассистент

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина

e-mail: Any30082002@mail.ru

Аннотация. В условиях засушливого климата и интенсивного орошения сельскохозяйственные угодья Нижней Кубани подвержены подтоплению и вторичному засолению. В статье обосновывается применение ресурсосберегающих машинных технологий и комбинированных почвообрабатывающих агрегатов для формирования влагосберегающего почвенного профиля, снижения испарения и ограничения капиллярного подъема солей. Приведены данные по площадям деградированных земель, эффективности внедрения технологий и экономическим показателям.

Ключевые слова: ресурсосберегающие технологии, подтопление, засоление

**RESOURCE-SAVING ENGINEERING SOLUTIONS FOR PROTECTING
AGRICULTURAL LANDS OF THE LOWER KUBAN FROM WATERLOGGING
AND SALINIZATION**

Egubtsev Bogdan Olegovich, Student

Kuban State Agrarian University

e-mail: Gocha227337@gmail.com

Karpenko Darya Alekseevna, Student

Kuban State Agrarian University

e-mail: petrenko.dd.d@gmail.com

Scientific supervisor: Romanova Anna Sergeevna, Assistant

Kuban State Agrarian University

e-mail: Any30082002@mail.ru

Abstract. In the context of an arid climate and intensive irrigation, agricultural lands in the Lower Kuban region are prone to waterlogging and secondary salinization. The article substantiates the use of resource-saving tillage technologies and combined soil-working implements to form a moisture-conserving soil profile, reduce evaporation, and restrict the capillary rise of salts. Data are provided on the area of degraded lands, the effectiveness of technology adoption, and key economic indicators.

Keywords: resource-saving technologies, waterlogging, salinization

В засушливых и неустойчиво увлажненных условиях юга России, особенно в низовьях реки Кубань, сельскохозяйственное производство сталкивается с двойной угрозой: с одной стороны – дефицитом влаги в период вегетации, с другой – риском подтопления и вторичного засоления при интенсивном орошении. Глинистые и суглинистые почвы Нижней Кубани обладают высокой капиллярной активностью, что при подъеме уровня грунтовых

вод способствует миграции растворенных солей в корнеобитаемый слой. Традиционные технологии обработки почвы – глубокая вспашка, многократное рыхление, вынос влажных горизонтов на поверхность – не только не решают эту проблему, но и усугубляют ее, создавая условия для усиленного испарения и активного капиллярного подъема солей. При этом до 50% запасов почвенной влаги теряется вследствие интенсивного физического испарения, вызванного нарушением структуры обрабатываемого слоя.

Ключевым направлением защиты сельхозугодий от деградации становится применение ресурсосберегающих машинных технологий, направленных на формирование влагосберегающего и влагонакопительного почвенного профиля. Такой профиль должен иметь четко регламентированную по глубине структуру: верхний слой (4–6 см) – мелкозернистый (агрегаты 0,25–3 мм), рыхлый, сухой, с плотностью 0,7–0,9 г/см³ – выполняет функцию мульчирующего экрана, резко снижающего испарение; средний слой (до 12 см) – также мелкозернистый, но уплотненный до 1,3 г/см³ – создает барьер для капиллярного подъема воды и солей; нижний слой (до 30–40 см) – уплотненно-рыхлый с крупными агрегатами (>10 мм) и плотностью до 1,1 г/см³ – обеспечивает аккумуляцию влаги и аэрацию корневой зоны.

Формирование такого профиля невозможно при использовании однооперационных орудий, так как они не обеспечивают необходимой дифференциации структуры по глубине и часто приводят к перемешиванию влажных и сухих горизонтов. Эффективным решением является применение современных ресурсосберегающих технологий, основанных на принципе послойной обработки почвы с сохранением естественной капиллярной прерывности. Такие технологии предполагают использование комбинированных машинных систем, способных за один проход сформировать мульчирующий верхний слой, уплотненный барьерный горизонт и рыхлый влагонакопительный слой в корнеобитаемой зоне, минимизируя при этом механическое воздействие и исключая вынос влажных слоев на поверхность.

Эффективность таких решений подтверждена испытаниями в типовых хозяйствах Краснодарского края, Ростовской и Ставропольской областей. Внедрение ресурсосберегающих технологий позволяет сократить количество тракторов и сельскохозяйственных машин в 1,3–2,0 раза, снизить затраты труда в 1,4–1,5 раза и уменьшить потребность в механизаторах на 18–32%. Кроме того, расход дизельного топлива на основных полевых работах снижается на 15–20%, что напрямую влияет на себестоимость продукции и уменьшает антропогенную нагрузку на окружающую среду за счет сокращения выбросов CO₂.

Особое значение эти технологии приобретают при обработке паровых полей и стерни. Летняя обработка паров должна проводиться с минимальной глубиной рыхления 4–6 см, что исключает вынос влажных слоев и создает условия для эффективного накопления влаги даже в бездождевой период. Это особенно важно для получения гарантированно высоких урожаев озимой пшеницы – основной продовольственной культуры региона. При этом важно сохранять верхний слой в мелкозернистом состоянии на протяжении всего агротехнологического цикла, за исключением поздней зяби, что соответствует требованиям агротехнической науки по влагонакоплению и влагосбережению.

Современные подходы к обработке почвы в условиях засушливого земледелия предполагают не просто механическое рыхление, а целенаправленное формирование профиля, регулирующего водно-воздушный и солевой режимы. Это особенно актуально в Нижней Кубани, где избыточное увлажнение при орошении в сочетании с низкой естественной дренирующей способностью почв создает предпосылки для подтопления и вторичного засоления. Правильно сформированный почвенный профиль ограничивает вертикальную миграцию солей, препятствует подъему грунтовых вод в активный слой и минимизирует испарение, тем самым стабилизируя агроэкологическую обстановку.

Экономический эффект от внедрения таких технологий проявляется не только в снижении прямых затрат, но и в повышении устойчивости агросистем к климатическим и

гидрогеологическим стрессам. Сокращение числа проходов техники по полю уменьшает уплотнение почвы, снижает энергозатраты и способствует сохранению ее биологической активности. В долгосрочной перспективе это ведет к восстановлению и повышению плодородия, что особенно важно на фоне деградации значительных площадей сельхозугодий в регионе.

Таким образом, защита сельскохозяйственных угодий Нижней Кубани от подтопления и засоления требует системного внедрения ресурсосберегающих инженерных решений. Основу такой стратегии составляют технологии, направленные на формирование целенаправленного влагосберегающего профиля, оптимизацию водного режима и снижение антропогенной нагрузки на почву. Эти меры позволяют одновременно решать задачи повышения продуктивности, снижения затрат и сохранения плодородия почв в долгосрочной перспективе, что соответствует современным требованиям устойчивого развития аграрного сектора.

Список литературы

1. Бандурин, М. А. Совершенствование режимов орошения для повышения экологических свойств почв степных агроландшафтов / М. А. Бандурин, А. С. Романова // Экология речных ландшафтов : Сборник статей по материалам VI Международной научной экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 года / Отв. за выпуск Н.Н. Мамась. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 33-38.
2. Романова, А. С. Совершенствование мероприятий при реконструкции водопроводящих сооружений / А. С. Романова, А. А. Руденко, М. А. Бандурин // Экология речных ландшафтов : Сборник статей по материалам VI Международной научной экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 года / Отв. за выпуск Н.Н. Мамась. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 166-172.
3. Малышева, Н. Н. К вопросу развития мелиорации в степной зоне Краснодарского края / Н. Н. Малышева, С. Н. Якуба, А. Е. Хаджиди // Рисоводство. – 2021. – № 4(53). – С. 66-73. – DOI 10.33775/1684-2464-2021-53-4-66-73.
4. Критический анализ инженерной защиты Нижней Кубани в условиях возрастающего дефицита оросительной воды из-за климатических изменений / И. А. Приходько, М. А. Бандурин, В. А. Волосухин, А. А. Руденко // Мелиорация и гидротехника. – 2022. – Т. 12, № 4. – DOI 10.31774/2712-9357-2022-12-4-317-332.
5. Романова, А. С. Воздействие опасных природных процессов на берегозащиту побережья Краснодарского края / А. С. Романова, А. А. Руденко, М. А. Бандурин // Экология речных ландшафтов : Сборник статей по материалам VI Международной научной экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 года / Отв. за выпуск Н.Н. Мамась. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 149-156.
6. Волосухин, В. А. Мониторинг водопользования на юге России в условиях роста техногенных нагрузок и климатических изменений / В. А. Волосухин, М. А. Бандурин // Технологии очистки воды "ТЕХНОВОД-2016" : Материалы IX Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 05–07 октября 2016 года. – Ростов-на-Дону: ООО "Лик", 2016. – С. 39-42.
7. Романова, А. С. Совершенствование мероприятий при реконструкции водопроводящих сооружений / А. С. Романова, А. А. Руденко, М. А. Бандурин // Экология речных ландшафтов : Сборник статей по материалам VI Международной научной экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 года / Отв. за выпуск Н.Н. Мамась. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 166-172.

8. Григорьев, Д. Н. Оценка вероятностей отказов механического оборудования гидромелиоративных систем / Д. Н. Григорьев, А. С. Романова, М. А. Бандурин // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 77-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год. В 3-х частях, Краснодар, 01 марта 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 543-546.

9. Романова, А. С. Современное состояние рационального природопользования водных и лесных ресурсов на Юге России / А. С. Романова, А. А. Руденко, М. А. Бандурин // Экология речных ландшафтов : Сборник статей по материалам VI Международной научной экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 года / Отв. за выпуск Н.Н. Мамась. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 137-143.

КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ В ОТКРЫТОМ И ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

Искорнева Анастасия Владимировна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: nas.isk@mail.ru

Научный руководитель: Колпакова Ольга Павловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: olakolpakova@mail.ru

Аннотация. В статье анализируются агрономические и экономические преимущества капельного орошения в сельском хозяйстве открытого грунта, особое внимание уделяется эффективности использования воды, урожайности и экономической эффективности устойчивых методов ведения сельского хозяйства.

Ключевые слова: капельное орошение, водосберегающие технологии, открытый грунт, закрытый грунт, водные ресурсы.

DRIP IRRIGATION IN OPEN AND COVERED GROUND

Iskorneva Anastasia Vladimirovna, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: nas.isk@mail.ru

Scientific supervisor: Kolpakova Olga Pavlovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: olakolpakova@mail.ru

Abstract. This article analyzes the agronomic and economic advantages of drip irrigation in open-field agriculture, focusing on water use efficiency, crop yields, and the economic effectiveness of sustainable agricultural practices.

Keywords: drip irrigation, water-saving technologies, open field, protected field, water resources

В условиях растущего глобального дефицита водных ресурсов необходимость эффективного водопользования стала важнейшим фактором, определяющим устойчивое развитие агропромышленного сектора. Поскольку запасы пресной воды становятся все более скудными из-за таких факторов, как изменение климата, рост населения и чрезмерный забор воды, аграрный и промышленный секторы вынуждены внедрять инновационные стратегии для оптимизации водопользования [2]. Агропромышленный комплекс, который охватывает как сельскохозяйственное производство, так и отрасли, которые его поддерживают, должен уделять особое внимание сохранению водных ресурсов и эффективности, чтобы смягчить неблагоприятные последствия дефицита воды. Внедряя передовые технологии орошения, переработку сточных вод и внедряя методы точного земледелия, заинтересованные стороны могут значительно сократить потери воды, сохраняя при этом производительность [1].

Капельное орошение стало одной из самых передовых и эффективных систем орошения, доступных сегодня, произведя революцию в способе подачи воды сельскохозяйственным культурам. Благодаря точному воздействию на корневую систему растений, этот метод максимально увеличивает использование воды, гарантируя эффективное использование каждой капли. Он не только экономит воду, но и обеспечивает растениям оптимальный уровень влажности, необходимый для их развития, способствуя более здоровому росту и повышению урожайности. Эта инновационная технология быстро набирает популярность в самых разных условиях сельского хозяйства: от обширных открытых полей до теплиц с контролируемым климатом. Способность обеспечивать

равномерное и контролируемое полив делает ее незаменимым инструментом для современных фермеров, стремящихся к высокой производительности при минимизации расхода воды и эксплуатационных расходов. Минимизируя потери воды и оптимизируя использование ресурсов, капельное орошение не только способствует устойчивому земледелию, но и со временем значительно экономит средства. Способность снижать затраты на рабочую силу, энергию и воду делает его привлекательным вариантом как для мелких производителей, так и для крупных коммерческих предприятий. В условиях, когда глобальный дефицит воды продолжает создавать проблемы для сельского хозяйства, капельное орошение становится жизненно важным решением для обеспечения продовольственной безопасности и сохранения ценных природных ресурсов. Направляя воду непосредственно к корням, эта система обеспечивает постоянное и равномерное распределение влаги, что крайне важно для оптимального роста и здоровья растений.

Одним из ключевых преимуществ капельного орошения является его способность значительно снижать потери воды на испарение, поскольку вода подается на поверхность почвы, а не распыляется в воздух. Кроме того, этот метод минимизирует сток воды, что делает его экологически безопасным вариантом, экономящим водные ресурсы и способствующим устойчивому развитию сельского хозяйства. Еще одним важным преимуществом является снижение заболеваемости, часто возникающих из-за избыточной влаги на листьях растений, поскольку капельное орошение исключает смачивание листьев, а вместо этого фокусируется на увлажнении почвы вокруг корней. В целом, капельное орошение – это высокоэффективное решение для повышения эффективности использования воды, повышения урожайности и поддержания здоровья растений в различных сельскохозяйственных и садоводческих условиях.

Чтобы проиллюстрировать эффективность этого метода, рассмотрим выращивание томатов в открытом грунте. При традиционном бороздковом поливе, при котором поля заливаются водой, средняя урожайность составляет около 20 тонн с гектара. Хотя этот метод широко применяется уже несколько десятилетий, он крайне неэффективен и приводит к значительным потерям воды из-за испарения и поверхностного стока. При переходе фермеров на дождевание, которое обеспечивает более равномерную подачу воды и сокращает потери, урожайность значительно возрастает – примерно до 60 тонн с гектара. Однако именно с внедрением капельного орошения – системы, подающей воду непосредственно в корневую зону растений в точном, контролируемом количестве, – наблюдаются наиболее существенные улучшения. В этом случае урожайность томатов может резко возрасти до впечатляющих 180 тонн с гектара, что представляет собой девятикратное увеличение по сравнению с бороздковым поливом и трехкратное – по сравнению с дождеванием. Успех капельного орошения в таких регионах, как юг России, подчеркивает его потенциал для решения глобальных проблем, связанных с продовольственной безопасностью и сохранения водных ресурсов.

В закрытом грунте внедрение капельного полива позволяет создать благоприятные условия для развития растений и получить наибольшую урожайность плодов хорошего качества. Например, томаты могут давать впечатляющие 110 килограммов с квадратного метра благодаря эффективной системе подачи воды и питательных веществ, способствующей активному росту растений. Аналогично, огурцы могут давать от 100 до 150 килограммов с квадратного метра, получая выгоду от постоянной влажности и контролируемых условий, обеспечиваемых капельным орошением. Баклажаны и болгарский перец, требующие тщательного управления поливом для предотвращения таких проблем, как вершинная гниль, в таких условиях могут давать от 50 до 70 килограммов с квадратного метра. Даже такие мелкие культуры, как помидоры черри, которые часто выращивают ради вкуса и привлекательности на рынке, могут давать урожайность от 30 до 40 килограммов с квадратного метра, обеспечивая высокое качество продукции, отвечающее запросам потребителей. Высокая урожайность не только свидетельствует об эффективности капельного орошения, но и подчеркивает важность современных тепличных технологий для

максимального повышения продуктивности сельского хозяйства [3]. Интегрируя передовые системы орошения с другими инновациями в теплицах, такими как климат-контроль, автоматизированное фертигирование и борьба с вредителями, производители могут создать среду, в которой растениям обеспечен максимальный урожай высококачественных фруктов и овощей.

Капельное орошение может послужить важным инструментом для максимального повышения продуктивности сельского хозяйства при минимизации потребления жизненно важных ресурсов. Этот инновационный метод незаменим как в системах открытого, так и закрытого грунта, обеспечивая непревзойденную эффективность использования воды. Доставляя воду непосредственно к корням растений в контролируемом, дозированном количестве, капельное орошение не только повышает урожайность, но и значительно улучшает качество сельскохозяйственной продукции. Успех этой системы зависит от тщательного проектирования, внедрения передовых технологий автоматизации и постоянного профилактического обслуживания [4]. Эти элементы работают в тандеме, обеспечивая оптимизацию использования каждой капли воды, обеспечивая максимально возможную окупаемость инвестиций. Это особенно важно в современных условиях сельского хозяйства, где дефицит воды становится все более серьезной проблемой, а необходимость внедрения устойчивых методов ведения сельского хозяйства продолжает усиливаться. Внедряя капельное орошение, фермеры могут эффективно решать эти проблемы, получая как экономические, так и экологические выгоды, одновременно удовлетворяя постоянно растущий спрос на продовольствие в условиях ограниченных ресурсов.

Список литературы

1. Бадмаева, Ю. В. Агроэкологический мониторинг орошаемых почв / Ю. В. Бадмаева, С. Э. Бадмаева // Экология России: на пути к инновациям. – 2013. – № 7. – С. 7-9.
2. Колпакова, О. П. Организационно-экологические основы использования земель сельскохозяйственного назначения (на примере Красноярского края): специальность 25.00.26 "Землеустройство, кадастр и мониторинг земель": диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Колпакова Ольга Павловна. – Красноярск, 2009. – 172 с.
3. Колпакова, О. П. Экологизация землепользования / О. П. Колпакова // Инновационные тенденции развития российской науки: Материалы IV Международной (заочной) научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 01–30 апреля 2011 года / Ответственный за выпуск Ю.В. Платонова. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2011. – С. 57-59.
4. Приходько, В. Е. Орошаемые степные почвы: функционирование, экология, продуктивность / В. Е. Приходько. – Москва: Интеллект, 1996. – 168 с.

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА С РУЧНЫМ РЫЧАЖНЫМ МЕХАНИЗМОМ РЕГУЛИРОВКИ ГЛУБИНЫ ХОДА

Истомин Данил Игоревич, магистрант

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: danillistomin0_0@mail.ru

Научный руководитель: Васильев Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: vilkas57@mail.ru

Аннотация. В статье представлена модернизированная конструкция комбинированного сошника. Предложено оснащение сошника эргономичным ручным рычажным механизмом для оперативной регулировки глубины хода рабочего органа. Описаны принцип работы и преимущества предлагаемого механизма, которые заключаются в повышении удобства эксплуатации, сокращении времени на перенастройку и повышении точности выдерживания технологического параметра.

Ключевые слова: сошник, глубина обработки, регулировка, рычажный механизм, почвообрабатывающий посевной комплекс, конструкторская разработка

Исследование и публикация статьи выполнены при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в ходе выполнения перспективных прикладных научных исследований по направлению технологического лидерства «Продовольственная безопасность» по проекту «Разработка универсального посевного комплекса».

DEVELOPMENT OF A COMBINED OPENER WITH A MANUAL LEVER MECHANISM FOR ADJUSTING THE DEPTH OF STROKE

Istomin Danil Igorevich, Graduate students

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: danillistomin0_0@mail.ru

Scientific supervisor: Vasiliev Alexander Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: vilkas57@mail.ru

Abstract. The article presents an upgraded design of a combined coulters. It is proposed to equip the coulters with an ergonomic manual lever mechanism for quick adjustment of the working tool's stroke depth. The principle of operation and advantages of the proposed mechanism are described, which include increased usability, reduced time for reconfiguration, and improved accuracy in maintaining the technological parameter.

Keywords: coulters, depth of cultivation, adjustment, lever mechanism, tillage and sowing complex, design development

Одним из ключевых параметров, определяющих качество посева, является точное выдерживание заданной глубины заделки. Существующие конструкции сошников часто имеют сложную или неудобную систему регулировки глубины хода, что снижает оперативность работы агрегата и увеличивает физическую нагрузку на механизатора.

Целью исследований является разработка модернизированной конструкции комбинированного сошника, оснащенного удобным и надежным ручным рычажным механизмом для оперативной регулировки глубины хода рабочего органа в полевых условиях [1].

Материалы и методы.

За основу была взята классическая конструкция комбинированного сошника, включающая жесткую стойку с режущей частью и прикатывающий каток. Для достижения поставленной цели был применен метод функционально-кинематического анализа [2].

Предлагаемое техническое решение заключается в интеграции в конструкцию подвески сошника регулировочного узла на основе системы рычагов [3].

Конструкция модернизированного сошника.

Модернизированная сошниковая группа включает стойку 1, каток 2, установленный на рычаге 3 [рис. 1].

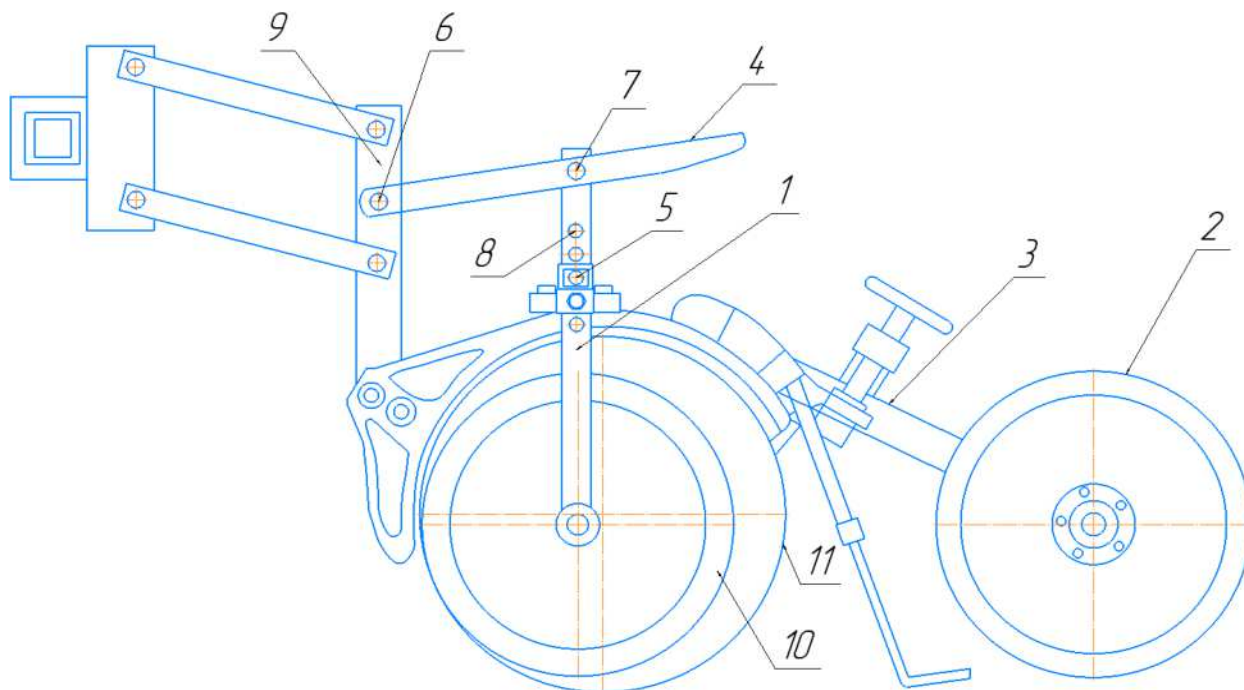


Рисунок 1 - Схема сошниковой группы

Нововведением является установка механизма регулировки глубины хода сошника, который включает:

- регулировочный рычаг (кулиса) 4, связанный с осью подвески сошника;
- запорный палец 5 установленный на стойке 1;
- управляющий рычаг (запорный палец) 6 с рукояткой, установленный на кронштейне рамы сеялки 9;
- систему фиксирующих отверстий 8, расположенных на стойке реборды 10.

Принцип работы и регулировки.

В рабочем положении запорный палец 6 фиксирует кулису 4 на стойке сошника 9, жестко фиксируя тем самым положение реборды сошника относительно рамы. Глубина хода сошника 11 регулируется положением стойки реборды 1 по отверстиям 8 пальцем 5. Эти положения определяют глубину обработки.

Процесс регулировки глубины осуществляется оператором вручную, без инструмента.

1. Оператор тянет за рукоятку кулисы 4 и выводит запорный палец 5 из фиксирующего отверстия 8, расположенного на стойке реборды 1.

2. Реборда 10 сошника 11 получает возможность свободного перемещения относительно рамы.

3. Оператор устанавливает реборду 10 на требуемую глубину.

4. Следующим действием оператор фиксирует положение реборды 10, относительно сошника 11, удерживая рукоятку кулисы 4, оператор фиксирует запорный палец 5 в ближайшем фиксируемом отверстии 8 на стойке реборды 1, соответствующее заданной глубине.

Преимущества предложенной конструкции:

1. Эргономичность и удобство: регулировка глубины хода сошника осуществляется одной рукой за несколько секунд.
2. Повышение точности: дискретная система фиксации позволяет точно и воспроизводимо устанавливать глубину на всех сошниках широкозахватного агрегата.
3. Отсутствие необходимости в инструменте: все операции выполняются вручную непосредственно в поле.
4. Универсальность: механизм может быть адаптирован для различных типов сошников.
5. Совместимость: предлагаемый узел может быть установлен на существующие модели сеялок.

Выводы.

Разработана модернизированная конструкция комбинированного сошника, оснащенная ручным рычажно-фиксирующим механизмом регулировки глубины хода.

Предложенное техническое решение позволяет существенно повысить удобство и оперативность настройки глубины обработки.

Механизм обеспечивает сокращение времени на перенастройку между полями с разной плотностью почвы и повышение качества технологического процесса.

Перспективы дальнейших исследований включают в себя изготовление опытного образца, проведение лабораторных и полевых испытаний для определения оптимальных параметров механизма и оценки его надежности.

Список литературы

1. Джерри Д.А., Верховец А.В. Влияние глубины заделки семян на урожайность ярового ячменя // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 7. – С. 45-50.
2. Проектирование и расчет почвообрабатывающих и посевных машин: учебное пособие / Под ред. В.П. Тарасенко. – М.: КолосС, 2018. – 455 с.
3. Спирин А.В., Курченко В.А. Современные тенденции в конструкциях сошниковых систем посевных комплексов // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 5. – С. 12-15.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ КОРМОВ НА СМЕСИТЕЛЕ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ТИПА

Карабухин Дмитрий Владимирович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: karabuhindmitry@yandex.ru

Научный руководитель: Семенов Александр Викторович, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: semenov02101960@gmail.com

Аннотация: Правильная подготовка кормов перед скармливанием является главным фактором, способствующим повышению качества и увеличению количества получаемой продукции без вреда здоровью животных. Для получения высококачественных кормов научным сообществом ведутся разработки принципиально новых конструкций смесителей. Результативными показателями разработанных конструкций смесителей являются энергия, потребляемая установкой, и качество смешивания полученных кормов. В данной статье рассмотрена методика экспериментальных исследования процесса смешивания кормов в смесителе центробежного действия, созданного и запатентованного в «Инжиниринговом центре» Красноярского ГАУ.

Ключевые слова: смеситель, центробежная сила, спираль, зерно, торообразный завихритель, турбулизация, кормовые компоненты

METHODOLOGY OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE FEED MIXING PROCESS ON A CENTRIFUGAL MIXER

Karabukhin Dmitry Vladimirovich, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: karabuhindmitry@yandex.ru

Scientific supervisor Semenov Alexander Viktorovich, Candidate of technical sciences, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: Semenov02101960@gmail.com

Abstract. Proper preparation of feed before feeding is the main factor contributing to the improvement of the quality and increase in the quantity of the products obtained, without harming the health of animals. To obtain high-quality feed, the scientific community is developing fundamentally new designs of mixers. The effective indicators of the developed designs of mixers are the energy consumed by the installation and the quality of mixing the obtained feed. This article discusses the methodology of experimental research of the process of mixing feed in a centrifugal mixer, created and patented in the Engineering Center of the Krasnoyarsk State Agrarian University.

Keywords: mixer, centrifugal force, spiral, grain, torus-shaped swirl, turbulence, feed components

Целью исследования является повышение эффективности смешивания кормов для сельскохозяйственных животных, путем оптимизации конструктивных и кинематических параметров смесителя центробежного действия, разработанного на базе «Инжинирингового центра» Красноярского ГАУ [2,3].

Задачи исследования.

1. Подготовка необходимого оборудования для проведения эксперимента.
2. Исследование кинематических и конструктивных параметров экспериментальной установки.
3. Определение энергетических показателей экспериментальной установки.
4. Определение качественных показателей смешивания кормов в зависимости от конструктивно-режимных параметров смесителя.

Для получения наиболее адекватных результатов качества смешивания следует выбирать наиболее различные по размерам частиц сухие компоненты. В данных экспериментах будет использоваться пшеница и пшенная крупа, однако на данной установке проводились эксперименты по смешиванию и других сухих компонентов [1,4,8,9].

На базе «Инжинирингового центра» Красноярского ГАУ была разработана и изготовлена лабораторная установка, схема которой представлена на рисунке 1 [6].

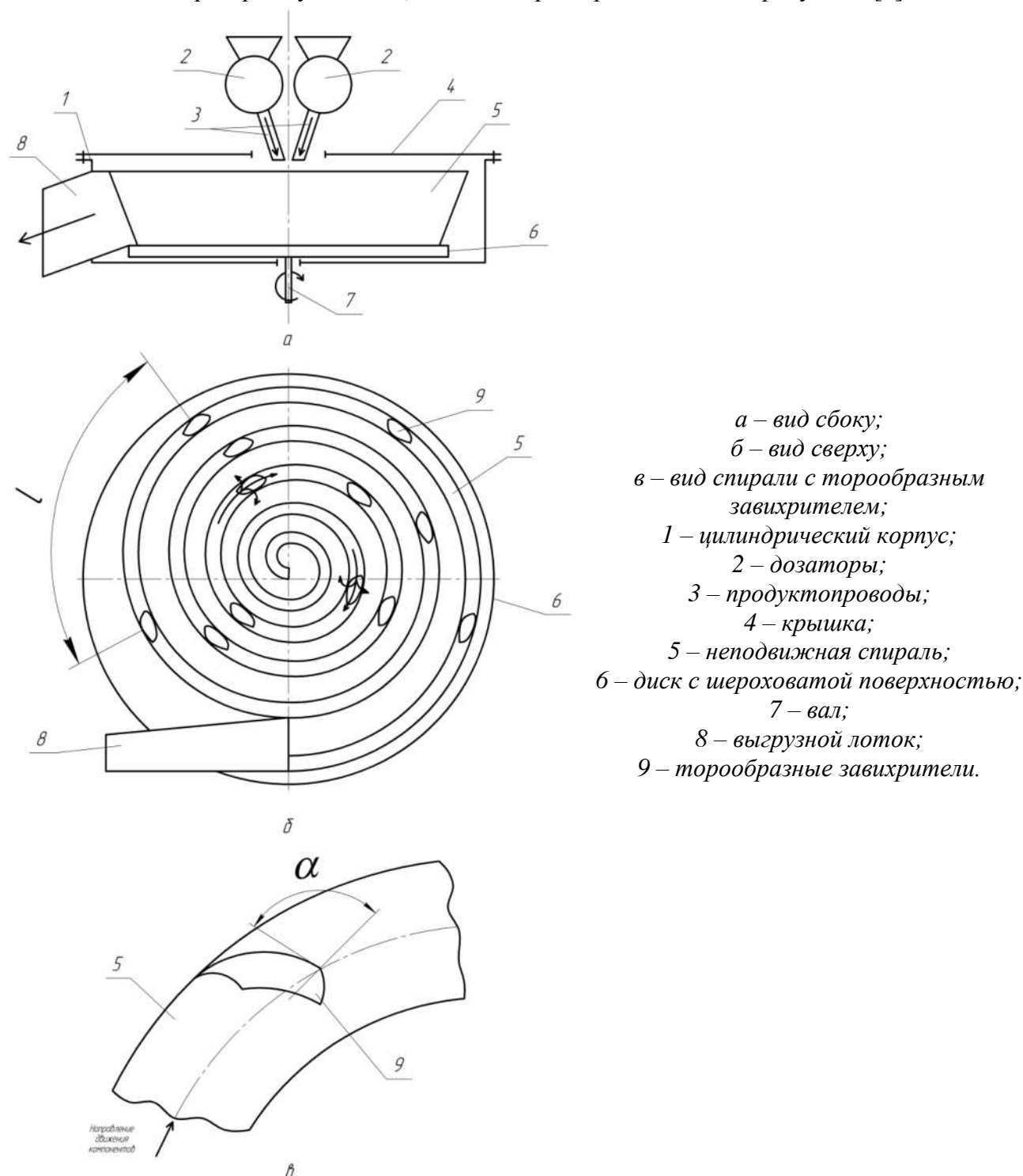


Рисунок 1 – Смеситель сыпучих компонентов центробежного действия

Загрузка сыпучих компонентов осуществляется при помощи дозаторов 2 и продуктопроводов 3, через отверстие в центре крышки 4 цилиндрического корпуса 1. Далее материал попадает в центр неподвижно закрепленной спирали 5 на вращающийся стол с шероховатой поверхностью 6, установленный на валу 7. На спирали установлены

завихрители торообразной формы 9, разделяющие поток на три направления: часть упирается в завихритель и сталкивается с надвигающимся потоком, часть переваливается на следующий внешний виток спирали, часть проходит через завихритель дальше по поверхности спирали. Выгрузка готовой кормовой смеси осуществляется через выгрузной лоток 8.

Изменяемыми параметрами работы в данном эксперименте являются угол α и шаг l установки торообразных завихрителей и частота вращения стола с шероховатой поверхностью ω [7]. Главными показателями качества работы любых смесителей являются однородность получаемой смеси и энергозатраты E [2,3].

Для измерения частота вращения стола ω будет использоваться преобразователь частоты электрического тока FR-E540-0,4K-7,5K(ЕС), замеры частоты вращения будут осуществляться при помощи электронного тахометра. Расход электроэнергии контролироваться при помощи измерительного комплекта К-50.

Вывод: следуя данной методике экспериментальных исследований процесса смешивания кормов на лабораторной установке смесителя центробежного действия можно определить наиболее оптимальные конструктивно-режимные параметры [5].

Список литературы

1. Гарабажиц А.А. Разработка новой энергосберегающей конструкции роторно-центробежного смесителя для перемешивания сухих сыпучих материалов / А.А. Гарабажиц // Вестник Полоцкого государственного университета. 2010. №8. – С.60-71.
2. Дегтярев Г.П. Технологии и средства механизации животноводства / Г.П. Дегтярев –Столичная ярмарка. 2010. - 384с.
3. Кирсанов В.В. Механизация и технология животноводства/В.В. Кирсанов, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич [и др.]. – Москва. ИНФРА – М. - 2013. – 585с.
4. Матюшев В.В. Совершенствование конструкции смесителя сыпучих компонентов центробежного действия. /В.В. Матюшев, А.В. Семенов, И.А. Чаплыгина // Известия Оренбургского ГАУ. 2020. №2 (82). –С.136-140.
5. Матюшев В.В. Исследование режимов работы центробежного смесителя сыпучих компонентов /В.В. Матюшев, А.В. Семенов, И.А. Чаплыгина // Вестник Омского ГАУ. 2021. №4 (44). – С.206-214.
6. Патент №189127 U1 Российская Федерация, МПК В01F 7/26 (2006.01). Смеситель сыпучих компонентов центробежного действия: №20181344845 заяв. 01.10.2018: опубл. 13.05.2019 / А.В. Семенов, И.А. Чаплыгина, В.В. Матюшев, А.Н. Бочкарев, Ю.С. Черепанов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет».
7. Семенов А.В. Оптимизация конструктивно-режимных параметров центробежного смесителя сухих сыпучих компонентов / А.В. Семенов, В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина, Д.В. Карабухин // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2025. №3(80). – С. 129-137.
8. Чаплыгина И.А. Перспективные технологии и оборудование производства высокоэнергетических экструдированных кормов / И.А. Чаплыгина, В.В. Матюшев, А.В. Семенов [и др.] // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. заоч. науч. конф. (15 октября 2016г., Красноярск) – Красноярск, 2016. – С.54-56.
9. Чаплыгина И.А. Совершенствование технологического оборудования в линии производства экструдированных кормов из поликомпонентных смесей на основе зерна / И.А. Чаплыгина, В.В. Матюшев, А.В. Семенов [и др.]// Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. заоч. науч. конф. (15 октября 2018г., Красноярск) – Красноярск, 2018. – с. 191-194. <http://www.kgau.ru/new/all/konferenc/2018/f3.pdf>

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Ковалевская Маргарита Юрьевна, студент

Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь

e-mail: margosha.bar2005@gmail.com

Научный руководитель: Клинцева Валентина Федоровна, старший преподаватель

Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь

e-mail: valentina.fedorovna1979@mail.ru

Аннотация. Цифровая трансформация энергетической отрасли Республики Беларусь представляет собой сложный многогранный процесс, оказывающий существенное влияние на все аспекты функционирования и развития энергетического комплекса страны. Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что цифровизация становится ключевым фактором повышения эффективности, надежности и устойчивости белорусской энергосистемы, особенно в условиях интеграции БелАЭС и возрастающих требований к оперативности управления и качества энергоснабжения.

Ключевые слова: цифровизация, энергетика, интеллектуальная энергетическая система, искусственный интеллект, блокчейн-технологий

IMPACT OF DIGITALIZATION ON THE DEVELOPMENT OF THE ENERGY SECTOR OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Kovalevskaya Margarita Yuryevna, Student

Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus

e-mail: margosha.bar2005@gmail.com

Scientific supervisor: Klintzova Valentina Fedorovna, Senior Lecturer

Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus

e-mail: valentina.fedorovna1979@mail.ru

Abstract. The digital transformation of the energy industry in the Republic of Belarus is a complex multidimensional process that significantly impacts all aspects of the functioning and development of the country's energy sector. The conducted analysis allows us to conclude that digitalization is becoming a key factor in increasing the efficiency, reliability, and sustainability of the Belarusian energy system, especially amid the integration of BelAES and the growing demands for operational management and energy supply quality.

Keywords: digitalization, energy sector, intelligent energy system, artificial intelligence, blockchain technologies

В условиях Республики Беларусь, обладающей ограниченными собственными запасами топливно-энергетических ресурсов, вопросы их рационального и эффективного использования приобретают особую значимость. Одним из ключевых направлений в управлении энергопотреблением стала цифровизация, которая проникает во все сферы жизни, включая энергетику, предлагая инновационные решения. Цифровая трансформация энергетического сектора и внедрение современных технологий являются приоритетными задачами развития, способствующими повышению экономической эффективности отрасли.

Процесс цифровой трансформации энергетического комплекса Республики Беларусь носит системный и целенаправленный характер, что нашло отражение в разработке специализированной дорожной карты цифровизации и включении соответствующих мероприятий в отраслевую стратегию развития до 2025 года.

Цель цифровой трансформации – модернизация инфраструктуры с использованием передовых цифровых платформ и технологий, что позволит повысить эффективность, безопасность и устойчивость работы энергетической системы. [1]

Энергетическая отрасль представляет собой критически важный компонент национальной экономики любой страны, а ее эффективное функционирование определяет устойчивость развития всех сопряженных отраслей промышленности и социальной сферы. В современных условиях глобальных технологических изменений цифровизация становится ключевым фактором трансформации глобальных энергетических систем. Для Республики Беларусь, осуществляющей модернизацию энергетического комплекса с учетом ввода БелАЭС, процессы цифровой трансформации приобретают особую актуальность, поскольку позволяют повысить надежность, эффективность и безопасность энергоснабжения национальной экономики и населения.

Одним из наиболее значимых направлений цифровизации стало создание интеллектуальных энергетических систем, которые позволяют радикально изменить принципы управления энергопотреблением и функционирования сетевого хозяйства. Внедрение энергетических систем обеспечивает оперативную обработку данных о состоянии энергосистемы, что значительно повышает эффективность мониторинга электрических сетей и позволяет максимально быстро устранять возникающие нарушения. Это особенно актуально в условиях возрастающей сложности энергосистемы после ввода в эксплуатацию БелАЭС, требующей особых подходов к балансировке выработки и потребления электроэнергии. [1]

Одним из наиболее значимых аспектов цифровой трансформации является развитие цифровых подстанций, которые кардинально отличаются от традиционных использованием цифровых систем связи между устройствами релейной защиты и автоматики, интеллектуальными электронными устройствами и системами мониторинга в реальном времени.

Важным практическим достижением стало создание первой цифровой подстанции в Могилеве, которая представляет собой пример успешной реализации передовых технологий в энергетической инфраструктуре Беларуси. Цифровая подстанция характеризуется автоматизацией процессов управления, контроля и защиты оборудования, что значительно повышает надежность и безаварийность ее работы. Использование цифровых систем сбора и обработки информации позволяет в режиме реального времени анализировать состояние основного оборудования, прогнозировать его остаточный ресурс и планировать ремонтные работы, минимизируя риск внезапных отказов и сокращая эксплуатационные расходы.

Особое внимание заслуживают проекты белорусских молодых специалистов в области цифровой трансформации энергетики, из Гомельэнерго и Брестэнерго которые предложили инновационные решения, интегрирующие такие передовые технологии, как искусственный интеллект (ИИ) и беспилотные летательные аппараты для мониторинга энергетической инфраструктуры. Эти разработки направлены на создание основ для формирования единого энергетического пространства стран СНГ и повышение энергетической безопасности региона.

Перспективным направлением является внедрение технологий водородной энергетики с использованием электролизеров, которые позволяют преобразовывать избыточную электроэнергию, вырабатываемую в периоды низкого потребления, в водород для последующего хранения, транспортировки и использования в промышленности. Этот подход был представлен молодыми специалистами из Брестэнерго и позволяет решить проблему хранения избыточной энергии, а также продлить срок службы существующей трубопроводной инфраструктуры.

Данная технология особенно актуальна в контексте интеграции БелАЭС в энергосистему страны, поскольку атомные электростанции работают в базовом режиме и не могут оперативно изменять свою мощность в соответствии с колебаниями потребления.

Важным технологическим направлением является внедрение высоковольтных линий постоянного тока, которые позволяют передавать электроэнергию на большие расстояния с минимальными потерями. В сочетании с цифровыми платформами, использующими искусственный интеллект, эта технология создает основу для формирования интегрированной энергетической системы, способной обеспечить надежное и экономически эффективное энергоснабжение потребителей.

Значительный потенциал имеет развитие блокчейн-технологий в энергетическом секторе, особенно для организации систем учета и расчетов за энергоресурсы. Создание на основе блокчейн децентрализованных систем энергетических транзакций позволяет обеспечить прозрачность и безопасность расчетов, а также открывает возможности для развития энергетики, когда потребители одновременно становятся производителями энергии (потребители) и могут продавать ее излишки другим участникам рынка. Это направление особенно актуально в контексте развития возобновляемой энергетики и распределенной генерации. [2]

Перспективы развития цифровой трансформации энергетики Беларуси связаны с дальнейшей реализацией стратегических направлений, определенных в дорожной карте цифровизации электроэнергетического комплекса до 2025 года. Согласно исследованиям, ключевыми векторами развития являются совершенствование интеллектуальных сетей, создание цифровой экономики и развитие умных городов. Эти направления тесно взаимосвязаны и создают синергетический эффект, способствующий повышению конкурентоспособности национальной экономики в целом.

Важным направлением дальнейшего развития является международное сотрудничество и государственная поддержка цифровых технологий в энергетическом секторе, формирования единого энергетического пространства стран СНГ и развития взаимовыгодного сотрудничества в области внедрения передовых цифровых технологий.

Список литературы

1. Цифровизация электроэнергетической системы Республики Беларусь с учетом ввода БелАЭС [Электронный ресурс]: отчет о НИР (заключительный): № ГР 20200663 / Белорусский национальный технический университет; рук. Т. Ф. Манцера; исполн.: М. И. Русецкая, А. Д. Полюхович. – Минск, 2020.
2. Мишкова, М. П. Цифровые технологии в энергетике Беларуси Цифровые технологии в энергетическом секторе Беларуси / М. П. Мишкова // Современные тенденции в развитии экономики энергетики : сборник материалов V Международной научно-практической конференции, 29 ноября 2024 г. / Белорусский национальный технический университет. – Минск: БНТУ, 2024. – С. 81-83.
3. Прусов, С. Г. Методические подходы к совершенствованию оценки эффективности цифровой трансформации энергетики Республики Беларусь / С. Г. Прусов, Т. Г. Зорина // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2022. – № 2 (128). – С. 176–181.

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Кузнецов Максим Александрович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: kuznetsov4x1m@yandex.ru

Феактистов Юрий Александрович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

ufeaktistov@yandex.ru

Голубцов Павел Александрович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: nosk11l@inbox.ru

Научный руководитель: Кузнецов Александр Вадимович, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

kuznetsov1223@yandex.ru

Аннотация. Исследуемые климатические системы в кабинах операторов мобильных сельхозмашин, гарантирующие комфорт и защиту от жары и холода. Раскрыты механизмы отопления и кондиционирования. Обозначены проблемы эксплуатации: блокировка компрессора, потери хладагента, отсутствие предохранения от перегрева и влаги. Предложено решение, связанное с дополнительным контролем температуры и давления для повышения надежности системы.

Ключевые слова: климатические системы, отопление, кондиционирование, датчики, диагностика, надежность

PROBLEMS OF OPERATION OF MOBILE AGRICULTURAL EQUIPMENT CLIMATE SYSTEMS

Kuznetsov Maxim Aleksandrovich, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: kuznetsov4x1m@yandex.ru

Feakistov Yuri Alexandrovich, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

ufeaktistov@yandex.ru

Golubtsov Pavel Alexandrovich, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: nosk11l@inbox.ru

Scientific supervisor: Kuznetsov Alexander Vadimovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

Abstract. The article explores the climate systems in the cabins of mobile agricultural machinery operators, which ensure comfort and protection from heat and cold. The mechanisms of heating and air conditioning are described. The article highlights the challenges of operation, such as compressor lock-up, refrigerant loss, and lack of protection against overheating and moisture. The article proposes a solution involving additional temperature and pressure monitoring to enhance the reliability of the system.

Keywords: climate systems, heating, air conditioning, sensors, diagnostics, and reliability

Современные технологии не обходят стороной сельскохозяйственное машиностроение. Мобильные энергетические средства год от года становятся сложнее,

производительней, эффективней и функциональнее. Модернизация машин с одной стороны упрощает работу оператора, а с другой стороны требует большей концентрации при выполнении технологических операций, будь то вспашка, посев, операции по химической защите или уборке.

Работоспособность человека, управляющего машиной, значительно зависит от окружающих условия. Производители мобильных сельскохозяйственных агрегатов стремятся защитить операторов от воздействия негативных внешних факторов, таких как: токсичные и раздражающие химические вещества, повышенные шум и вибрация, а также повышенная или пониженная температура и влажность в кабине. Создание комфортных условий для работы оператора, позволяет ему меньше отвлекаться, уменьшить количество ошибочных действий и эффективней выполнять свою работу.

Для поддержания внутреннего микроклимата в кабине оператора используется климатическая система, которая состоит из двух подсистем – отопления и кондиционирования. Система отопления основана на циркуляции охлаждающей жидкости. Система кондиционирования основана на принципе изменения агрегатного состояния вещества (хладагента). При переходе из жидкого состояния в газообразное жидкость поглощает тепло, а при обратном преобразовании - отдает. Эти подсистемы объединены общим испарительно-отопительным блоком, в который одновременно поступает охлажденный хладагент и нагретая охлаждающая жидкость двигателя.

Современные автоматизированные климатические системы достаточно сложные, и постоянно модернизируются и совершенствуются. При ее эксплуатации возникают проблемы, связанные с производительностью, эффективностью и долговечностью работы системы.

Изучение и решение проблем, связанных с обеспечением здоровых и безопасных условий, в которых трудится человека – одна из наиболее важных задач при разработке новых и модернизации существующих машин.

Для снижения потребления энергии применяются компрессоры с переменной производительностью, терморегулирующие вентили, а также электронная система контроля и управления. В процессе эксплуатации, например на зерноуборочных комбайнах, в связи с тем, что, они эксплуатируются сезонно, при первом запуске системы часто происходит заклинивание компрессора. Для борьбы с этой проблемой у некоторых производителей применяется такое решение – при каждом пуске двигателя, в момент подачи напряжения на стартер запитывается муфта компрессора, и он проворачивается на минимальных оборотах, тем самым бережно смазываются внутренние детали компрессора. Так же надо сказать, система требовательна к герметичности подсистемы кондиционирования, в частности качества соединений фитингов и хладопроводов. Современные производители допускают утечки до 15% в год и оператору, не имея специальных знаний и оборудования невозможно оценить количество хладагента в системе.

Такие системы защищены, как правило, только датчиком давления в системе кондиционирования. Датчик двойного действия, он отключает муфту компрессора при падении давления в системе ниже 0,2-0,3 МПа и превышении 3-3 МПа.

Для обслуживания климатических систем мобильных машин необходимо обладать специальными навыками и компетенциям. На практике, при эксплуатации в теплое время года, даже при остаточном количестве хладагента в системе, 50% и менее, давление в системе будет достаточным для включения кондиционера (рис 1). При этом недостаточное количество хладагента и масла (оно выходит вместе с хладагентом) в системе приводит к перегреву компрессора и как следствие выходу его из строя. Так же нет защиты по состоянию конденсатора и заклиниванию TRV. Нету защиты и по наличию влаги в хладагенте. Вода наносит наибольший вред работе системы, для удаления влаги в системе есть фильтр ресивер-осушитель который наполнен силикогелевым наполнителем, но при заполнении влагой он перестает выполнять свою функцию.

Конструктивно стенд представляет собой металлическую раму из профильной трубы, на которой установлен каркас из металла с встроенной лицевой панелью, выполненной из анодированного алюминия. В основании рамы располагается радиатор системы кондиционирования с принудительным охлаждением, а также компрессор, приводимый в действие электродвигателем переменного тока, управляемым частотным преобразователем. На лицевой панели установлены оригинальные блоки управления климатом от трактора, датчики температуры и давления, дефлекторы, термостат и система трубопроводов. Питание стенда осуществляется от сети 380 вольт из-за достаточно большой потребляемой мощности компрессором, без использования автономных источников тока внутри стенда. Блок управления питанием обеспечивает защиту от перегрузок, перенапряжений и предотвращает поражение электрическим током. Предусмотрена установка датчиков температуры корпуса компрессора и температуры до и после испарителя, а также датчиков давления в линии нагнетания и всасывания.

Для решения выявленных проблем разработан и изготовлен стенд для проведения исследовательских испытаний мобильной климатической установки позволяющий отработать режимы и алгоритм работы системы защиты компрессора с выводом информации оператору.

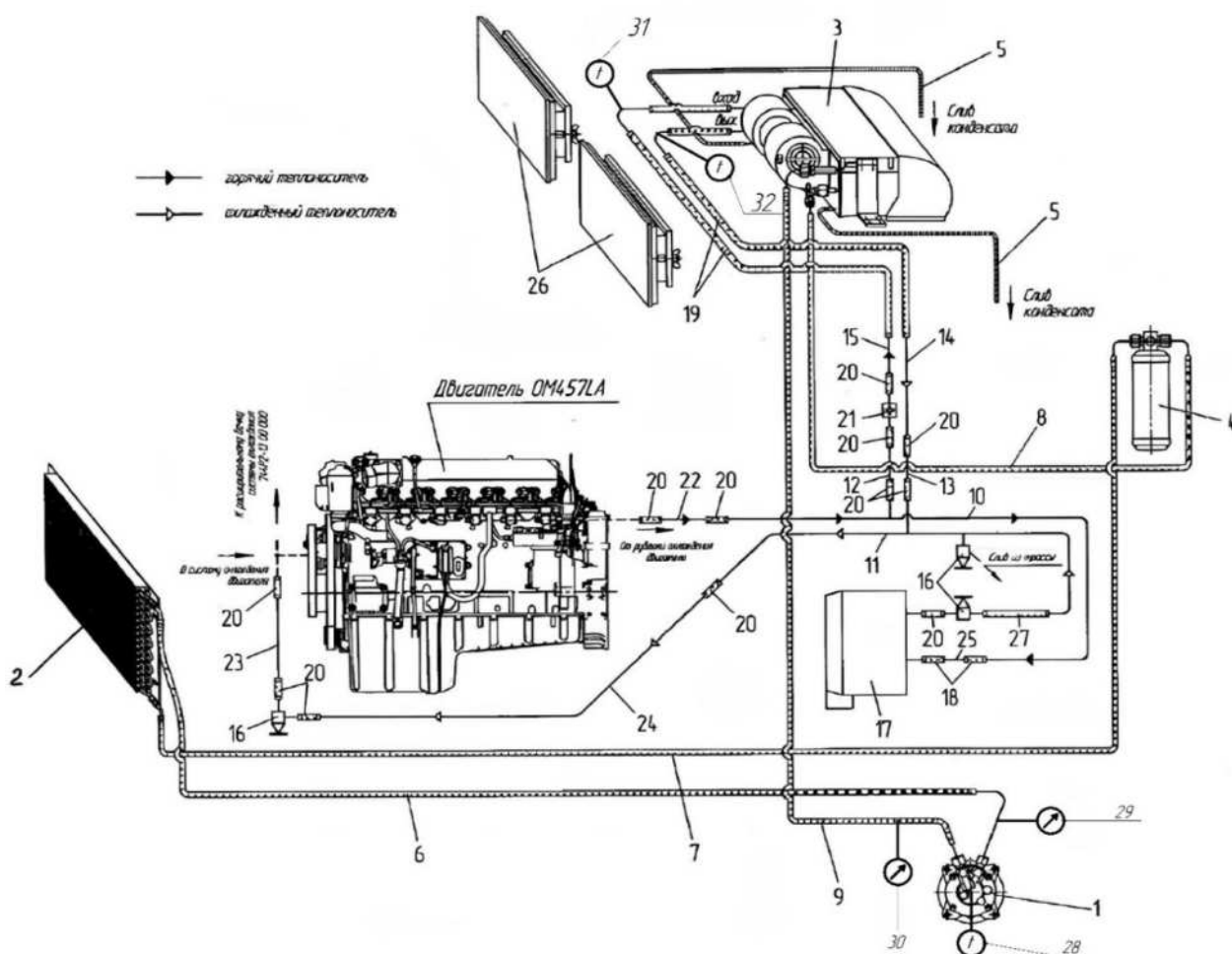


Рисунок 1 – Схема мобильной климатической системы:

1 – компрессор; 2 – конденсатор; 3 – испаритель; 4 – ресивер; 5 – трубка слива конденсата; 6, 9 – хладонпровод; 16 – кран; 17 – отопитель; 18 – рукав; 21 – кран включения обогрева; 26 – фильтр; 10, 27 – трубки; 28 – датчик температуры компрессора; 29 – датчик температуры всасывания; 30 – датчик температуры нагнетания; 31, 32 – датчики давления

Список литературы

1. Голубцов, П. А. Стенд для изучения работы климатической установки тракторов и автомобилей / П. А. Голубцов, Б. А. Шмаков // Студенческая наука - взгляд в будущее : Материалы XX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 25–27 февраля 2025 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2025. – С. 51-54.

2. Система управления положением рабочих органов многофункционального почвообрабатывающего орудия для сплошной обработки почвы / А. В. Кузнецов, Н. В. Кузьмин, Ю. Ф. Кайзер, В. А. Будьков // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России : Материалы V Международной научной конференции, Красноярск, 21 ноября 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2025. – С. 65-69.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД КАК УДОБРЕНИЯ

Любин Данила Юрьевич, студент

Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия
e-mail: danilld12175@gmail.com

Научный руководитель: Бельц Алексей Федорович, кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, Краснодар

Аннотация. Современное сельское хозяйство сталкивается с двумя ключевыми вызовами: дефицитом органических удобрений и необходимостью утилизации растущих объемов осадков сточных вод (ОСВ). Ежегодно в мире образуется более 100 млн тон ОСВ, большая часть которых ранее считалась отходами, требующими дорогостоящего захоронения или сжигания. Между тем, ОСВ содержит ценные компоненты – органическое вещество, азот, фосфор, калий и микроэлементы, что делает его потенциально эффективным удобрением. В условиях истощения почв и роста цен на минеральные удобрения использование ОСВ может стать экономически выгодной и экологически обоснованной альтернативой.

Ключевые слова: осадок сточных вод, удобрение, органическое земледелие, тяжелые металлы, компостирование, агроэкология, устойчивое сельское хозяйство

THE USE OF SEWAGE SLUDGE AS FERTILIZER

Lyubin Danila Yurievich, Student

Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia
e-mail: danilld12175@gmail.com

Scientific supervisor: Belts Alexey Fedorovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Abstract. Modern agriculture is facing two key challenges: a shortage of organic fertilizers and the need to utilize the growing amounts of sewage sludge. More than 100 million tons of solid waste are generated annually in the world, most of which were previously considered waste requiring expensive burial or incineration. Meanwhile, sludge contains valuable components – organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium and trace elements, which makes it a potentially effective fertilizer. In conditions of soil depletion and rising prices for mineral fertilizers, the use of organic fertilizers can become an economically profitable and environmentally sound alternative.

Keywords: sewage sludge, fertilizer, organic farming, heavy metals, composting, agroecology, sustainable agriculture

Рассмотрим подробнее состав ОСВ и его сравнительные преимущества перед традиционными удобрениями.

ОСВ (осадок сточных вод) – это ресурс вторичного назначения, образующийся при очистке бытовых и промышленных сточных вод, который состоит из различных органических и неорганических компонентов и в целом подходит для использования в качестве удобрения. Как это выглядит на практике, и как отличается от традиционных удобрений, разберем по пунктам [1,2].

Таблица 1 – Средний химический состав ОСВ (в % на сухое вещество)

Компонент	Содержание, %	Роль в почве и растениях
Азот (N)	1,5-4	Основной элемент для роста растений, участвует в синтезе белков и хлорофилла.
Фосфор (P ₂ O ₅)	1-3	Необходим для развития

		корневой системы и цветения.
Калий (K)	0,3-0,8	Улучшает устойчивость растений к засухе и болезням.
Органическое вещество	40-60	Повышает плодородие почвы, улучшает ее структуру и водоудерживающую способность.
Кальций (Ca)	2-5	Нейтрализует кислотность почвы, укрепляет клеточные стенки растений.
Магний (Mg)	0,3-0,8	Важен для фотосинтеза, входит в состав хлорофилла.
Микроэлементы (Zn, Cu, Fe, Mn)	следы	Необходимы для ферментативных процессов и обмена веществ в растениях.

Преимущества ОСВ перед традиционными удобрениями:

Один из самых больших плюсов использования ОСВ – это разнообразие компонентов.

В состав обогащен и макро - N, P, K, и микроэлементы - все, что надо для роста растений. Но они не солгут быть в живых удобрениях, и только в органике. Благодаря этому обогащению можно делать удобрений комплексными и полезными для растений [10].

Второй плюс ОСВ – это их длительное действие. Они медленно разлагаются и постепенно выделяют питательные вещества, обеспечивая растения все, что им нужно в течение 2-4 лет, в то время как минеральные удобрения дадут результат только на один сезон [7,8].

Третий плюс – это их способность преобразовать почву. Обогащая почву ОСВ, вы увеличиваете ее влагоемкость, продлеваете сроки полезного использования, улучшаете воздухообмен, что актуально для легких, песчаных почв и супесчаных [5,6].

Четвертый плюс – это их цена, которая сравнивается с ценой минеральных удобрений. Разумеется, использование ОСВ будет дешевле. По некоторым подсчетам разница достигает в 5 раз, а иногда и в 10. Затратами сравниться они могут только лишь на один сезон [4].

И последний плюс состоит в том, что использование ОСВ экологически чисто. Не используя химическое производство удобрений, мы экономим энергию, снижаем образование отходов и таким образом спасаем нашу землю.

Теперь рассмотрим ограничения и риски использования ОСВ:

Несмотря на преимущества, применение ОСВ требует осторожности из-за следующих факторов:

1. Содержание тяжелых металлов (Cd, Pb, Hg, Zn), которые могут накапливаться в почве и растениях.
2. Наличие патогенных микроорганизмов (сальмонелла, яйца гельминтов), требующих обязательного обеззараживания.
3. Нестабильный состав, зависящий от источника сточных вод (бытовые, промышленные).
4. Возможное закисление почвы при неправильном внесении.

Далее мы рассмотрим экологические риски использования ОСВ и меры безопасности

Использование осадка сточных вод (ОСВ) как удобрения сопряжено с экологическими рисками, которые необходимо учитывать для предотвращения загрязнения почв, водных ресурсов и сельскохозяйственной продукции. Основные угрозы связаны с тяжелыми металлами, патогенными микроорганизмами, органическими загрязнителями и избыточным содержанием азота.

Рассмотрим эти риски и меры по их минимизации.

Основные экологические риски:

1. Тяжелые металлы

ОСВ может содержать кадмий (Cd), свинец (Pb), ртуть (Hg), цинк (Zn), медь (Cu), никель (Ni), которые накапливаются в почве и растениях, представляя опасность для здоровья человека и животных [1,2].

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в ОСВ и их предельно допустимые концентрации (ПДК)

Металл	Содержание в ОСВ (мг/кг)	ПДК в почве (Россия, мг/кг)	ПДК в почве (ЕС, мг/кг)	Опасность для растений и человека
Кадмий (Cd)	1,2–5,0	1,0	1,5	Токсичен для почек, накапливается в зерне.
Свинец (Pb)	30–120	32,0	50,0	Нарушает развитие корневой системы, нейротоксичен.
Ртуть (Hg)	0,5–2,0	2,1	1,5	Высокотоксична, накапливается в рыбе и растениях.
Цинк (Zn)	500–1500	220	300	Избыток вызывает хлороз листьев.
Медь (Cu)	100–600	55	140	Токсична для микроорганизмов почвы.

Последствия:

1. Накопление в почве приводит к ухудшению ее плодородия.
2. Попадание в пищевую цепь может вызвать хронические отравления у людей и животных.

2. Патогенные микроорганизмы

ОСВ может содержать бактерии (сальмонелла, кишечная палочка), вирусы (энтеровирусы) и яйца гельминтов, которые представляют опасность для здоровья человека [1,2].

Таблица 3 – Патогены в ОСВ и методы их обеззараживания

Патоген	Риск для здоровья	Методы обеззараживания
Сальмонелла	Пищевые отравления, тиф.	Термическая обработка (60°C, 30 мин), компостирование.
Кишечная палочка	Диарея, инфекции мочевыводящих путей.	Анаэробное сбраживание, известкование.
Яйца гельминтов	Гельминтозы (аскаридоз, энтеробиоз).	Длительное компостирование (6–12 месяцев).
Энтеровирусы	Респираторные и кишечные инфекции.	УФ-облучение, хлорирование.

Последствия:

1. Загрязнение сельскохозяйственной продукции может привести к вспышкам инфекционных заболеваний.
2. Риск для работников, занимающихся внесением ОСВ.
3. Органические загрязнители

В ОСВ могут содержаться полиароматические углеводороды (ПАУ), диоксины, фармацевтические препараты и поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые трудно разлагаются и накапливаются в окружающей среде [1,2].

Таблица 4 – Органические загрязнители в ОСВ и их опасность

Загрязнитель	Источник	Опасность
ПАУ	Промышленные стоки, сгорание топлива.	Канцерогенное действие, мутагенность.
Диоксины	Химическая промышленность.	Высокотоксичны, накапливаются в жировой ткани.

Фармацевтические препараты	Бытовой сток.	Устойчивость бактерий к антибиотикам.
ПАВ	Моющие средства.	Токсичны для водных организмов.

Последствия:

1. Загрязнение грунтовых вод и почвы.
2. Нарушение экосистем и снижение биоразнообразия.
4. Избыток фосфора

Неконтролируемое внесение ОСВ может привести к перенасыщению почвы азотом и фосфором, что вызывает:

1. Закисление почвы (снижение pH).
2. Эвтрофикацию водоемов (цветение воды, гибель рыбы).
3. Нарушение баланса микроэлементов в растениях.

Меры безопасности при использовании ОСВ:

1) Организационные меры:

Классификация отходов: Разделяется ОСВ по классам опасности (I-V) согласно Федеральному классификационному каталогу. Это определяет правила хранения, транспортировки и утилизации.

Документация:

1. Паспорт отходов (с указанием состава, класса опасности, кода по ФККО).
2. Лимиты на размещение отходов (при превышении - согласование с Росприроднадзором).

3. Договоры с лицензированными операторами по вывозу/утилизации.

4. Обучение персонала: Регулярные инструктажи по обращению с ОСВ, включая действия при авариях (проливы, утечки).

2) Хранение и накопление

Требования к площадкам:

1. Герметичные контейнеры (для жидких/опасных отходов - с поддонами).
2. Защита от атмосферных осадков, ветра, доступа посторонних.
3. Маркировка емкостей (название отхода, класс опасности, дата накопления).

Сроки хранения:

1. Не более 11 месяцев (для III-V классов) и 6 месяцев (для I-II классов) без лицензии на размещение.

2. Для длительного хранения - специальные полигоны/комплексы (с разрешительной документацией).

3) Транспортировка

Транспорт: Используйте специализированные машины (цистерны для жидких, контейнеровозы для твердых отходов) с маркировкой "Опасный груз".

Сопроводительные документы:

1. Транспортная накладная (с указанием маршрута, веса, класса опасности).
2. Маршрутный лист (для отходов I-II классов - согласование с МВД).

Правила:

1. Запрет смешивания отходов разных классов.
2. Обязательное наличие средств пожаротушения и нейтрализации (например, песок для жидких отходов).

4) Утилизация и обезвреживание

Методы:

1. I-II классы: Термическое обезвреживание (печи, плазменные установки), захоронение на полигонах 1-2 категорий.

2. III-V классы: Переработка (рециклинг), компостирование, захоронение на полигонах 3-4 категорий.

Контроль:

1. Акт приема-передачи отходов оператору с указанием метода утилизации.

2. Отчетность в Росприроднадзор (форма 2-ТП "Отходы").

5) Экологический и санитарный контроль

Мониторинг:

1. Регулярный анализ воздуха, почвы, воды на границе санитарно-защитной зоны (для полигонов - не реже 1 раза в квартал).

2. Лабораторный контроль состава отходов перед утилизацией.

Чрезвычайные ситуации:

1. План локализации аварий (например, нейтрализация проливов щелочью/кислотой).

2. Оперативное информирование Росприроднадзора и МЧС при инцидентах.

6) Юридическая ответственность

Штрафы (по ст. 8.2 КоАП РФ):

1. Несоблюдение правил хранения/транспортировки: до 250 тыс. руб. для юрлиц.

2. Незаконное захоронение: до 2 млн руб. или приостановка деятельности на 90 суток.

3. Уголовная ответственность (ст. 247 УК РФ): за загрязнение окружающей среды - до 5 лет лишения свободы.

Заключение. Использование осадков сточных вод (ОСВ) в качестве удобрения представляет собой перспективное направление в современном сельском хозяйстве, сочетающее экономическую выгоду и экологическую устойчивость. Однако его применение требует взвешенного подхода, учитывающего как преимущества, так и потенциальные риски.

ОСВ содержит ценные питательные вещества - азот, фосфор, калий и органическое вещество, что делает его эффективной альтернативой традиционным минеральным и органическим удобрениям. При этом правильная обработка (компостирование, термическая сушка, анаэробное сбраживание) позволяет значительно снизить содержание патогенных микроорганизмов и тяжелых металлов, делая ОСВ безопасным для почвы и растений.

Тем не менее, неконтролируемое использование ОСВ может привести к накоплению токсичных веществ в почве, загрязнению водоемов и ухудшению качества сельскохозяйственной продукции. Поэтому ключевыми условиями безопасного применения являются:

Строгое соблюдение технологий обработки (компостирование, обеззараживание, контроль качества).

Регулярный мониторинг почвы и растений на содержание тяжелых металлов и патогенов.

Соблюдение нормативов внесения (не более 5-10 т/га, с учетом типа почвы и культуры).

Использование альтернативных методов (смешивание с навозом, цеолитами, фиторемедиация).

Таким образом, ОСВ как удобрение имеет большой потенциал, но его реализация возможна только при комплексном подходе, сочетающем научные разработки, нормативное регулирование и практические меры безопасности. Это позволит максимизировать пользу для сельского хозяйства и минимизировать риски для окружающей среды и здоровья человека.

Список литературы

1. СанПиН 2.1.7.573-96 Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения: утв. Постановлением Госсанэпиднадзора России от 31.10.1996 № 42. – Введ. 1997-01-01. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 24 с.

2. ГОСТ Р 54595-2011 Осадки сточных вод. Общие требования к использованию: утв. и введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 12 с.

3. Приказ Минприроды России от 25.02.2014 № 500 Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления: зарегистрировано в Минюсте России 05.06.2014 № 32533. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Директива Совета ЕС 86/278/ЕЕС О защите окружающей среды, в частности почвы, при использовании осадков сточных вод в сельском хозяйстве: офиц. текст. – Брюссель: Европейская комиссия, 1986. – 12 с. – URL: <https://eur-lex.europa.eu>
5. Белов, А. П. Влияние осадков сточных вод на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур / А. П. Белов // Почвоведение. – 2022. – № 3. – С. 25–34. – DOI: 10.31857/S0032180X22030035.
6. Дмитриева, Е. А. Опыт использования осадков сточных вод в странах ЕС и возможности его применения в России / Е. А. Дмитриева // Аграрная наука. – 2021. – № 11. – С. 56–63. – DOI: 10.32634/0869-8155-2021-348-11-56-63.
7. Анализ и синтез процессов природообустройства и водопользования: методические указания / Н. В. Островский, Е. В. Дегтярева, А. С. Шишкин. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2020. – 84 с.
8. Голубев, А. И. Современные методы обеззараживания осадков сточных вод / А. И. Голубев // Водоснабжение и сан. техника. – 2023. – № 2. – С. 18–25
9. Устойчивое сельское хозяйство и использование вторичных ресурсов: монография / О. О. Лемешев. – Москва: ДеЛи плюс, 2020. – 240 с. – ISBN 978-5-907172-45-1.
10. Современные технологии переработки и утилизации осадков сточных вод: учеб. пособие / под ред. С. В. Яковлева. – Москва: АСВ, 2016. – 320 с. – ISBN 978-5-93093-987-2.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Любин Данила Юрьевич, студент

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

e-mail: danil12175@gmail.com

Научный руководитель: Орехова Валентина Ивановна, старший преподаватель

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

e-mail: orekhova_v_i@mail.ru

Аннотация: санитарно-технические системы – это неотъемлемая часть современной инфраструктуры, обеспечивающая комфорт, гигиену и безопасность в жилых, общественных и промышленных зданиях. К ним относятся системы водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Без этих систем невозможно представить современную жизнь: они поддерживают санитарные нормы, предотвращают распространение инфекций, регулируют микроклимат в помещениях и обеспечивают доступ к жизненно важным ресурсам – воде и теплу. Однако, несмотря на очевидные преимущества, эксплуатация санитарно-технических систем оказывает значительное воздействие на окружающую среду. Растущее потребление воды, энергоресурсов и материалов, а также образование отходов и выбросов загрязняющих веществ создают серьезные экологические вызовы. В данной статье рассматриваются ключевые экологические аспекты использования санитарно-технических систем, анализируются основные проблемы и предлагаются современные решения для их минимизации. Особое внимание уделяется водосбережению, энергоэффективности, утилизации отходов, использованию экологичных материалов, а также нормативно-правовому регулированию в этой области.

Ключевые слова: санитарно-технические системы, водоснабжение, канализация, энергоэффективность, водосбережение, экологичные материалы, утилизация отходов, нормативно-правовое регулирование, устойчивое развитие, экологическая безопасность.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE USE OF SANITARY ENGINEERING SYSTEMS

Lyubin Danila Yurievich, Student

I. T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

e-mail: danil12175@gmail.com

Scientific supervisor: Valentina Ivanovna Orekhova, Senior Lecturer

Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar

e-mail: orekhova_v_i@mail.ru

Abstract. Sanitary engineering systems are an integral part of modern infrastructure that ensures comfort, hygiene and safety in residential, public and industrial buildings. These include water supply, sewerage, heating, ventilation, and air conditioning systems. It is impossible to imagine modern life without these systems: they maintain sanitary standards, prevent the spread of infections, regulate the indoor climate and provide access to vital resources – water and heat.

However, despite the obvious advantages, the operation of sanitary engineering systems has a significant impact on the environment. The increasing consumption of water, energy resources, and materials, as well as the generation of waste and pollutant emissions, pose serious environmental challenges. This article examines the key environmental aspects of the use of sanitary engineering systems, analyzes the main problems and suggests modern solutions to minimize them. Special attention is paid to water conservation, energy efficiency, waste disposal, the use of environmentally friendly materials, as well as regulatory and legal regulation in this area.

Keywords: sanitary and technical systems, water supply, sewerage, energy efficiency, water conservation, environmentally friendly materials, waste disposal, regulatory and legal regulation, sustainable development, environmental safety

Рассмотрим подробнее водопотребление и водосбережение в экологическом аспекте.

1. Современные тенденции водопотребления

Водопотребление в бытовом и промышленном секторах продолжает расти, что создает серьезную нагрузку на водные ресурсы планеты. По данным ООН, к 2030 году глобальный дефицит пресной воды может достичь 40%, если не будут приняты меры по рациональному использованию воды. Сантехнические системы играют ключевую роль в этом процессе, так как именно через них осуществляется основное потребление воды в зданиях:

- Бытовое водопотребление: в среднем один человек в городе тратит 150-300 литров воды в день, из которых значительная часть уходит на смыв в туалете (до 30%), душ (20-30%), стирку (10-15%) и мытье посуды (5-10%);

- Промышленное водопотребление: предприятия используют воду для технологических процессов, охлаждения оборудования и очистки, что часто приводит к значительным потерям и загрязнению водных ресурсов.

2. Экологические последствия нерационального водопотребления

2.1 Истощение водных ресурсов [1,2]:

- Подземные воды: Чрезмерная эксплуатация скважин и артезианских источников приводит к снижению уровня грунтовых вод, что может вызвать проседание почвы и засоление;

- Поверхностные воды: Реки и озера, используемые для водоснабжения, часто страдают от перерасхода, особенно в засушливых регионах, где это приводит к обмелению и гибели экосистем.

2.2 Загрязнение водных объектов [5]:

- Сточные воды: Неочищенные или недостаточно очищенные сточные воды, попадая в водоемы, загрязняют их химическими веществами, органическими отходами и микроорганизмами;

- Эвтрофикация: Избыток питательных веществ (например, фосфаты из моющих средств) вызывает "цветение" воды, что приводит к гибели рыбы и нарушению экологического баланса.

3. Пути решения проблем водопотребления:

3.1 Водосберегающие технологии [6,7]:

- Сантехнические приборы нового поколения: двухрежимные сливные бачки (3/6 литров) позволяют экономить до 50% воды при каждом смыве.

- Системы повторного использования воды: серые воды: Очистка и повторное использование воды из раковин, душа и стиральных машин для полива или смыва в туалете.

3.2 Автоматизация и контроль [3,4]:

- Умные счетчики воды: позволяют отслеживать расход воды в реальном времени и выявлять утечки;

- Системы автоматического полива: используют датчики влажности почвы для оптимизации расхода воды.

4. Примеры успешного водосбережения:

- Сингапур: использует систему NEWater, которая очищает сточные воды до состояния питьевой воды;

- Германия: Обязательное использование водосберегающих технологий в новых зданиях.

Эффективное использование воды – это только одна сторона экологической проблемы. Не менее важным аспектом является выбор материалов, из которых изготавливаются сантехнические системы. Ведь даже самые современные водосберегающие технологии не смогут полностью компенсировать вред, наносимый окружающей среде, если сами материалы, используемые в трубах, фитингах и уплотнителях, содержат токсичные вещества или не подлежат переработке. Рассмотрим, какие материалы наиболее безопасны для экологии и как правильно подходить к их выбору.

Современные сантехнические системы состоят из разнообразных материалов: металлов, пластиков, резины, герметики и клеев. Каждый из этих материалов имеет свой экологический след - от добычи сырья и производства до утилизации после окончания срока службы. Неправильный выбор материалов может привести к загрязнению окружающей среды, вредному воздействию на здоровье человека и увеличению объемов не разлагаемых отходов.

Таблица 1 – Основные материалы, используемые в сантехнических системах

Тип материала	Применение	Преимущества	Недостатки
Медь	Трубы, фитинги, радиаторы	Долговечность, устойчивость к коррозии, антибактериальные свойства, подлежит полной переработке	Высокая стоимость, энергоемкое производство
Нержавеющая сталь	Трубы, смесители, резервуары	Прочность, устойчивость к коррозии, долгий срок службы, подлежит переработке	Высокая цена, сложность обработки
Поливинилхлорид (ПВХ)	Трубы, фитинги, канализационные системы	Легкость, низкая стоимость, простота монтажа	Выделение токсичных веществ при горении, сложность утилизации, не подлежит биологическому разложению
Полипропилен (ПП)	Трубы для водоснабжения и отопления	Устойчивость к высоким температурам, долговечность, низкая токсичность	Не подлежит биологическому разложению, требует специальной утилизации
Чугун	Канализационные трубы, радиаторы	Прочность, долговечность, устойчивость к коррозии	Тяжелый вес, сложность монтажа, высокая энергоемкость производства
Резина и силикон	Уплотнители, прокладки, герметики	Эластичность, устойчивость к влаге и температурным перепадам	Возможное выделение вредных веществ, сложность утилизации

Рассмотрим экологические проблемы, связанные с материалами и их экологические альтернативы [1,2,5]:

1. Загрязнение окружающей среды на этапе производства

- Добыча сырья: производство металлов (меди, стали, чугуна) требует значительных затрат энергии и воды, а также ведет к разрушению природных ландшафтов.
- Выбросы вредных веществ: при производстве ПВХ выделяются диоксины - высокотоксичные соединения, опасные для здоровья человека и животных.

2. Вредное воздействие в процессе эксплуатации

- Выделение токсинов: некачественные герметики и клеи могут выделять формальдегид и другие вредные вещества, ухудшая качество воздуха в помещении.
- Коррозия и разрушение: металлические трубы, не защищенные от коррозии, со временем разрушаются, что приводит к утечкам воды и загрязнению почвы тяжелыми металлами.

Теперь поговорим об их альтернативах [8,9]:

1. Металлы:

– Медь: преимущества: полностью перерабатываемая, антибактериальная, долговечная.

– Нержавеющая сталь: преимущества: Устойчива к коррозии, не выделяет вредных веществ, подлежит полной переработке.

2. Пластики

– Полипропилен (ПП): преимущества: менее токсичен, чем ПВХ, устойчив к высоким температурам, долговечен.

– Полиэтилен (ПЭ): преимущества: Низкая токсичность, возможность переработки, устойчивость к коррозии.

– Биопластики: преимущества: изготавливаются из растительного сырья (кукурузный крахмал, сахарный тростник), разлагаются в природе.

Выбор экологических материалов - важный шаг на пути к устойчивому развитию, но он не будет эффективным без четкого регулирования и контроля. Государственные стандарты, нормативные акты и международные сертификаты играют ключевую роль в обеспечении экологической безопасности сантехнических систем. Они не только устанавливают требования к материалам и технологиям, но и стимулируют производителей и потребителей переходить на более безопасные и эффективные решения. Рассмотрим, какие нормативно-правовые акты регулируют экологичность сантехнических систем и как они способствуют снижению негативного воздействия на окружающую среду.

1. Российские нормативные акты:

Таблица 2 – ГОСТы и СНиПы

Нормативный документ	Описание	Экологические аспекты
ГОСТ Р 56828.19-2017	Требования к водосберегающей арматуре (смесители, душевые лейки, сливные бачки)	Ограничивает расход воды, способствует рациональному использованию водных ресурсов
СНиП 2.04.01-85	Нормы проектирования внутреннего водопровода и канализации	Регламентирует использование материалов, устойчивых к коррозии и долговечных, что снижает частоту замены и объем отходов
ГОСТ 30494-2011	Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях	Устанавливает требования к качеству воздуха, что способствует выбору экологических материалов для вентиляционных систем
СанПиН 2.1.4.1074-01	Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды	Регулирует использование материалов, контактирующих с питьевой водой, чтобы исключить выделение вредных веществ

2. Международные стандарты и сертификаты:

1. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

– Описание: Международная система сертификации "зеленых" зданий, разработанная Советом по экологическому строительству США (USGBC);

– Требования к сантехническим системам: Использование водосберегающей арматуры (например, смесителей с расходом не более 6 л/мин);

– Преимущества: Здания с сертификатом LEED потребляют на 30-50% меньше воды и энергии, что снижает их экологический след.

2. BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

– Описание: Британская система оценки экологичности зданий, одна из самых распространенных в мире;

– Требования к сантехническим системам: Использование энергоэффективных насосов и систем отопления;

– Преимущества: Здания с сертификатом BREEAM демонстрируют высокий уровень экологической устойчивости и комфорта для пользователей.

3. WaterSense

– Описание: Программа Агентства по охране окружающей среды США (EPA), направленная на сертификацию водосберегающих сантехнических приборов;

– Требования: Смесители с расходом не более 5,7 л/мин;

– Преимущества: Сертифицированные приборы позволяют экономить до 20% воды без потери комфорта.

3. Как нормативы способствуют экологичности:

1. Снижение водопотребления

– Нормативы, такие как ГОСТ Р 56828.19-2017 и WaterSense, стимулируют производителей разрабатывать водосберегающие технологии;

– Например, переход на двухрежимные сливные бачки позволяет экономить до 50% воды при каждом смыве.

2. Уменьшение энергопотребления

– Стандарты LEED и BREEAM поощряют использование энергоэффективных насосов, тепловых насосов и солнечных коллекторов;

– Это способствует снижению выбросов CO₂ и зависимости от ископаемого топлива.

Соблюдение нормативов и стандартов – это не просто формальность, а необходимый шаг на пути к созданию устойчивых и безопасных сантехнических систем. Однако даже самые строгие правила не смогут полностью решить экологические проблемы без осознанного подхода со стороны производителей, проектировщиков и потребителей. Только комплексный подход, включающий рациональное водопотребление, выбор экологичных материалов, энергоэффективные технологии и ответственную утилизацию, позволит минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Заключение. Подводя итог, можно сказать, что будущее сантехнических систем зависит от нашего выбора сегодня - выбора в пользу устойчивости, безопасности и заботы о планете, а также они охватывают широкий спектр проблем: от истощения водных ресурсов и загрязнения окружающей среды до энергозатрат и накопления отходов. Решение этих вопросов требует комплексного подхода, включая внедрение водосберегающих технологий, переход на возобновляемые источники энергии, использование экологичных материалов и ужесточение нормативного регулирования.

Список литературы

1. Орехова В.И. Оптимизация режимов орошения сельскохозяйственных культур с применением электрогидравлического эффекта / В.И. Орехова // Монография. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – 189 с.

2. Орехова В.И. Экологические аспекты охраны окружающей среды в условиях техногенной нагрузки на водохозяйственный комплекс / В.И. Орехова // Учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – 156 с.

3. Ванжа В.В. Обоснование и разработка мероприятий для предотвращения чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера на гидротехнических сооружениях / В.В. Ванжа // Научные труды КубГАУ. – 2023. – № 14. – С. 45–60.

4. Ванжа В.В. Автоматизация систем водораспределения на рисовых оросительных системах / В.В. Ванжа, В.Г. Гринь // Водоснабжение и санитарная техника. – 2021. – № 5. – С. 32–40.

5. Гринь В.Г. Бестраншейный ремонт эксплуатируемых трубопроводов: технологии и экологические аспекты / В.Г. Гринь // Монография. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – 120 с.

6. Дегтярева Е.В. Техничко-технологические решения по автоматизации внутриводоснабжающей сети рисовых оросительных систем Краснодарского края / Е.В. Дегтярева // Научный журнал КубГАУ. – 2022. – № 8. – С. 78–90.

7. Дегтярева Е.В. Эффективность использования удобрений для повышения плодородия почв степной зоны / Е.В. Дегтярева // Аграрная наука. – 2023. – № 3. – С. 112–125.

8. Семерджян А.К. Повторное использование дренажно-сбросных вод на рисовых оросительных системах / А.К. Семерджян // Водные ресурсы. – 2021. – № 4. – С. 55–68.

9. Семерджян А.К. Капельное орошение: режимы и эффективность / А.К. Семерджян // Монография. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – 98 с.

10. Шишкин А.С. Экологические аспекты эксплуатации гидротехнических сооружений / А.С. Шишкин // Научные труды КубГАУ. – 2024. – № 6. – С. 89–102.

АДАПТАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ К ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ

Маслов Егор Викторович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: egorka.m.04@mail.ru

Научный руководитель: Романченко Наталья Митрофановна, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: girenkov@mail.ru

Аннотация. Состояние сельскохозяйственной техники в процессе эксплуатации зависит от многих факторов погодных условий, играющих значительную роль в условиях резко-континентального климата Восточной Сибири. В работе обозначены основные проблемы работы техники в условиях изменяющегося климата, разработаны меры по адаптации техники к особенностям климатического воздействия, оценена эффективность предлагаемых мер.

Ключевые слова: эксплуатация сельскохозяйственной техники, климатическое воздействие

ADAPTATION OF AGRICULTURAL MACHINERY AND EQUIPMENT TO CHANGING CLIMATIC CONDITIONS

Maslov Egor Viktorovich, Student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: egorka.m.04@mail.ru

Scientific supervisor: Romanchenko Natalia Mitrofanovna, Candidate of technical science, Associate professor

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: girenkov@mail.ru

Abstract. The condition of agricultural machinery during operation depends on many weather conditions, which play a significant role in the sharply continental climate of Eastern Siberia. The paper identifies the main problems of operating equipment in a changing climate, develops measures to adapt equipment to the specific climate impacts, and evaluates the effectiveness of the proposed measures.

Keywords: operation of agricultural machinery, climate impact

Сельскохозяйственная техника при ее использовании и хранении подвергается не только значительным эксплуатационным воздействиям. На устойчивость ее работы оказывает влияние и изменение климатических условий (повышение температур, экстремальные осадки, засухи), отмечающееся в последнее время во всех плодородных регионах Российской Федерации.

Цель настоящей работы – выявление причин влияния некоторых климатических факторов на работу сельскохозяйственной техники конкретного предприятия агропромышленного комплекса, разработка технических и организационных мероприятий по устранению выявленных факторов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: установить основные проблемы, возникающие при работе техники при изменяющихся климатических условиях, разработать меры по адаптации техники к особенностям климатического воздействия, оценить эффективность предлагаемых мер.

Поставленные задачи решались при помощи методов научного исследования: как теоретических – анализа научной и учебной литературы по тематике исследования; анализа официальной статистической информации, так и практических – наблюдения, сравнения, опросов.

Научные исследования были выполнены в процессе прохождения производственной технологической практики в крестьянском фермерском хозяйстве «ИП Глава КФХ Булгаков И.В.» в Усть-Илимском районе Иркутской области.

Наряду с выполнением текущих заданий по ремонту сельскохозяйственной техники (таблица 1) в рамках производственной практики были продолжено изучение воздействия различных факторов климата на состояние техники в процессе ее эксплуатации. Такие исследования проводятся на кафедре общинженерных дисциплин Красноярского ГАУ [1, 4-7].

Таблица 1 – Дневник производственной технологической практики

Дата	Описание видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью
01.09.25	Ознакомление с рабочим местом и автопарком предприятия.
02.09.25	Замена моторного масла и масляного фильтра двигателя.
02.09.25	Проверка и обслуживание топливной системы трактора.
03.09.25	Замена зубьев пресс-подборщика.
04.09.25	Замена охлаждающей жидкости в системе двигателя.
05.09.25	Диагностика, демонтаж и установка нового генератора.
05.09.25	Комплексный ремонт электрики
06.09.25	Замена трансмиссионной жидкости.
07.09.25	Замена рабочей жидкости в гидравлической системе.
08.09.25	Шприцевание (смазка) навесного оборудования трактора
09.09.25	Ремонт поврежденного колеса трактора
10.09.25	Комплексная подготовка техники к зимнему периоду.

Климат Усть-Илимска резко континентальный, с продолжительной холодной зимой (средняя температура января около -23°C , абсолютный минимум до -56°C) и коротким, но теплым летом (средняя температура июля $+18^{\circ}\text{C}$, максимум до $+37^{\circ}\text{C}$). Годовое количество осадков составляет около 500 мм, большая часть выпадает летом. Характерны большие суточные и годовые перепады температур, распространена многолетняя мерзлота, а безморозный период длится менее 100 дней.

Такие резкие изменение климатических условий (повышение температур, экстремальные осадки, засухи) оказывают значительное влияние на работу сельскохозяйственной техники. При этом отмечены следующие основные проблемы:

- Перегрев двигателей в периоды аномальной жары;
- Коррозия металлических частей из-за повышенной влажности, суточных перепадов температур, загрязнения атмосферы во время пыльных бурь [2-4];

- Засорение фильтров при пыльных бурях;
- Снижение эффективности аккумуляторов в зимний период.

Последствия таких воздействий на технику отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние климатических факторов на технику

Климатический фактор	Влияние на технику	Примеры последствий
Повышенная температура	Перегрев двигателя, деформация резиновых деталей	Частые поломки системы охлаждения
Суточные колебания температуры	Коррозия металлических частей	Снижение срока службы кузова и рамы
Высокая влажность	Коррозия металлических частей	Снижение срока службы кузова и рамы
Повышенное содержание в воздухе взвешенных частиц	Коррозия металлических частей	Снижение срока службы кузова и рамы
Пыльные бури	Засорение воздушных и топливных фильтров	Падение мощности двигателя
Низкие температуры	Разряжение аккумуляторов, загустение масел	Трудности с запуском двигателя

Для устранения вредного климатического воздействия разработаны меры по адаптации техники, включающие в себя как технические, так и организационные мероприятия:

- Технические мероприятия

- Установка дополнительных систем охлаждения для двигателей.
- Использование антикоррозийных покрытий для металлических деталей.
- Применение фильтров повышенной емкости и эффективности.
- Оснащение техники предпусковыми подогревателями.

Организационные мероприятия

- Корректировка графиков ТО с учетом климатических условий.
- Создание запаса критически важных запчастей (фильтры, радиаторы).
- Обучение механизаторов правилам эксплуатации техники в экстремальных условиях.

Рекомендуемые меры по адаптации различных типов техники, используемой на предприятии, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Рекомендации по адаптации техники

Тип техники	Рекомендуемые меры	Ожидаемый эффект
Тракторы	Установка дополнительных радиаторов	Снижение риска перегрева на 30 %
	Использование коррозионностойких материалов	Увеличение срока службы на 15-20 %
Грузовой транспорт	Применение фильтров с повышенной емкостью	Сокращение простоев на 2 5%
Вся техника	Монтаж предпусковых подогревателей	Улучшение запуска при низких температурах

Предварительная оценка эффективности предлагаемых мер адаптации позволяет положительно оценить эффект их внедрения (таблица 4).

Таблица 4 – Расчет экономического эффекта

Мера	Затраты на внедрение, руб.	Ожидаемая экономия, руб./год	Срок окупаемости, лет
Установка дополнительных радиаторов	120 000	80 000	1.5
Антикоррозийная обработка	50 000	40 000	1.2
Покупка фильтров повышенной емкости	30 000	25 000	1.2
Монтаж предпусковых подогревателей	100 000	60 000	1.7

Таким образом, разработанные меры позволят адаптировать технику предприятия к изменяющимся климатическим условиям, снизить количество поломок и срок службы оборудования.

Список литературы

1. Карабухин Д.В., Деньгаева П.А. Атмосферная коррозия конструкционных материалов сельскохозяйственной техники // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века [Электронный ресурс]: Сборник X международной студенческой научной конференции. – Ачинск, 2022. – с. 154-158.
2. Влияние экологии и климата на коррозионное состояние арматурных конструкций [Электронный ресурс]. – URL: vliyanie-ekologii-i-klimata-na-korrozionnoe-sostoyanie-armaturnyh-konstruktsiy.pdf (дата обращения 28.11.2025)
3. Романченко Н.М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии: учеб. пособие / Н.М. Романченко, В.Ф. Беспалов. – Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 280 с.
4. Романченко Н.М. Исследование количества и состава загрязняющих веществ окружающего воздуха на коррозию сельскохозяйственной техники / Н.М. Романченко // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ; Часть 2. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития / Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2022. – с. 108-111.
5. Романченко Н.М. Методы защиты от коррозии деталей сельскохозяйственной техники // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России [Электронный ресурс]: Материалы V Международной научной конференции. – Красноярск, 2025. – С. 85-89.
6. Худяков М.В., Маслов Е.В. Виды коррозии конструкционных материалов , применяемых в сельскохозяйственной технике // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века [Электронный ресурс]: Сборник XII международной студенческой научной конференции. – Ачинск, 2024. – с. 71-75.
7. Худяков М.В., Маслов Е.В. Изменение механических и эксплуатационных свойств материалов рабочих органов почвообрабатывающих машин в процессе их эксплуатации и хранения // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России [Электронный ресурс]: Материалы V Международной научной конференции. – Красноярск, 2025. – С. 303-306.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОКРЫВНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТЕХНИКИ ОТ КОРРОЗИИ

Муравьев Олег Владиславович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: CondaricanEmpireum@yandex.ru

Научный руководитель: Медведев Михаил Сергеевич, кандидат технических наук

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: misha_08_80@mail.ru

Аннотация. Настоящая работа направлена на разработку перспективного метода защиты металлов, хранимых на открытом воздухе, путем использования летучих ингибиторов коррозии (ЛИК). Прямое применение ЛИК ограничено быстрым рассеиванием и потерей активности, поэтому предложен метод ступенчатого введения ингибиторов посредством инкапсуляции в полимерную матрицу. Основное внимание уделено созданию нового упаковочного материала – пузырьковой пленки, содержащей ЛИК. Материал представляет собой классический вариант пузырьковой пленки, в которой полости заполнены не воздухом, а летучим ингибитором коррозии. Механическое воздействие вызывает разрушение части капсул и высвобождение активного вещества, которое создает защитную атмосферу вокруг изделия. Технология проста в реализации и экономически эффективна, что способствует повышению надежности и долговечности сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, защита, покрытия из пластика, надежность, коррозия

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR MANUFACTURING A COATING MATERIAL TO PROTECT EQUIPMENT FROM CORROSION

Muravyov Oleg Vladislavovich, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

mail to: CondaricanEmpireum@yandex.ru

Scientific supervisor: Medvedev Mikhail Sergeevich

Candidate of Technical Sciences

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: misha_08_80@mail.ru

Abstract. This work aims to develop a promising method for protecting metals stored outdoors by using volatile corrosion inhibitors (VCI). However, the direct application of VCI is limited due to their rapid dispersion and loss of activity, so a step-by-step method of introducing inhibitors through encapsulation in a polymer matrix has been proposed. The focus of this work is on creating a new packaging material called bubble wrap, which contains VCI. This material is a classic version of bubble wrap, but instead of air, the cavities are filled with a volatile corrosion inhibitor. Mechanical impact causes the destruction of some of the capsules and the release of an active substance that creates a protective atmosphere around the product. The technology is easy to implement and cost-effective, which helps to improve the reliability and durability of agricultural machinery.

Keywords: agricultural machinery, protection, plastic coatings, reliability, corrosion

Проблема коррозии металлических элементов сельскохозяйственной техники в период сезонного простоя остается одной из наиболее острых в агропромышленном комплексе. Существующие методы защиты, такие как лакокрасочные покрытия,

металлизация или электрохимическая защита, обладают рядом существенных недостатков: высокой стоимостью, сложностью нанесения, требовательностью к условиям эксплуатации и ограниченным сроком службы. Особенно уязвима техника, хранящаяся на открытых площадках, где на нее воздействуют перепады температур, осадки, ультрафиолетовое излучение и агрессивные компоненты атмосферы [1].

Целью данной работы является обоснование перспективного направления защиты металлических изделий, хранящихся на открытых площадках агропромышленного комплекса.

Перспективным направлением является использование летучих ингибиторов коррозии (ЛИК), которые, испаряясь, создают защитную атмосферу вокруг металла. Однако их прямое нанесение неэффективно из-за быстрого рассеивания и потери активности. Для решения данной проблемы предлагается использовать технологический прием ступенчатого ввода летучих ингибиторов в воздушную среду, окружающую хранящийся объект. Для этого предлагаем использовать инкапсуляцию ЛИК в полимерную матрицу, что позволяет обеспечить их контролируемое и длительное высвобождение.

В предыдущей работе была обоснована концепция использования пузырьковой упаковочной пленки, модифицированной микрокапсулами с ЛИК [2]. Данная статья посвящена разработке и описанию технологии производства такого инновационного материала.

Предлагаемое покрытие представляет собой классическую пузырьковую пленку, в которой воздушные камеры (пузырьки) заполнены не воздухом, а летучим ингибитором коррозии. При механическом воздействии (нагрузка от снега, вибрация, чистка) часть микрокапсул разрушается, высвобождая порцию ингибитора в замкнутое, укрывным материалом пространство. Далее высвободившейся ингибитор дозированно обогащает среду веществами способствующими прекращению коррозионных процессов, создавая защитную атмосферу.

Для эффективной защиты необходимо соблюдение основных требований к покрытию. Во-первых, механическая прочность - способность выдерживать эксплуатационные нагрузки, создаваемые окружающей средой (ветер, дождь). Во-вторых, ультрафиолетовая стабильность-стабильность - устойчивость к деградации и разрушению верхнего слоя покрывного материала под воздействием солнечного излучения. Далее контролируемая проницаемость: Мембрана пузырька должна обеспечивать медленное и дозированное высвобождение паров ингибитора. Стабильность микрокапсул также является важной составляющей эффективной защиты металла от коррозии. Капсулы должны выдерживать процесс производства и не разрушаться спонтанно в процессе хранения. Что касается экономической целесообразности то стоимость производства должна быть конкурентоспособной по сравнению с альтернативными методами защиты, а так как используемые материалы не дорогие, то перспектива их использования с экономической точки зрения обоснована.

Для изготовления предложенного покрывного материала необходимо производственный процесс разбить на два ключевых этапа: подготовка сырья и инкапсуляции ингибитора; формование пузырьковой пленки.

Подготовка сырья заключается в выборе укрывного материала т.е. выборе полимера. В качестве основного материала для пленки целесообразно использовать композицию на основе полиэтилена низкой плотности (ПЭНП) и линейного полиэтилена низкой плотности (ЛПЭНП). ПЭНП обеспечивает гибкость и прочность на разрыв, а ЛПЭНП – жесткость и термостабильность. Для придания УФ-стабильности в состав вводятся соответствующие стабилизаторы. Светостабилизаторы поглощающего типа (UV-фильтры) способные эффективно противостоять коротковолновым лучам ультрафиолета, антисветостабилизаторы экранирующего типа отражающие или рассеивающие ультрафиолетовые лучи, предотвращая их проникновение внутрь материала и антиоксиданты помогающие замедлить процессы окисления, происходящие под воздействием солнечного света.

По второму этапу касающегося выбора и инкапсуляции ЛИК предложено следующие. В качестве летучего ингибитора могут быть использованы соединения на основе солей аминов (нитрит дициклогексиламина, карбонат циклогексиламина) или летучие ингибиторы щелочного действия, мы выбрали летучий ингибитор коррозии ИФХАН ЛИК-118 он наиболее подходит по характеристике использования для наших условий.

Процесс инкапсуляции осуществляется методом запайки порционно размещенного летучего ингибитора в пузырьковую пленку.

Процесс осуществляется на стандартной экструзионной линии по производству пузырьковой пленки, модифицированной для работы с наполненными композициями.

Экструзия первого слоя (основа). Гранулы полиэтилена и стабилизаторы для придания УФ-стабильности подаются в экструдер, где расплавляются и тщательно перемешиваются. Расплав выдавливается через плоскую головку, формируя сплошной полотнище – основа будущей пленки. Этот слой поступает на охлаждающий барабан. Для формирования пузырьков горячее полотнище полиэтилена низкой плотности проходит через вакуумный барабан с перфорацией. В местах перфорации материал втягивается, образуя полусферы – заготовки пузырьков.

Верхним слоем полиэтилена (основа) накладывается поверх пленки с заполненными летучим ингибитором полусферами. Важно обеспечить точное дозирование и равномерное распределение ингибитора. Далее два слоя спаиваются по границе прилегания основных площадей формируя однородных укрывной материал с запаянным летучим ингибитором внутри пузырьков. Процесс спайки происходит следующим образом. Два слоя совмещаются в валковом прессе под давлением и при повышенной температуре. При этом второй слой надежно приваривается к первому по периметру полусфер, образуя герметичные пузырьки, заполненные смесью воздуха с ингибитором. Готовая пленка охлаждается и неплотно (для избежание повреждения пузырьков) наматывается в рулоны.

В качестве преимуществ предлагаемого технологического решения можно выделить автономность применения укрывного покрытия для каждого объекта хранения, регулируемая длительность защиты, простота применения, двойная защита защищаемого металла, экономическая выгода, а также экологичность и безопасность применений данной технологии.

Покрытие не требует внешних источников энергии или обслуживания в течение всего срока хранения. Высвобождение ингибитора происходит по мере необходимости – в ответ на механические воздействия и изменение условий среды. Например, пласт снега весной становится в разы тяжелее, при увеличении давления на покрытие произойдет разрыв пузырька с ЛИК, ингибитор растворившись в воздушном пространстве, закрывающего объект хранения от внешней среды, поднимет защитный барьер до необходимой консистенции защитных компонентов. При этом каждое новое повреждение (разрушение пузырька) приводит к локальному выбросу новой порции ингибитора, восстанавливающего защитную атмосферу. Это принципиальное отличие от традиционных покрытий, где повреждение ведет к ускоренной коррозии.

Технология использования не требует специальной подготовки персонала или сложного оборудования. Пленка просто накрывается или оборачивается вокруг узлов техники, подлежащих защите. При этом пленка выполняет две функции: барьерную (механическая изоляция от влаги, пыли, УФ-излучения) и химическую (создание ингибированной атмосферы).

Используя относительно недорогое сырье (полиэтилен) и адаптированное стандартное оборудование приведет к экономии денежных средств на защиту сельскохозяйственной техники. Снижаются затраты на подготовку поверхностей (как для окраски) и на последующий ремонт техники, вышедшей из строя из-за коррозии.

Ингибитор заключен в полимерную оболочку экологически не опасный, что минимизирует его контакт с персоналом и окружающей средой до момента активации.

Отсутствуют жидкие или сыпучие химикаты, так как при соприкосновении с воздухом он достаточно быстро испаряется.

Внедрение данной технологии в агропромышленном комплексе позволит значительно сократить потери от коррозии, увеличить межремонтный ресурс техники и снизить эксплуатационные затраты. Перспективными направлениями для дальнейших исследований являются: оптимизация состава полимерной матрицы для управления скоростью диффузии ингибитора, и разработка композиций ингибиторов, эффективных для различных сплавов и в различных климатических условиях. Исследование кинетики высвобождения ингибитора в зависимости от типа и интенсивности механических воздействий позволит более рационально использовать ингибитор и менять его количество в зависимости от внешних условий.

Разработана и описана технология производства инновационного антикоррозионного материала – пузырьковой пленки, модифицированной микрокапсулами с летучими ингибиторами. Предложенный процесс основан на модификации стандартного экструзионного производства, что облегчает его внедрение в промышленных условиях. Ключевыми преимуществами решения являются его автономность, способность к самовосстановлению защитных свойств, простота применения и экономическая целесообразность. Использование такого покрытия для защиты сельскохозяйственной техники в период сезонного хранения позволит существенно повысить ее надежность и долговечность. Детальная оценка экономического эффекта от массового применения покрытия видна даже без тщательных расчетов, так как сохранение дорогостоящей техники в несколько раз превышает затраты по данной технологии.

Список литературы

1. Медведев М.С. Основные причины, влияющие на сохраняемость сельскохозяйственной техники [Текст] / М.С. Медведев // Материалы II Международной научной конференции «Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России». - Красноярск, 2022. С. 93-95.
2. Муравьев О.В. Обоснование применения антикоррозионных летучих ингибиторов в качестве одного из элементов защитного покрытия при хранении техники [Текст] / О.В. Муравьев // Студенческая наука – взгляд в будущее: Материалы XX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 25-27 февраля 2025 года. - Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2025. С. 22-24.
3. Торопынин С.И. Нанесение защитных покрытий по коррозированным поверхностям деталей машин [Текст] / С.И. Торопынин, М.С. Медведев, // Вестник Красноярского государственного аграрного университета № 4. – Красноярск: КрасГАУ, 2004. – С. 138-141.
4. Торопынин С.И. Обоснование оптимальных способов и разработка технологии восстановления изношенных поверхностей деталей [Текст]: учебное пособие / Торопынин С.И., Медведев М.С., Терских С.А. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2013. – 116 с.

РОЛЬ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ВОДНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Муха Данил Викторович, студент

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина

e-mail: danilmyxa2018@gmail.com

Тихонов Иван Сергеевич, студент

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина

e-mail: tikhonov28e8@mail.ru

Научный руководитель: Романова Анна Сергеевна, ассистент

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина

e-mail: Any30082002@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию значимости инженерной инфраструктуры для достижения водной устойчивости агропромышленного комплекса Краснодарского края. Основное внимание уделяется современным решениям в области водоснабжения, систем орошения и водоотведения, которые способствуют эффективному использованию водных ресурсов. Анализируются текущие тенденции развития агропромышленного комплекса и инфраструктуры, а также влияние цифровизации на управление водными ресурсами. Рассматриваются проблемы и вызовы, с которыми сталкивается регион, выясняется, как инфраструктурные изменения могут увеличить производительность и устойчивость аграрного сектора. Используются статистические данные для обоснования выводов, что позволяет увидеть картину более наглядно и обоснованно.

Ключевые слова: инженерная инфраструктура, дренаж, водная устойчивость, агропромышленный комплекс

THE ROLE OF ENGINEERING INFRASTRUCTURE IN ENSURING WATER SUSTAINABILITY OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE KRASNODAR REGION

Mukha Danil Viktorovich, Student

Kuban State Agrarian University

e-mail: danilmyxa2018@gmail.com

Tikhonov Ivan Sergeevich, Student

Kuban State Agrarian University

e-mail: tikhonov28e8@mail.ru

Scientific supervisor: Romanova Anna Sergeevna, Assistant

Kuban State Agrarian University

e-mail: Any30082002@mail.ru

Abstract. This article focuses on the importance of engineering infrastructure for achieving water sustainability in the agro-industrial complex of the Krasnodar Territory. It highlights modern solutions in the fields of water supply, irrigation, and wastewater management, which contribute to the efficient use of water resources. The article analyzes current trends in the development of the agro-industrial complex and infrastructure, as well as the impact of digitalization on water management. It examines the challenges and issues faced by the region and explores how infrastructure changes can enhance the productivity and sustainability of the agricultural sector. The article uses statistical data to support its conclusions, providing a clear and evidence-based perspective.

Keywords: engineering infrastructure, drainage, water sustainability, agro-industrial complex

В условиях изменения климата и растущих потребностей в продовольствии обеспечение водной устойчивости агропромышленного комплекса (АПК) становится одной из ключевых задач для регионов, занимающихся сельским хозяйством. Краснодарский край, являющийся одним из ведущих сельскохозяйственных регионов России, сталкивается с вызовами, связанными с управлением водными ресурсами [1]. В данной статье рассматривается роль инженерной инфраструктуры в обеспечении водной устойчивости АПК Краснодарского края.

Ключевым элементом водной устойчивости является переход от традиционных, зачастую расточительных, методов полива (таких как поверхностное затопление) к современным ресурсосберегающим технологиям. Статистические данные демонстрируют прямую зависимость между внедрением таких систем и ростом урожайности при одновременном снижении водопотребления. Одним из таких методов полива является капельное орошение – это технология, при которой вода подается непосредственно в прикорневую зону растения, позволяет достичь коэффициента полезного действия водопользования до 95 %. По данным Минсельхоза РФ, хозяйства Краснодарского края, внедрившие системы капельного полива на культурах открытого грунта (овощи, картофель, сады) и в тепличных комплексах, отмечают снижение расхода воды на 30-50% и увеличение урожайности на 25-40%. Это особенно актуально для восточных и южных районов края, характеризующихся дефицитом влаги. К современным ресурсосберегающим технологиям можно отнести дождевальные машины кругового и фронтального типа. Современные дождевальные установки, оснащенные системой точного позиционирования и регулируемой интенсивностью дождя, позволяют минимизировать потери на испарение и сток [2]. Их применение на больших площадях, занятых зерновыми и техническими культурами, обеспечивает равномерное увлажнение и повышает эффективность использования водных ресурсов на 20-25 % по сравнению с устаревшими системами. Также ресурсосберегающей технологией является внутрипочвенный полив, хотя эта технология менее распространена, ее потенциал в условиях Краснодарского края высок. Она практически исключает испарение с поверхности и препятствует развитию сорняков, что делает ее перспективной для многолетних насаждений. Но также важную роль в развитии инженерной инфраструктуры играют современные технологии цифровизации.

Цифровизация становится стержнем современной водной инфраструктуры – создание «цифровых двойников» мелиоративных систем, которые функционируют на основе данных в режиме реального времени. Частью таких систем являются IoT-сенсоры и дистанционное зондирование. Установленные в полях датчики влажности почвы, температуры и электропроводности передают информацию на центральный сервер [3]. Данные со спутников и БПЛА позволяют оценить вегетационные индексы (NDVI) и выявить участки с водным стрессом до визуального проявления.

Используя собранные данные создают системы поддержки принятия решений (DSS). На основе Big Data и алгоритмов машинного обучения эти системы анализируют информацию с сенсоров, прогнозы погоды и агрономические модели. В результате формируются точные рекомендации по времени, норме и продолжительности полива для каждого конкретного участка поля, что исключает субъективный человеческий фактор. Взаимодействуя между собой системы обеспечивают автоматизацию гидротехнических сооружений.

Внедрение систем телеметрии и автоматического управления на насосных станциях, гидроузлах и каналах Федоровского и Крюковского водохранилищ позволяет оптимизировать водораспределение между районами, сократить эксплуатационные расходы и оперативно реагировать на изменения водопотребления.

Однако вне зависимости от современности обработки данных необходимо улучшение сооружений, на основе которых непосредственно производится сбор данных необходимых для функционирования агропромышленного комплекса [4]. Строительство и реконструкция очистных сооружений, которые реализуются благодаря современным

биологическим и мембранным технологиям, позволяющим доводить качество сточных вод животноводческих комплексов и перерабатывающих заводов до уровня, позволяющего их использовать для технических нужд или орошения, а также внедрение технологий замкнутого водоснабжения (ЗВС), реализуемых в рыбоводческих хозяйствах и тепличных комплексах. Системы ЗВС позволяют многократно использовать один и тот же объем воды после механической и биологической фильтрации, обеззараживания и насыщения кислородом. Это снижает антропогенную нагрузку на природные водные объекты и делает производство независимым от сезонных колебаний водности.

Несмотря на очевидные преимущества, масштабная модернизация инженерной инфраструктуры сопряжена с рядом серьезных вызовов. Одним из которых является высокая капиталоемкость, которой свойственны затраты на закупку и монтаж систем точного орошения, сенсоров и программного обеспечения остаются недоступными для многих мелких и средних сельхозпроизводителей. Другой немало важный вызов – дефицит квалифицированных кадров, поэтому эффективная эксплуатация сложных технико-цифровых комплексов требует подготовки специалистов нового профиля – агроинформатиков, инженеров-мелиораторов с IT-компетенциями [5]. Несмотря на улучшение и модернизации не стоит забывать за износ магистральной инфраструктуры, так как значительная часть межхозяйственных и магистральных каналов Краснодарского края требует капитального ремонта и гидроизоляции, в свою очередь, в виду сложности транспортировки локальные усилия отдельных хозяйств по экономии воды нивелируются потерями. Независимо от инженерных и инновационных решений существуют нормативно-правовые барьеры – существующая система лимитов водопользования и отчетности не всегда поощряет инвестиции в водосберегающие технологии, так как сэкономленная вода не всегда может быть перераспределена.

В заключении хотелось бы отметить, что проведенный анализ позволяет утверждать, что дальнейшее устойчивое развитие агропромышленного комплекса Краснодарского края неразрывно связано с глубокой модернизацией его инженерной водной инфраструктуры. Стратегический курс должен быть направлен на комплексную трансформацию: от замены физически изношенных объектов до внедрения сквозных цифровых технологий на всех этапах – от водозабора до сбора урожая. Это позволит не только адаптироваться к климатическим вызовам и дефициту воды, но и перейти к новой модели агропроизводства – высокопродуктивной, ресурсоэффективной и экологически ответственной. Успех данной трансформации будет зависеть от совместных усилий государства, научного сообщества и бизнеса в рамках реализации целевых программ и стимулирования частных инвестиций.

Список литературы

1. Совершенствование мероприятий улучшения гидрологического режима Кубанского водного бассейна на примере реки Пшиш / М. А. Бандурин, В. А. Волосухин, И. А. Приходько, А. С. Романова // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 11. – С. 9-14. – DOI 10.28983/asj.y2022i11pp9-14.
2. Григорьев, Д. Н. Оценка вероятностей отказов механического оборудования гидромелиоративных систем / Д. Н. Григорьев, А. С. Романова, М. А. Бандурин // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 77-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год. В 3-х частях, Краснодар, 01 марта 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 543-546.
3. Бандурин, М. А. Мониторинг сооружений водного хозяйства / М. А. Бандурин, В. А. Волосухин // Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы, Зерноград, 25–26 октября 2012 года / Правительство Ростовской области, Министерство сельского хозяйства и продовольствия; ФГБОУ ВПО АЧГАА. – Зерноград, 2012. – С. 98-101.

4. Романова, А. С. Рекомендации по обеспечению надежности дамб обвалования магистральных каналов и продлению их срока службы / А. С. Романова, А. А. Руденко, М. А. Бандурин // Экология речных ландшафтов : Сборник статей по материалам VI Международной научной экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 года / Отв. за выпуск Н.Н. Мамась. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 157-165.

5. Коваленко, Е. В. Анализ эффективности метода капельного орошения земель / Е. В. Коваленко, А. Ф. Бельц // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 78-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2022 год. В 3-х частях, Краснодар, 01–31 марта 2023 года / Отв. за выпуск А.Г. Кошаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 620-622.

ДВОЙНОЙ УДАР ПО АГРАРНОМУ СЕКТОРУ: МОРАЛЬНЫЙ ИЗНОС МАШИН И ОТСУТСТВИЕ ЭНЕРГОИНФРАСТРУКТУРЫ

Овдиенко Сергей Николаевич, студент

Донской государственный аграрный университет, Новочеркасск, Россия

e-mail: ovdienko04@inbox.ru

Гладченко Андрей Андреевич, студент

Донской государственный аграрный университет, Новочеркасск, Россия

e-mail: 89673098257gnvj@gmail.com

Научный руководитель: Волкова Екатерина Александровна, старший преподаватель

Донской государственный аграрный университет, г. Новочеркасск, Россия

e-mail: 7katerina7tomashevich7@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются взаимосвязанные проблемы устаревшего парка сельскохозяйственной техники и энергетической изоляции сельских территорий как ключевые барьеры механизации и электрификации АПК. Показано, что без комплексного подхода к модернизации технической базы и развития энергоинфраструктуры невозможно достичь устойчивого роста производительности. Предложены меры по созданию энергомеханизационных кластеров, стимулированию электрификации и усилению межведомственной координации.

Ключевые слова: механизация АПК, электрификация сельского хозяйства, износ сельхозтехники, энергетическая изоляция, сельская энергетическая инфраструктура, импортозамещение техники, устойчивое сельское развитие

A DOUBLE BLOW TO THE AGRICULTURAL SECTOR: MORAL DECLINE OF MACHINES AND LACK OF ENERGY INFRASTRUCTURE

Ovdienko Sergey Nikolaevich, Student

Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk, Russia

e-mail: ovdienko04@inbox.ru

Gladchenko Andrey Andreevich, Student

Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk, Russia

e-mail: 89673098257gnvj@gmail.com

Scientific supervisor: Volkova Ekaterina Aleksandrovna, Senior Lecturer

Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk, Russia

e-mail: 7katerina7tomashevich7@mail.ru

Abstract. The article examines the interrelated problems of outdated agricultural machinery and energy isolation of rural areas as key barriers to mechanization and electrification of agriculture. It is shown that without an integrated approach to the modernization of the technical base and the development of energy infrastructure, it is impossible to achieve sustainable productivity growth. Measures are proposed to create energy-mechanization clusters, stimulate electrification, and strengthen interagency coordination.

Keywords: mechanization of agriculture, electrification of agriculture, wear of agricultural machinery, energy isolation, rural energy infrastructure, import substitution of machinery, sustainable rural development

Агропромышленный комплекс (АПК) России играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности, экспортом сельхозпродукции и устойчивым развитием сельских территорий. Однако в условиях геополитической нестабильности, роста затрат на

энергоресурсы и ускорения технологической трансформации отрасли выявляется критическая уязвимость: деградация технической базы и системная энергетическая изоляция сельских районов [1]. Эти две проблемы, часто рассматриваемые отдельно, на практике взаимно усиливают друг друга – устаревшая техника требует больше топлива, а отсутствие надежного электроснабжения делает невозможным переход на современные электромеханические решения. В 2025 году, когда мировые тренды смещаются в сторону зеленой механизации и цифрового фермерства, Россия рискует закрепить сельское хозяйство в эпохе устаревших технологий. Без комплексного решения этой двойной проблемы любые инвестиции в АПК останутся поверхностными, а стратегические цели – недостижимыми.

По данным Минсельхоза России в 2024 году более 65% сельхозтехники в стране превышает установленный срок службы – в среднем 18–22 года против нормативных 8–12 лет. В отдельных регионах доля изношенных тракторов и комбайнов достигает 80% [2].

При этом средний возраст техники в частных фермерских хозяйствах – 25 лет. Многие аграрии вынуждены эксплуатировать машины, произведенные еще в СССР, с устаревшими двигателями, отсутствием GPS-навигации, систем автоматического управления и современной диагностики (рисунок 1).

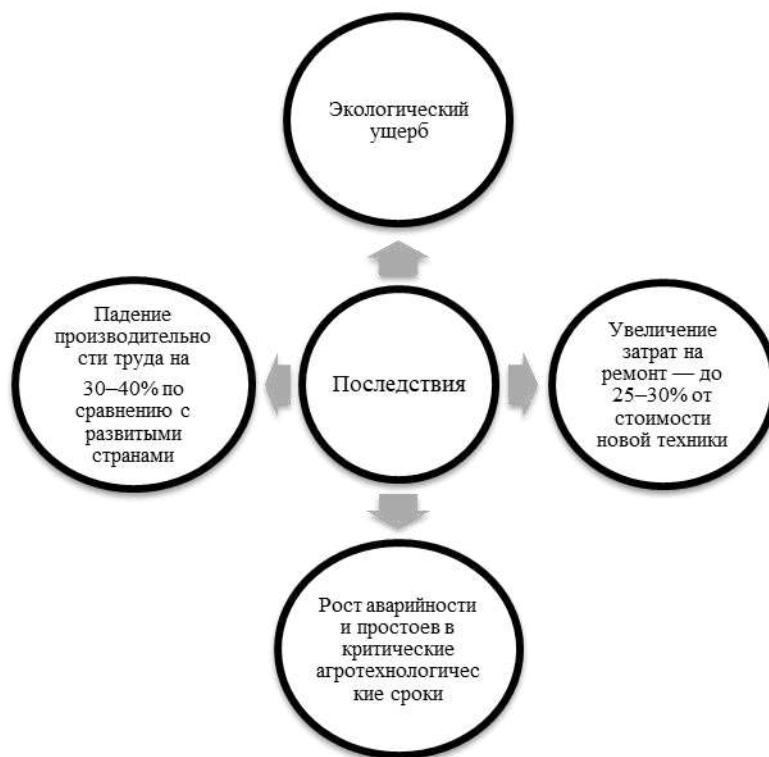


Рисунок 1 – Последствия морального износа техники

Современная сельскохозяйственная техника – от электротракторов и автоматизированных систем орошения до датчиков IoT и роботизированных комплексов – требует стабильного, качественного и достаточного по мощности электроснабжения. Однако в более чем 40% сельских населенных пунктов и почти трети сельхозпредприятий России энергоснабжение остается нестабильным, недостаточным или полностью отсутствует. Без надежного электричества невозможно ни подключить современные агротехнологии, ни обеспечить работу зарядных станций, ни использовать энергоемкие процессы – от холодильных цепей до автоматизированного доения. Энергетическая изоляция превращает даже самую современную технику в бесполезный металл – и превращает сельскую местность в зону технологического отставания, где механизация остается лишь мечтой.

Устаревшая техника требует больше топлива, больше обслуживания, больше времени – и, следовательно, больше энергии в виде ДТ. Энергетическая изоляция вынуждает аграриев

дополнительно тратить ресурсы на автономные генераторы, что повышает себестоимость продукции и делает ее невыгодной на рынке.

Таким образом, энергетическая изоляция усугубляет техническое отставание, а устаревший парк техники – усугубляет энергетическую нагрузку и зависимость от импортного топлива [3].

Решение проблемы устаревших парков техники и энергетической изоляции требует не отдельных мер, а комплексной трансформации модели развития сельских территорий, в которой механизация и электрификация становятся частью единой инфраструктурной стратегии. Только такой интегрированный подход может разорвать порочный круг зависимости от старых технологий и дизельного топлива.

Опыт пилотного проекта в Татарстане в 2023–2024 гг. показал эффективность создания энерго-механизационных кластеров – объединенных зон обслуживания, где фермеры получают доступ не только к современной технике, но и к зарядным станциям, микросетям на базе солнечных электростанций и централизованному ремонту. В рамках проекта было построено 12 мини-подстанций и установлено 37 зарядных точек для электротракторов. Результат – снижение затрат на энергоресурсы на 38%, рост производительности на 25%.

На основе этого опыта Минсельхоз России планирует масштабировать подобную модель в 10 регионах к 2026 году.

Сегодня субсидии на приобретение техники выдаются без проверки готовности объекта к ее эксплуатации. Это приводит к ситуации, когда хозяйство получает электрокомбайн, но не может его использовать из-за низкого напряжения или отсутствия трехфазного питания [4]. Решение: внедрить механизм «зеленого сертификата» – право на получение господдержки должно зависеть от наличия:

- стабильного электроснабжения ($\pm 10\%$ от 380 В);
- мощности не менее 30 кВт;
- плана подключения к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ).

Такой подход уже используется в ЕС (программа Smart Rural 27), где финансирование агротехнологий невозможно без энергоаудита.

Для удаленных и малонаселенных территорий централизованное энергоснабжение экономически нецелесообразно. Здесь ключ – децентрализованные системы:

- Малые солнечные электростанции (СЭС) – особенно эффективны в южных регионах (Краснодарский край, Калмыкия, Дагестан);
- Ветрогенераторы малой мощности – в Прикаспии и на Дальнем Востоке;
- Биогазовые установки – на крупных животноводческих комплексах (переработка навоза в энергию).

По данным АНО «ДПМ Энергия» в 2024 г., один биогазовый модуль мощностью 200 кВт способен обеспечить электроэнергией до 50 домохозяйств и молочную ферму на 200 коров. В Пермском крае такие установки уже используются в пилотном режиме.

Госбюджет не в состоянии покрыть все потребности. Поэтому необходимо активно привлекать частный капитал через ГЧП. Например:

- Частная компания строит СЭС и продает энергию фермерам по льготному тарифу;
- Государство компенсирует 30–40% капитальных затрат;
- Фермеры получают доступ к дешевой электроэнергии и могут инвестировать в электротехнику.

Подобные схемы успешно работают в Индии и Кении.

Переход на электромеханизацию требует новых компетенций. Необходимо:

- Ввести обязательные курсы по эксплуатации электротехники и микросетей в систему среднего профессионального образования;
- Создать мобильные учебные центры (на базе автоклассов) для обучения фермеров в отдаленных районах;

- Разработать цифровую платформу «Энерго-АПК», где аграрии смогут подать заявку на подключение, рассчитать потребность в мощности, получить консультацию и отслеживать статус своей инфраструктурной поддержки.

Несмотря на санкции, Россия сохраняет возможности сотрудничества с такими организациями, как Глобальный экологический фонд (ГЭФ), Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР) в рамках климатических проектов. Программы по «зеленой электрификации села» могут быть профинансированы за счет международных грантов и льготных кредитов. Уже есть примеры: в Республике Алтай реализуется проект по установке солнечных панелей на скотоводческих фермах при поддержке ГЭФ и ЮНЕП.

Техническое и энергетическое обновление АПК – это не просто закупка тракторов. Это системное переоснащение сельской инфраструктуры, которое требует координации, долгосрочных инвестиций и нового мышления. Без интеграции энергетики, техники, кадров и финансов любой прорыв останется недостижимым. Но при правильной политике уже к 2030 году Россия может создать устойчивый, энергоэффективный и технологически оснащенный агрокомплекс, способный конкурировать на мировом уровне [5].

Устаревшие парки техники и энергетическая изоляция – это не две отдельные проблемы. Это единый системный сбой, вызванный долголетней пренебрежительной политикой в отношении сельской инфраструктуры. Пока мы будем закупать технику, не обеспечивая ее «энергетическим дыханием», – все усилия по модернизации АПК останутся декларациями.

Сельское хозяйство XXI века – это не только тракторы и комбайны. Это умные сети, электромобили, датчики, AI и стабильное электричество. Без интеграции этих элементов – никакой «технологический прорыв» невозможен.

Время перейти от разрозненных мер к целостной стратегии: «Энергия – как основа механизации». Только тогда АПК России сможет выйти на конкурентный уровень.

Список литературы

1. Степанова, Э. Н. Мотивационный механизм как фактор стратегии устойчивого экономического развития АПК / Э. Н. Степанова // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XVII Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 16–18 марта 2022 года. Том часть 3. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 250-256. – EDN WCMQUU.

2. Ткаченко, И. В. Обоснование выбора направления управления земельными ресурсами сельскохозяйственного предприятия / И. В. Ткаченко, Э. Н. Степанова // Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата : Материалы IV Международной научно-практической интернет-конференции, Новочеркасск, 24–26 апреля 2023 года. – Новочеркасск: ООО "Лик", 2023. – С. 420-425. – EDN NGNXXN.

3. Прочий, Д. В. Использование элементов моделирования работы мелиоративных насосных станций при переходных гидравлических режимах / Д. В. Прочий, Е. А. Волкова, В. И. Коржов // Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата : Материалы IV Международной научно-практической интернет-конференции, Новочеркасск, 24–26 апреля 2023 года. – Новочеркасск: ООО "Лик", 2023. – С. 59-64. – EDN QQENNM.

4. Волкова, Е. А. Особенности использования дождевальной техники на мелиоративных системах РФ / Е. А. Волкова, В. И. Коржов, Т. В. Матвиенко // Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата : Материалы IV Международной научно-практической интернет-конференции, Новочеркасск, 24–26 апреля 2023 года. – Новочеркасск: ООО "Лик", 2023. – С. 17-23. – EDN NANJIJA.

5. Волкова, Е. А. Анализ дождевальной техники: состояние и перспективы развития / Е. А. Волкова, А. А. Гладченко // Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата: Материалы Международной научно-практической интернет-конференции, Новочеркасск, 21–23 апреля 2025 года. – Новочеркасск: Лик, 2025. – С. 27-32. – EDN YTXPPF.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ОТВОЛАЖИВАНИЯ ЗЕРНА

Погребнов Роман Станиславович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: romanpogrebnov@mail.ru

Научный руководитель: Семенов Александр Викторович, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: semenov02101960@mail.ru

Аннотация. В современных условиях для успешного функционирования агропромышленного комплекса крайне важно обеспечить высокое качество кормов для животных. Для повышения эффективности переработки зерна в сельском хозяйстве применяются разнообразные технологии, которые подготавливают сырье и гарантирует высокое качество кормового продукта. В данной статье автор описывает усовершенствованное устройство для увлажнения зерна, которое способствует равномерному распределению влаги по всем частям бункера, как в вертикальной плоскости так и горизонтальной.

Ключевые слова: животноводство, корм, влажность, устройство для увлажнения зерна, повышение усвояемости.

METHODS OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF GRAIN DRYING PROCESS

Pogrebnov Roman Stanislavovich, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: romanpogrebnov@mail.ru

Scientific Supervisor: Semenov Aleksandr Viktorovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: semenov02101960@mail.ru

Abstract. In today's conditions, it is crucial to ensure the high quality of animal feed for the successful functioning of the agro-industrial complex. To enhance the efficiency of grain processing in agriculture, various technologies, methods, and techniques are employed to prepare the raw materials and guarantee the high quality of the feed product. In this article, the author describes an improved grain moistening device that promotes the uniform distribution of moisture throughout the bunker, both vertically and horizontally.

Keywords: livestock, feed, moisture, grain humidification device, improving digestibility

Эффективность животноводства и птицеводства напрямую зависит от наличия в корме всех необходимых питательных веществ. Основным фактором, обеспечивающим высокую продуктивность животных и птиц, является сбалансированное кормление, что требует разработки технологий для производства качественных кормов [1,8].

Зерно злаковых и бобовых культур является важным компонентом кормов, неполноценный рацион не только снижает продуктивность, но и увеличивает затраты на корма для получения единицы продукции.

Технологии подготовки кормов должны быть ориентированы на максимальное усвоение энергии животными. Для повышения усвояемости зернового сырья необходимо разрушить его оболочку и эндосперм, что достигается путем различных методов: измельчения, плющения, экструдирования, проращивания и других.

Одним из способов подготовки зерна к скармливанию является его экструдирование, которое полностью исключает образование пыли. Экструдированный корм обладает

улучшенной структурой, что способствует лучшему восприятию пищеварительной системой и повышает усвояемость питательных веществ [3,4,6,7].

Для получения качественного экструдата зерно должно иметь оптимальную влажность, экспериментальные исследования показывают, что в процессе экструдирования влажность должна составлять 14–15% [2]. В настоящее время одним из популярных методов достижения нужной влажности зерна является его увлажнение в бункерах. Однако производственный опыт показывает, что равномерное смачивание зерна по вертикали бункера не всегда удается обеспечить.

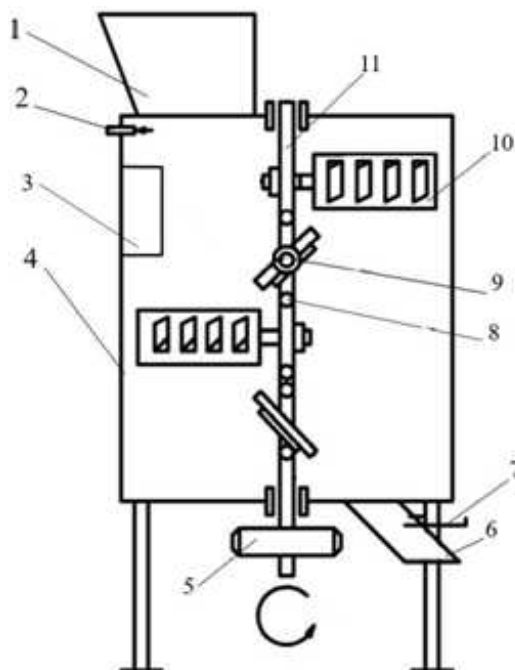
Поэтому целью исследования является повышение эффективности отволаживания зерна, путем перемешивания его в отволаживателе вращающимися рабочими органами после орошения водой.

В связи с поставленными задачами программа экспериментальных исследований включает:

1. Обоснование, разработку и подготовку оборудования для проведения исследований.
2. Исследование конструктивных и кинематических параметров отволаживателя.
3. Определение энергетических показателей работы отволаживателя.
4. Определение качественных показателей отволаживания зерна в зависимости от конструктивно-режимных параметров отволаживателя.

Экспериментальные исследования проводились на базе кафедры «Механизация и технический сервис в АПК», в Инжиниринговом центре института инженерных систем и энергетики ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».

Для проведения экспериментальных исследований по определению конструктивно-режимных параметров отволаживателя, изготовлена лабораторная установка для исследования процессов увлажнения и отволаживания зерна (рис 1), включающая бункер для загрузки зерна 1, вертикальный корпус 4, выгрузной патрубок 6 с шиберной заслонкой 7, на вертикальном валу 11 по образующей витка шнека через 90° закреплены лопасти 10 с возможностью поворота относительно вала на угол $\alpha=30-60^\circ$ в сторону противоположную направлению вращения, имеющие поперечные прорезы, образующие лепестки отогнутые в сторону противоположную рабочей поверхности лопастей [4].



- 1 - бункер для загрузки зерна;
2 - форсунка;
3 – смотровое окно;
4 – корпус установки;
5 –приводная звезда;
6 – выгрузной патрубок;
7 – заслонка подачи зерна;
8 – отверстие для установки лопастей;
9 – контргайка;
10 - лопасти;
11 - вал;

Рисунок 1 - Схема лабораторной установки для исследования процессов увлажнения и отволаживания зерна

Лопасть 10 крепится к валу 11 через отверстие для их установки 8. Фиксирование лопасти происходит при помощи контргайки 9. Для распыления воды внутри корпуса установки имеется форсунка 2

Лабораторная установка работает следующим образом. Вращение лопастей, расположенных по образующей витка шнека, способствует перемещению зерна в сторону загрузки отволаживателя.

Наличие на лопастях прорезей с лепестками, отогнутыми в сторону противоположную рабочей поверхности лопастей, в зоне работы лопастей создает движение обрабатываемого зерна как к центру отволаживателя, так и от центра, что образует противоток и наложение слоев зерна друг на друга, это способствует равномерному распределению влаги в зерновках на всех участках бункера.

В процессе эксперимента определяли время отволаживания зерна и энергоемкость процесса. В качестве факторов влияющих на процесс отволаживания были приняты: шаг установки лопастей; угол наклона лопастей; обороты вала отволаживателя.

Список литературы

1. Дегтерев Г.П. Технологии и средства механизации животноводства: учебник: / Г.П. Дегтерев. –М: столичная ярмарка. 2010. – 384с.
2. Матюшев В.В. Исследование влияния влажности зерна на процесс экструзии и качество готовой продукции / В.В. Матюшев, А.В. Семенов, И.А. Чаплыгина, А.С. Миржигот, Р.С. Погребнов // Вестник КрасГАУ. 2022. №7. С. 228-234.
3. Матюшев В.В., Миржигот А.С., Семенов А.В., Чаплыгина И.А. Исследование режимов работы установки для отволаживания зерна // Вестник КрасГАУ. 2022. №12. С. 297-303.
4. Патент на полезную модель №201660 U1 Российская Федерация, МПК В02В 1/04, В02В 1/06. Устройство для переработки зерна; №2020114261; заявл. 07.04.2020; опубл. 28.12.2020 / Матюшев В.В., Семенов А.В., Чаплыгина И.А., Миржигот А.С., Мяснов Н.В; заявитель ФГБОУ “Красноярский ГАУ”.
5. Погребнов Р.С. Обзор кормов, применяемых для кормления скота в Красноярском крае / Р.С. Погребнов// XVI Всероссийская студенческая научная конференция «студенческая наука – взгляд в будущее», - Красноярск, 2021. – С. 12-14.
6. Погребнов Р.С. Обзор немеханических способов подготовки зерна к скармливанию животным / Р.С. Погребнов // IX Международная студенческая научная конференция «научно – образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века», - Ачинск, 2021. – С. 83-85.
7. Погребнов Р.С. Обзор оборудования для подготовки зерна к скармливанию механическими способами / Р.С. Погребнов // XVI Всероссийская студенческая научная конференция «студенческая наука – взгляд в будущее», - Красноярск, 2021. – С. 12-14.
8. Щеглов В.В. Корма: Приготовление, хранение, использование: справочник: / В.В. Щеглов, Л.Г. Боярский. – М.: Агропромиздат. 1990. – 255с.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ ХЛЕБНОЙ МАССЫ В МСУ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Скворцов Илья Игоревич, студент

Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

e-mail: Ilyaskv_06@mail.ru

Научный руководитель: Скворцов Игорь Петрович, кандидат технических наук, доцент

Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

e-mail: skvortsov767@mail.ru

Аннотация. В зерноуборочных комбайнах применяются автоматические системы контроля. Большая часть исполнительных механизмов МСУ (да и всего комбайна в целом) получают управляющее воздействие через модульные гидрораспределители с электромагнитным управлением. Это позволяет оператору эффективно следить за работой и управлять комбайном. Важно обеспечить постоянную, эффективную загрузку МСУ комбайна. Предлагаемая система состоит из: пьезоэлектрических датчиков, аналого-цифрового преобразователя, блока управления, компараторов, модульного гидрораспределителя, гидроцилиндра вариатора молотильного барабана, барабана, задающего устройства, датчика оборотов и информационно-задающего дисплея. Благодаря использованию предлагаемой системы обеспечивается постоянный контроль за изменением объема поступающей хлебной массы. Это позволит увеличить производительность уборочной машины при изменяющихся условиях работы.

Ключевые слова: система управления, зерноуборочный комбайн, молотильный барабан, домолот

AUTOMATIC BREAD MASS FEEDING CONTROL SYSTEM INTO THE THRESHING AND SEPARATING DEVICE OF A COMBINE HARVESTER

Skvortsov Ilya Igorevich, Student

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

e-mail: Ilyaskv_06@mail.ru

Scientific supervisor: Skvortsov Igor Petrovich, Candidate of Technical Sciences, Associated Professor

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

e-mail: skvortsov767@mail.ru

Abstract. Automatic control systems are used in combine harvesters. Most of the MSU's actuators (and indeed the entire combine as a whole) receive control action through modular hydraulic valves with electromagnetic control. This allows the operator to effectively monitor and control the combine. It is important to ensure a constant, efficient loading of the MSU of the combine. The proposed system consists of: piezoelectric sensors, an analog-to-digital converter, a control unit, comparators, a modular hydraulic distributor, a hydraulic cylinder for a threshing drum variator, a drum, a master device, a speed sensor and an information-setting display. Thanks to the use of the proposed system, constant monitoring of changes in the volume of incoming bread mass is ensured. This will increase the productivity of the harvester under changing operating conditions.

Keywords: control system, combine harvester, threshing drum, house hammer

В современные машины и технику повсеместно внедряют автоматические системы на основе искусственного интеллекта, что позволяет оператору следить за работой и управлять (в том числе дистанционно) различными сельскохозяйственными машинами и комбайнами. На большинстве эксплуатируемых в нашей стране зерноуборочных комбайнах, практически большая часть исполнительных механизмов МСУ (да и всего комбайна в целом) получают

управляющее воздействие через модульные гидрораспределители с электромагнитным управлением. Это позволяет полноценно следить за работой машины и вносить корректировки в настройку рабочих параметров систем при изменяющихся условиях работы, в том числе автоматически (а в перспективе дистанционно, с контролем в специальном центре обработки информации).

Чтобы повысить производительность комбайна при уборке зерновых культур и «выжать» из него не только все технические, но и заложенные технологические возможности, важно обеспечить постоянную и эффективную загрузку молотильно-сепарирующего устройства (МСУ) зерноуборочного комбайна. Для достижения указанной цели необходимо внедрить и использовать систему управления величиной подачи хлебной массы в МСУ комбайна, функциональная схема которой представлена на рисунке 1 [6,7,8].

Принцип функционирования системы, а также алгоритм корректировки объема подаваемого потока массы в МСУ за счет корректировки рабочей скорости движения комбайна состоит в следующем: сигналы от пьезоэлектрических датчиков 1 (Д1) и 2 (Д2), 3 (ПД1) и 4 (ПД2) подаются на аналого-цифровой преобразователь 5 (АЦП), затем на блок управления 8 (БУ). Кроме того, электрические сигналы от пьезодатчиков 3 (ПД1) и 4 (ПД2) перед поступлением в блок управления 8 (БУ) регистрируются компараторами 6 (К1) и 7 (К2), а затем блок управления 8 (БУ) передает управляющее воздействие на модульный гидрораспределитель с электромагнитным управлением 10 (ГЭУ), который выдвигает (или задвигает) шток гидроцилиндра вариатора молотильного барабана 11 (ГЦМБ), уменьшая или увеличивая обороты барабана 12 (МБ) в устанавливаемом оператором диапазоне задающего устройства 9 (ЗУ) в зависимости от вида убираемой культуры и условий работы комбайна, при этом значение фактической частоты вращения молотильного барабана 12 (МБ) поступает от датчика частоты вращения молотильного барабана 13 (ДЧМБ) на блок управления 8 (БУ) и выводится на информационно-задающий дисплей 14 (ИЗД) [1,2,3,4,5].

При эксплуатации предлагаемой, новой системы корректировки величины подачи хлебной массы в молотилку комбайна (функционирующую совместно со штатными, рабочими системами управления и контроля технологического процесса), достигается четкий и эффективный контроль за изменением объема поступающей хлебной массы в молотильно-сепарирующее устройство зерноуборочного комбайна, что позволяет увеличить производительность уборочной машины за счет автоматической корректировки рабочей скорости движения при изменяющихся условиях работы.

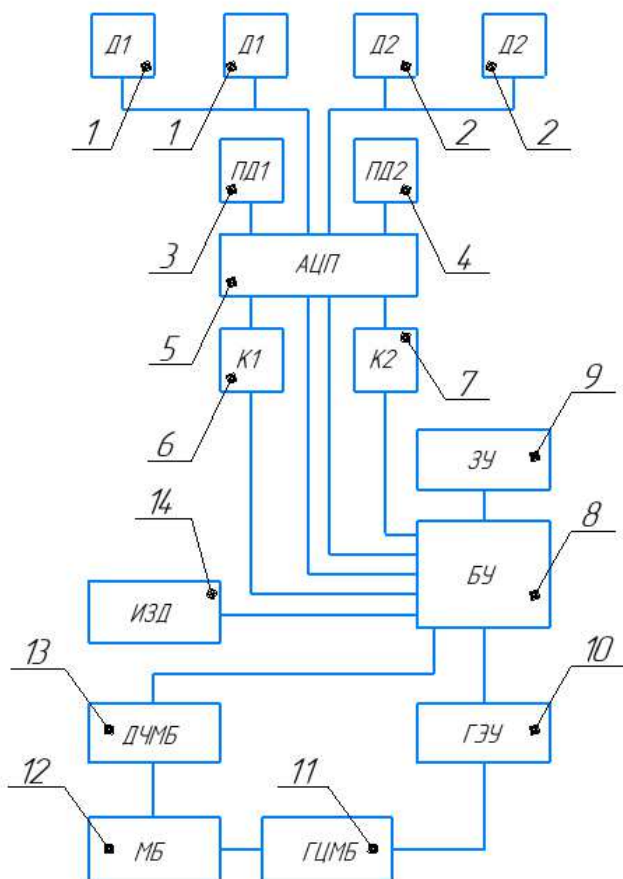


Рисунок 1 – Система автоматического управления подачей хлебной массы в МСУ зерноуборочного комбайна

Список литературы

1. Патент № 2266636 С1 Российская Федерация. Автоматическая система контроля / Ряднов А.И., Скворцов И.П., Рыльцов В.В. – Оpubл. 27.12.2005; Бюл. № 36.
2. Патент № 2711805 С1 Российская Федерация. Автоматическая система контроля загрузки наклонной камеры зерноуборочного комбайна / Ряднов А.И., Тронеv С.В., Скворцов И.П., Семченко А.В. – Оpubл. 22.01.2020; Бюл. № 3.
3. Патент № 2824794 С1 Российская Федерация. Автоматическая система контроля и управления ветро-решетной очистки зерноуборочного комбайна / Ряднов А.И., Скворцов И.П., Скворцова И.И., Скворцова А.В. – Оpubл. 13.08.2024; Бюл. № 23.
4. Патент № 2800598 С1 Российская Федерация. Автоматическая система контроля и управления настройками рабочих органов молотильно-сепарирующего устройства / Ряднов А.И., Скворцов И.П., Скворцов И.И. – Оpubл. 25.07.2023; Бюл. № 21.
5. Патент № 2544929 С1 Российская Федерация. Автоматическая система контроля и управления частотой вращения вентилятора / Ряднов А.И., Скворцов И.П., Тронеv С.В., Скворцова А.В., Прошин С.В. – Оpubл. 20.03.2015; Бюл. № 8.
6. А.И. Ряднов, С.В. Тронеv, И.П. Скворцов. Теоретическая оценка пропускной способности рабочих органов зерноуборочного комбайна // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 2(34). – С. 189-194.
7. И.П. Скворцов, А.В. Скворцова. Теоретическое обоснование автоматической системы контроля процесса повторного обмолота // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3 (55). – С. 388-397.
8. Скворцов, И.П. Повышение качества работы молотильно-сепарирующего устройства комбайна Дон-1500Б за счет применения системы контроля процесса повторного обмолота: дис. ... канд. техн. наук / И.П. Скворцов. – Волгоград, 2005. – 165с.

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАСОЛЕНИЯ И ЭРОЗИИ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ
ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА НА ПРИМЕРЕ КУБАНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ**

Тихонов Иван Сергеевич, студент

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина

e-mail: tikhonov28e8@mail.ru

Муха Данил Викторович, студент

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина

e-mail: danilmyxa2018@gmail.com

Научный руководитель: Романова Анна Сергеевна, ассистент

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина

e-mail: Any30082002@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются энергоэффективные гидротехнические системы как инструмент борьбы с засолением и эрозией почв в условиях изменяющегося климата на примере Кубанской низменности. Анализируются современные подходы к управлению водными ресурсами. Особое внимание уделяется инновационным технологиям, способствующим устойчивому развитию сельского хозяйства и снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду. Приводятся практические примеры внедрения гидротехнических систем в регионе, а также данные об их эффективности.

Ключевые слова: энергоэффективность, гидротехнические системы, засоление почв, эрозия

**ENERGY-EFFICIENT HYDRAULIC SYSTEMS FOR PREVENTING SALINIZATION
AND EROSION OF SOILS IN A CHANGING CLIMATE, USING THE EXAMPLE
OF THE KUBAN LOWLAND**

Tikhonov Ivan Sergeevich, Student

Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin

e-mail: tikhonov28e8@mail.ru

Mukha Danil Viktorovich, Student

Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin

e-mail: danilmyxa2018@gmail.com

Scientific supervisor: Romanova Anna Sergeevna, Assistant

Kuban State Agrarian University

e-mail: Any30082002@mail.ru

Abstract. Abstract. The article discusses energy-efficient hydraulic systems as a tool for combating salinity and soil erosion in a changing climate, using the example of the Kuban Lowland. It analyzes modern approaches to water resource management. Special attention is given to innovative technologies that promote sustainable agricultural development and reduce the anthropogenic load on the environment. The article provides practical examples of the implementation of hydraulic systems in the region, as well as data on their effectiveness.

Keywords: energy efficiency, hydrotechnical systems, soil salinization, erosion

Кубанская низменность – один из важнейших сельскохозяйственных регионов Российской Федерации, исторически считающийся "житницей" страны, расположенная в южной части России, между Азовским морем и предгорьями Кавказа, эта территория характеризуется уникальными природными условиями: теплым климатом, длительным вегетационным периодом и, самое главное, наличием мощных черноземных почв, которые

обеспечили высокие урожаи зерновых, масличных культур, овощей и фруктов. плодовые культуры на протяжении веков [1]. Однако в последние десятилетия интенсивное использование земельных ресурсов, связанное с глобальным изменением климата, поставило под угрозу само существование этой аграрной системы. Сегодня Кубанская низменность сталкивается с двумя взаимосвязанными и взаимоусиливающими экологическими проблемами-засолением и эрозией почв. Эти процессы не только снижают продуктивность сельскохозяйственных угодий, но и несут долгосрочные риски для продовольственной безопасности, биоразнообразия и устойчивого развития региона в целом.

Засоление почвы – это процесс накопления растворимых солей в верхнем слое почвы, что делает ее непригодной для выращивания большинства сельскохозяйственных культур. На Кубанской низменности засоление происходит в основном в результате антропогенного воздействия, в первую очередь, из-за неэффективного использования воды [2]. В условиях жаркого климата и частых засух многие фермеры вынуждены прибегать к искусственному орошению. Однако традиционные методы орошения, такие как затопление полей или поверхностное орошение, приводят к значительной потере воды из-за испарения. Вода, испаряясь, оставляет в почве соли, которые постепенно концентрируются в корнесодержащем слое. Со временем это приводит к повышению осмотического давления в почвенном растворе, что затрудняет поглощение растениями воды и вызывает их угнетение или гибель [3, 4]. Проблема засоления особенно остро стоит в районах, где наблюдается повышение уровня грунтовых вод, например, из-за нарушения естественного дренажа или чрезмерного орошения без учета гидрогеологических особенностей местности. В таких условиях минерализованные грунтовые воды поднимаются ближе к поверхности, и соли начинают поступать в почву не только с поливной водой, но и из недр. В результате даже самые плодородные черноземы могут превратиться в солончаки, непригодные для сельского хозяйства.

Параллельно с засолением развивается еще одна серьезная угроза - эрозия почв. Эрозия - это процесс разрушения и удаления верхнего плодородного слоя почвы под воздействием воды или ветра. На Кубанской низменности активно проявляются оба вида эрозии - водная и ветровая, особенно в последние годы, когда климат стал более экстремальным. Учащение засухи делает почву сухой, рыхлой и уязвимой для ветровой эрозии. Сильные ветры, характерные для степных районов Кубани, легко поднимают и забирают мелкие частицы почвы, обедняя землю гумусом и питательными веществами [5]. В то же время, когда после длительной засухи идут проливные дожди, вода не успевает впитаться в пересохшую, уплотненную почву и начинает стекать по поверхности, размывая верхний слой и образуя промоины и балки. Склоны, на которых вспашка производится без соблюдения контурных линий или без применения противозерозионных агротехнических приемов, особенно подвержены водной эрозии. Таким образом, климатические изменения, увеличение амплитуды осадков, увеличение числа засушливых периодов и экстремальных погодных явлений-выступают мощным ускорителем эрозионных процессов.

Стоит подчеркнуть, что засоление и эрозия не являются изолированными явлениями. Они взаимно усиливают друг друга. Например, соленые почвы часто теряют свою структурную стабильность: соли разрушают почвенные агрегаты, делая их более восприимчивыми к выдуванию и вымыванию. В свою очередь, эрозия ускоряет истощение почвы, снижает ее способность удерживать влагу и питательные вещества, что заставляет фермеров использовать орошение еще более интенсивно и, таким образом, еще больше способствует засолению. Получается замкнутый круг, разорвать который можно только при наличии комплексного подхода к управлению земельными и водными ресурсами.

В этом контексте особую роль играют современные энергоэффективные гидротехнические системы. Они представляют собой не просто техническую модернизацию ирригационной инфраструктуры, но и фундаментальный сдвиг в парадигме использования воды в сельском хозяйстве от максимизации объемов до оптимизации качества и точности. Капельное орошение, например, позволяет подавать воду непосредственно в корневую зону

растений в строго дозированном количестве [6]. Это не только экономит воду (до 30-50 % по сравнению с традиционными методами), но и сводит к минимуму испарение, а, следовательно, и накопление солей. Современные системы оснащены датчиками влажности, температуры и даже солевого состава почвы, что позволяет корректировать режим орошения в режиме реального времени. Такие технологии особенно эффективны в условиях Кубанской низменности, где вода является ценным и все более дефицитным ресурсом.

Кроме того, важно восстановление и модернизация дренажных систем. Правильно спроектированный дренаж не только предотвращает застой воды и затопление полей, но и контролирует уровень воды, не позволяя им подниматься слишком близко к поверхности. Это особенно верно в низинных районах, где особенно высок риск вторичного засоления. Современные дренажные сети могут быть интегрированы с системами сбора и повторного использования дренажных вод, что еще больше повышает эффективность использования ресурсов.

Однако сами по себе технологические решения не решат проблему, если они не будут сопровождаться изменением культуры ведения сельского хозяйства. Не менее важны агрономические мероприятия: внедрение севооборотов с включением солеустойчивых и почвозащитных культур, использование сидератов для восстановления структуры почвы, создание защитных лесополос, применение минимальной или нулевой обработки почвы. Все эти приемы направлены на сохранение почвенного покрова, повышение его устойчивости к внешним воздействиям и поддержание биологической активности. Также важно учитывать ландшафтные особенности каждого поля: желательно использовать террасирование или контурную обработку склонов, чтобы замедлить сток воды и снизить эрозионную активность.

Ключевую роль здесь играет государственная поддержка. Развитие устойчивого сельского хозяйства требует значительных инвестиций, которые не всегда возможны для отдельных фермерских хозяйств, особенно малых и средних. Поэтому необходимы механизмы стимулирования-субсидии на приобретение современного оборудования, гранты на внедрение ресурсосберегающих технологий, образовательные программы для фермеров, научная и консультационная поддержка. Также важно развивать мониторинг состояния почв на региональном уровне: только при наличии точных данных о динамике засоления и эрозии можно своевременно принимать управленческие решения и корректировать агрополитику. В заключение следует подчеркнуть, что Кубанская низменность находится на перепутье: либо она продолжит путь интенсивного, но истощающего ресурсы земледелия, рискуя в ближайшие десятилетия крупномасштабной деградацией почв и падением урожайности, либо будет опираться на устойчивое, экологически ориентированное сельское хозяйство.

Список литературы

1. Романова, А. С. Совершенствование мероприятий при реконструкции водопроводящих сооружений / А. С. Романова, А. А. Руденко, М. А. Бандурин // Экология речных ландшафтов : Сборник статей по материалам VI Международной научной экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 года / Отв. за выпуск Н.Н. Мамась. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 166-172.
2. Романова, А. С. Воздействие опасных природных процессов на берегозащиту побережья Краснодарского края / А. С. Романова, А. А. Руденко, М. А. Бандурин // Экология речных ландшафтов : Сборник статей по материалам VI Международной научной экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 года / Отв. за выпуск Н.Н. Мамась. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 149-156.
3. Бандурин, М. А. Совершенствование режимов орошения для повышения экологических свойств почв степных агроландшафтов / М. А. Бандурин, А. С. Романова // Экология речных ландшафтов : Сборник статей по материалам VI Международной научной

экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 года / Отв. за выпуск Н.Н. Мамась. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 33-38.

4. Малышева, Н. Н. К вопросу развития мелиорации в степной зоне Краснодарского края / Н. Н. Малышева, С. Н. Якуба, А. Е. Хаджиди // Рисоводство. – 2021. – № 4(53). – С. 66-73. – DOI 10.33775/1684-2464-2021-53-4-66-73.

5. Волосухин, В. А. Мониторинг водопользования на юге России в условиях роста техногенных нагрузок и климатических изменений / В. А. Волосухин, М. А. Бандурин // Технологии очистки воды "ТЕХНОВОД-2016" : Материалы IX Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 05–07 октября 2016 года. – Ростов-на-Дону: ООО "Лик", 2016. – С. 39-42.

6. Критический анализ инженерной защиты Нижней Кубани в условиях возрастающего дефицита оросительной воды из-за климатических изменений / И. А. Приходько, М. А. Бандурин, В. А. Волосухин, А. А. Руденко // Мелиорация и гидротехника. – 2022. – Т. 12, № 4. – DOI 10.31774/2712-9357-2022-12-4-317-332.

ВЫСОКОМОБИЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ЦИФРОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ АПК В УСЛОВИЯХ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Худяков Матвей Васильевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: hudyackov.matvei@yandex.ru

Научный руководитель: Полюшкин Николай Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: nigenn@mail.ru

Аннотация. Анализ мобильных комплексов (дропопорты) для сельскохозяйственных БАС и их применимость в условиях Сибири и Дальнего Востока. Существующие решения классифицированы на три класса: прицепные, интегрированные на грузовом шасси и контейнерные. На основе сравнительного анализа по ключевым критериям (автономность, проходимость, функциональность) доказано, что для удаленных агроландшафтов наиболее эффективны интегрированные комплексы (Класс 2). Сформулированы требования к перспективным разработкам, включая климатическую адаптацию и унификацию. Мобильные дропопорты определяются как ключевой элемент цифровой инфраструктуры АПК для зон рискованного земледелия.

Ключевые слова: высокомобильный транспортно-технический комплекс (ВТТК); беспилотные авиационные системы (БАС); агродроны; мобильный дропорт; цифровизация АПК; точное земледелие; автономность.

HIGHLY MOBILE TRANSPORT AND TECHNICAL COMPLEXES AS A KEY ELEMENT OF THE DIGITAL INFRASTRUCTURE OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX IN SIBERIA AND THE FAR EAST

Khudyakov Matvey Vasilyevich, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: hudyackov.matvei@yandex.ru

Scientific supervisor: Polyushkin Nikolay Gennadievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: nigenn@mail.ru

Abstract. This article analyzes mobile complexes (droneports) for agricultural Unmanned Aerial Systems (UAS) and their applicability in the conditions of Siberia and the Far East. Existing solutions are classified into three categories: trailer-based, integrated on a truck chassis, and container-based. Based on a comparative analysis of key criteria (autonomy, mobility, functionality), it is proven that integrated complexes (Class 2) are the most effective for remote agricultural landscapes. Key requirements for future developments are formulated, including climate adaptation and standardization. Mobile droneports are defined as a crucial element of the digital infrastructure for the agro-industrial complex in risk farming zones.

Keywords: Highly mobile transport and technical complex (HMTTC); unmanned aerial systems (UAS); agricultural drones (agri- drones); mobile drone port; digitalization of the agro- industrial complex (AIC); precision farming (precision agriculture); autonomy

Исследования и публикация статьи выполнены при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» и предприятия ООО «Борус» в ходе выполнения проекта 20250423-09220 «Мобильный

комплекс (дропоорт) для транспортировки и эксплуатации БАС сельскохозяйственного назначения в условиях Сибири и Дальнего Востока»

Развитие цифровых технологий в агропромышленном комплексе (АПК) открывает новые возможности для повышения эффективности растениеводства. Одним из ключевых направлений является широкое внедрение беспилотных авиационных систем (БАС), применяемых для мониторинга посевов, точечного внесения агрохимикатов и удобрений. Рынок сельскохозяйственных дронов стремительно растет: его объем, по прогнозам, увеличится с 1,5 млрд долларов в 2022 году до 29,9 млрд долларов к 2032 году [6]. Однако в обширных и труднодоступных регионах России, таких как Сибирь и Дальний Восток, использование БАС вызывает серьезные затруднения.

Основные проблемы заключаются в неэффективности традиционных методов мониторинга и обработки, зависящих от слабо развитой дорожной сети и подверженных влиянию распутицы и экстремальных погодных условий.

Наземная техника, такая как опрыскиватели, обладает низкой транспортной скоростью и большой шириной захвата, что затрудняет работу на полях сложной конфигурации. При этом существующие решения для логистики БАС, часто основанные на прицепах или переоборудованных фургонах [1], не обеспечивают необходимой автономности и проходимости, требуют дополнительного транспорта для подвоза ресурсов и персонала и оказываются малоприспособленными для зон рискованного земледелия с удаленными угодьями (рис. 1).



Рисунок 1 - Прицепной комплекс с растворным узлом для агродрона Agras

В связи с этим возникает острая потребность в высококомбинированных, автономных и всепогодных решениях – мобильных дропоортах, способных стать передвижной инфраструктурой прямо на поле. Целью данной статьи является проведение системного анализа существующих и перспективных концепций мобильных комплексов для БАС сельскохозяйственного назначения, выявление ключевых тенденций, проблем и ограничений их применения, а также оценка эффективности различных подходов с точки зрения адаптации к условиям Сибири и Дальнего Востока.

Цель проекта – разработка комплекта конструкторской, технической и технологической документации, необходимой для изготовления, испытаний и последующей организации серийного производства высококомбинированного транспортно-технического комплекса (ВТТК), предназначенного для транспортировки и эксплуатации беспилотных авиационных систем (БАС) сельскохозяйственного назначения в условиях агроландшафтов Сибири и Дальнего Востока.

Для проведения сравнительного анализа мобильных комплексов были определены следующие ключевые критерии:

1. Автономность: Оценивалась по запасу хода (не менее 350 км), продолжительности автономной работы в поле (2-6 суток), а также емкости для топлива и рабочих растворов (1800-3000 л);

2. Мобильность/Прокладимость: Учитывались тип шасси (полноприводное 4x4/6x6), дорожный просвет (не менее 315 мм), угол преодолеваемого подъема (не менее 30%) и общая способность передвигаться по бездорожью;

3. Функциональность: Анализировалась совокупность выполняемых функций: транспортировка БАС, наличие мастерской для ремонта и обслуживания, жилого модуля для

экипажа, операционного центра, генератора, растворного узла и цистерны для агрохимикатов;

4. Стоимость владения: Рассматривались ожидаемые показатели снижения себестоимости обработки на 8%, сокращение сроков на 15%, уменьшение повторных обработок на 40%;

5. Климатическая адаптивность: Оценивалась работоспособность комплекса при отрицательных температурах (до -15°C) и в условиях осадков, характерных для сибирского климата.

В качестве источников данных использовались открытые материалы производителей, научные публикации по точному земледелию и метрологии БПЛА, патенты на стационарные и мобильные дронопорты, а также данные отраслевой аналитики от Минсельхоза РФ, портала «Агроинвестор» и ассоциаций, таких как «Аэронекст» и «Союз беспилотной сельхозавиации».

На основе проведенного анализа существующие и разрабатываемые мобильные комплексы можно классифицировать на три основных класса.

Класс 1: Мобильные командные пункты и мастерские (на базе прицепов).

Этот класс представлен решениями компаний, таких как ООО «РАЙТ ГРУПП» (BR-Lab), ПАО «Козельский механический завод» и ООО «Кемперус» [4]. Эти комплексы представляют собой прицепы, оснащенные местами для хранения одного-двух БАС (например, DJI Agras T30/T40), а иногда и растворным узлом. Они предназначены для перевозки дронов и организации базового сервиса (рис. 2).

Данные решения имеют ряд существенных недостатков. Во-первых, они обладают крайне низкой проходимостью, рассчитаны исключительно на дороги с твердым покрытием и требуют буксирующего автомобиля, что делает их вторичными в логистической цепочке.

Во-вторых, в них отсутствует жилой модуль, что усложняет длительную работу в поле. В-третьих, они не являются автономными, поскольку не могут перевозить значительные объемы топлива и рабочих растворов, требуя постоянного подвоза ресурсов [3]. Таким образом, для условий Сибири и ДВ эти комплексы применимы только в ограниченных зонах с развитой инфраструктурой.

Класс 2: Интегрированные транспортно-пусковые платформы (на базе грузовых автомобилей).

Этот класс представляет собой наиболее перспективные решения. Комплекс представляет собой единое целое, построенное на базе мощного полноприводного грузового шасси (например, КамАЗ или Урал с колесной формулой 4x4 или 6x6). Ярким примером является проект Высокомобильного транспортно-технического комплекса (ВТТК) Красноярского ГАУ. Такой комплекс объединяет в себе все необходимые функции: транспортное средство, мастерскую для ремонта до 5 БАС (включая средние модели для обработки и легкие для мониторинга), жилой модуль для экипажа из 3-4 человек, генератор, операционный центр и большую цистерну (до 3000 л) для готовых рабочих смесей. Зарубежным аналогом является решение от HUBEI RUILI AUTOMOBILE CO., LTD (КНР), хотя оно ориентировано на более легкие БАС и не имеет крупной цистерны [6].

Комплексы этого класса демонстрируют высокую автономность, проходимость и всепогодность. Они способны самостоятельно добраться до удаленного поля и обеспечить автономную работу в течение нескольких дней, полностью исключая необходимость в

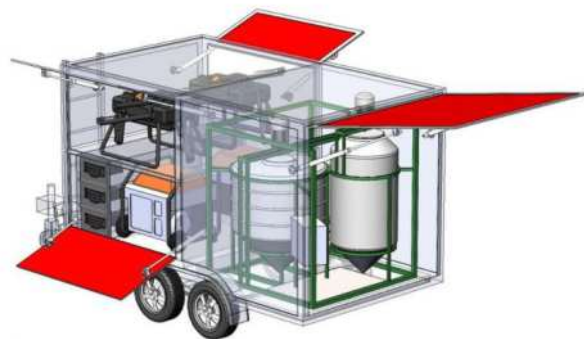


Рисунок 2 - Прицепной комплекс для двух БПЛА DJI Agras T30 производства компании BR-Lab.

дополнительной логистике. Это делает их наиболее перспективным решением для экстремальных дорожных условий Сибири и Дальнего Востока.

Класс 3: Контейнерные и модульные решения.

Этот класс включает в себя как стационарные дронопорты, размещенные в контейнерах, так и концепции мобильных решений, где оборудование размещается в нескольких транспортируемых контейнерах (рис. 4). Преимущество такого подхода – высокая стандартизация и возможность перевозки различными видами транспорта (ж/д, морской).

Несмотря на потенциальные преимущества, мобильные контейнерные решения для агродронов на рынке пока представлены слабо. Их главный недостаток для рассматриваемых регионов – логистические сложности [5]. Для доставки к месту работ дронопорту требуется мощный тягач и развитая инфраструктура, что недоступно в условиях распутицы и проселочных дорог Сибири и Дальнего Востока. Кроме того, сборка и разборка комплекса на месте занимает дополнительное время. Таким образом, этот класс в текущем виде не является оптимальным для оперативного обслуживания сельхозугодий в труднодоступных районах.



Рисунок 4 - Автономный дронопорт HIVE

Анализ позволил выявить несколько ключевых тенденций в развитии мобильных дронопортов:

1. Стремление к энергетической автономии: единая топливная система для двигателя, бортового генератора и системы отопления, что значительно упрощает логистику;
2. Унификация и модульность конструкции ВТТК. Например, унификацию узлов для шасси 4x4 и 6x6 и модульное строение фургона, что позволяет более гибко настраивать комплекс под различные задачи и упрощает ремонт;
3. Интеграция с системами точного земледелия. Современные комплексы позиционируются как элемент цифровой инфраструктуры, способной повысить урожайность на 5-25%.

Несмотря на положительные тенденции, существуют серьезные проблемы:

1. Высокая стоимость: разработка и производство таких комплексов требуют значительных инвестиций, что может стать барьером для многих хозяйств;
2. Отсутствие единых стандартов и неразвитость нормативной базы: главным риском является правовое регулирование полетов БАС среднего класса (массой свыше 20 кг). Основными проблемами которого является сложность в получении разрешений на полеты, ограничение полетных зон, отсутствие четких регламентов дронов сельскохозяйственного назначения;
3. Низкая ремонтпригодность в полевых условиях. Чтобы решить эту проблему, проекты делают акцент на использование серийных и хорошо известных шасси, ремонт которых возможен в условиях большинства сельхозпредприятий.

Главным ограничением, выявленным в ходе анализа, является недостаточная адаптация существующих решений к экстремальным климатическим условиям. Прицепные и многие контейнерные комплексы не рассчитаны на работу при минусовых температурах, сильных осадках и в условиях бездорожья, характерных для Сибири и Дальнего Востока. Проекты нового поколения, напротив, изначально проектируются с учетом этих факторов.

Для дальнейшего развития мобильных дронопортов рекомендуется сосредоточиться на следующих технических и экономических решениях:

- развитие гибридных энергоустановок, использующих дизельное топливо для генератора и электрическую тягу для вспомогательных систем, что повысит КПД и снизит шум;
- внедрение легких композитных материалов (например, алюмопластиковые сэндвич-панели) для снижения массы фургона и увеличения полезной нагрузки;
- разработка специализированных «холодных» версий комплексов с усиленным утеплением, предпусковыми подогревателями и системами защиты от обледенения, обеспечивающими надежную работу при температурах ниже -15°C .

При этом важно учитывать и экономическую составляющую. Обосновывать целесообразность создания отечественных аналогов, что позволит снизить стоимость и сократить сроки поставки. Внедрение комплексов типа ВТТК может привести к снижению себестоимости обработки на 8%, сокращению сроков работ на 15% и уменьшению повторных обработок на 40%. Такие показатели делают инвестиции оправданными для крупных агрохолдингов (от 12 тыс. га) и специализированных сервисных компаний.

Мобильные дронопорты должны рассматриваться не как изолированные единицы, а как элемент будущей сетевой цифровой инфраструктуры АПК. В идеальном варианте это создание сети таких передвижных станций технического обслуживания, которые смогут масштабируемо охватывать огромные территории Сибири, Дальнего Востока

Проведенный анализ показал, что эффективность различных классов мобильных комплексов для БАС сильно зависит от условий эксплуатации. Прицепные комплексы (Класс 1) являются экономически выгодным решением лишь для хозяйств с развитой инфраструктурой и небольшими площадями. Контейнерные решения (Класс 3), несмотря на свою универсальность, сталкиваются с непреодолимыми логистическими барьерами в удаленных регионах.

Наиболее перспективным и эффективным подходом для условий Сибири и Дальнего Востока является создание интегрированных транспортно-пусковых платформ на базе грузовых автомобилей (Класс 2). Подобные комплексы, сочетают высокую автономность, проходимость и комплексность, позволяя оперативно реагировать на изменения состояния посевов и не допускать человека к опасной зоне воздействия агрохимикатов.

На основе анализа можно сформулировать ключевые требования к дронопорту для данных регионов:

- базирование на серийном полноприводном грузовом шасси (4x4/6x6);
- автономность работы не менее 2-4 суток;
- комплексность: объединение функций транспорта, мастерской, заправки, жилья и операционного центра;
- совместимость с несколькими типами бас (средние агродроны для обработки и легкие для мониторинга);
- климатическое исполнение, обеспечивающее надежную работу при отрицательных температурах;
- высокая ремонтпригодность на базе сервисных центров сельхозпредприятий.

Список литературы

1. Концепция использования прицепов для логистики БАС [Электронный ресурс] // BR-Lab. – URL: <https://brlab.ru/scopes/dji-agras-t10-t30/pritsepnoy-kompleks-dlya-dvukh-bpla-dji-agras-t30/> (дата обращения: 13.11.2025).
2. Прицепной комплекс для двух БПЛА DJI Agras T30 [Электронный ресурс] / ООО «ПАЙТ ГРУПП» (BR-Lab). – URL: <https://brlab.ru/scopes/dji-agras-t10-t30/pritsepnoy-kompleks-dlya-dvukh-bpla-dji-agras-t30/> (дата обращения: 13.11.2025).

3. Прицепной комплекс для агродронов с растворным узлом [Электронный ресурс] / ПАО «Козельский механический завод». – URL: <https://komz.ru/catalog/pritsepi-dlya-agrodronov-dronoport-mrk-rostok/> (дата обращения: 13.11.2025).
4. Прицепные решения для перевозки БПЛА [Электронный ресурс] / ООО «Кемперус». – URL: <https://kemperus.ru/goszakaz/> (дата обращения: 13.11.2025).
5. Официальный YouTube-канал HIVE [Электронный ресурс]. – URL: https://www.youtube.com/channel/UCO1f0Bf_o9JSJ74HZKljuqw (дата обращения: 13.11.2025).
6. Drone transport vehicle 4X4 6X4 used for UAV transfer remote support [Электронный ресурс] / HUBEI RUILI AUTOMOBILE CO., LTD (КНР). – URL: <https://clw-vehicle.en.made-in-china.com/product/cQCUKYZvMjkW/China-Drone-Transport-Vehicle-4X4-6X4-Usedfor-Uav-Transfer-Remote-Support.html> (дата обращения: 13.11.2025).

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ И УМЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

Худяков Матвей Васильевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: hudyackov.matvei@yandex.ru

Научный руководитель: Романченко Наталья Митрофановна, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: girenkov@mail.ru

Аннотация. В процессе прохождения производственной технологической практики студенты направления обучения «Агроинженерия» закрепляют полученные теоретические знания по современным машиностроительным технологиям, таким, как сварочное, слесарное, токарное производство. Кроме этого, практиканты должны приобрести умения, которые помогают решать многочисленные технические проблемы, возникающие при эксплуатации и ремонте сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства. В статье описан опыт прохождения производственной практики в одном из предприятий агропромышленного комплекса Сибири.

Ключевые слова: агроинженерия, студенческая производственная технологическая практика

OBTAINING PROFESSIONAL SKILLS AND ABILITIES IN THE PROCESS OF INDUSTRIAL TECHNOLOGICAL PRACTICE

Khudyakov Matvey Vasilyevich, Student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: hudyackov.matvei@yandex.ru

Scientific supervisor: Romanchenko Natalia Mitrofanovna, Candidate of technical science, Associate professor

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: girenkov@mail.ru

Abstract. During their industrial engineering internship, students majoring in Agricultural Engineering consolidate their theoretical knowledge of modern mechanical engineering technologies, such as welding, metalworking, and turning. Additionally, interns must acquire skills that help solve numerous technical problems that arise during the operation and repair of agricultural machinery and process equipment for the production and primary processing of crop and livestock products. This article describes the experience of completing an industrial internship at a Siberian agro-industrial complex.

Keywords: agricultural engineering, student industrial technological practice

Бакалавр-агроинженер в своей профессиональной деятельности должен продемонстрировать не только приобретенные в процессе обучения в университете знания, но и воспользоваться умениями и навыками при решении возникающих технических проблем при эксплуатации и ремонте сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства.

Необходимые знания современных машиностроительных технологий приобретаются студентами нашего аграрного университета при изучении общеинженерных дисциплин, в первую очередь «Технологии конструкционных материалов» [1, 2], а также при прохождении учебной технологической практики в лабораториях сварки, слесарной и токарной обработки, снабженных современным оборудованием:

- станок металлорежущий DMM 7550 CW;
- станки токарно-винторезные X32100 с УЦИ и Z50100H DRO RFS;
- станок электроэрозионный проволочно-вырезной с ЧПУ струйного типа DK7745SE DRO;
- станок токарно-фрезерный MML 2870 MV;
- сварочное оборудование: универсальный многопостовой сварочный комплекс, установка лазерной сварки Ray Mark SLS-Fiber 2000;
- универсальный многопостовой сварочный комплект (УМСК);
- оптоволоконный лазер MLF-3015R 3000W.

Профессиональные умения и навыки приобретаются в первую очередь при прохождении производственных практик, в их числе производственной технологической практики, целью которой является закрепление и углубление теоретических знаний и умений по материаловедению, технологии конструкционных материалов, механической обработке металлов, по технологии сварки и сварочному оборудованию [3].

В результате прохождения производственной технологической практики мы должны:

- знать: современные способы получения материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств; строение и свойства материалов; сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий; методы формообразования и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности;

- уметь: подбирать способы и режимы обработки металлов (сваркой, резанием и др.) для изготовления различных деталей; оценивать и прогнозировать состояние материалов и причин отказов деталей под воздействием на них различных эксплуатационных факторов; выбирать рациональный способ получения заготовок, исходя из заданных эксплуатационных свойств; применять средства измерения для контроля качества продукции и технологических процессов; разрабатывать мероприятия по повышению безопасности и экологичности производственной деятельности.

- владеть: методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов; методами контроля качества продукции и технологических процессов; средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов [3].

Производственную технологическую практику автор проходил в ООО «Птицефабрика «Улыбино», первом за Уралом крупном предприятии по производству утиного мяса. Предприятие расположено в селе Улыбино Искитимского района Новосибирской области на площади 400 гектаров. В состав ООО входит дочерняя компания VEGA, специализирующееся на производстве комбикормов на собственных сельскохозяйственных угодьях. В распоряжении VEGA находится более 5000 гектаров земель сельскохозяйственного назначения. Для обработки пашни требуется большое разнообразие машинотракторного парка и агрегатов для возделывания почвы и не только (таблица 1).

Таблица 1 – Состав машинотракторного парка предприятия

Сельскохозяйственная техника	Автомобили	Специальная техника
Трактор Кировец K742M	УАЗ 3303	Фронтальный погрузчик SDLG 933S
Трактор Lovol Q1304	Газель «Соболь»	Телескопический фронтальный погрузчик SANY
Трактор БТЗ 254 К.20	Седелный тягач	

	Sitrak с полуприцепом Welthon	
Трактор Беларусь 82.1	Составной прицеп ТОНАР	
Трактор Ростсельмаш 2375 «Бюлер»		
Посевной комплекс FEAT AGRO S-13700		
Плуги и бороны типа БДТ 7		
Культиватор типа КПС		

Технологической производственной практике предшествовала учебная эксплуатационная практика в учебных лабораториях и оборудованном полигоне с использованием учебных тракторов и самоходных комбайнов. При прохождении этой практики я получил квалификацию тракториста-машиниста, что позволило выполнять производственные задания в ООО «Птицефабрика «Улыбино» в качестве механизатора.

Так, для ознакомления с тяжелыми тракторами мне разрешили работать на БТЗ. Моей задачей была транспортировка зерна с поля в складские помещения, для чего трактор был оснащен специальными навесным устройством «Серьга» для возможности агрегатирования перегрузочного прицепа Liliani. Моя работа заключалась в подъезде к уборочным комбайнам и загрузки собранного зерна. Зачастую из-за недостаточной мощности двигателя и ненагруженной задней части трактора мне приходилось забирать 3 бункера зерна с поля, что являлось менее эффективным, чем забор зерна с использованием «Кировца».

Трактор БТЗ среди рабочих имеет прозвище «семимесячный» или же «недоношенный» из-за странных технологических и технических решений. Из-за своих размеров подразумевается его использование как тяжелого трактора и выполнение на нем различных задач с использованием плугов и тяжелых борон, но из-за недостаточной мощности двигателя и слабой гидравлической системы трактор не может быть использован по назначению.

Тракторы Lovol это единственные иностранные трактора в компании. Страна изготовитель – Китай. За время прохождения практики мне удалось поработать на нем некоторое время. Мой рабочий трактор был оснащен гидравлическим подъемником грузов, к которому агрегатировался крюк для подъема big bag. Моими рабочими задачами были: выгрузка удобрений в больших мешках из бортового грузовика, составление этих мешков в зоне хранения, транспортировка и обеспечение посевного комплекса удобрениями. Так же, благодаря оснащению тяговым брусом, у меня была задача в доставке топливозаправщика на поля, где работают комбайны.

Так как это единственная иностранная модель, то было любопытно изучить его особенности и различия в инженерном подходе к проектированию узлов управления.

Стоит отметить, что китайские инженеры разрабатывают свою технику для максимального комфорта пользователя. Это можно заметить по обилию рычагов управления КПП и раздаткой. В тракторах Российского и Белорусского изготовления инженеры стараются задействовать один рычаг для управления сразу несколькими органами. Так же я заметил просторную кабину с множеством ниш и мест под размещение инструмента и личных вещей пользователя. Во время ознакомления с техникой мне показали подкапотное пространство и расположение основных элементов трансмиссии и ходовой части. Я заметил, что к основным элементам, требующим постоянное обслуживание есть оперативный доступ без надобности снимать или разбирать часть механизмов. Удобно расположены заливные горловины технических жидкостей с возможностью легкого их контроля

Беларус – самый старый представитель машинотракторного парка компании, на нем я проработал дольше всего и выполнял различные задачи, в зависимости от погодных и технологических условий. Основной моей задачей во время дождей была отсыпка полевых дорог для обеспечения беспрепятственному движению техники. Для этого трактор агрегатировался прицепом-самосвалом «Бурлак», который вмещал 3 тонны щебня.

Так же, как и Lovol, Беларусь был оснащен передним гидравлическим подъемником с крюком для big bag. Благодаря данному оснащению, в мои задачи входило приготовление смеси удобрений для внесения их на поля.

Некоторое время я посвятил выполнению индивидуальных заданий руководителя практики от университета:

1. Освоить и описать слесарное оборудование.
2. Освоить и описать основные слесарные операции, применяемые при ремонте сельскохозяйственной техники.

В процессе технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники освоены следующие основные виды слесарных операций: разметка, правка и гибка, рубка, резание, опиливание, сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы и другие.

Так как сельское хозяйство подразумевает работу в поле, то работа за специализированным верстаком и оборудованным местом – редкость. Большинство операций выполнялись мной в полевых условиях. Чаще всего я резал и сверлил металл во время изготовления импровизированных прокладок и вкладышей. Так же было немало случаев, когда требовалось восстановление резьбы на шпильках или в технологических отверстиях.

Несмотря на хорошее обеспечение запчастями, зачастую ощущался дефицит и приходилось изготавливать из металлолома шпильки, модифицировать пальцы кольцом, для удобного извлечения, сверлить в металле отверстия, делать в них резьбу для использования в качестве прокладки между навесным устройством и прицепным агрегатом.

Таким образом, в ходе производственной технологической практики я успешно освоил выполнение слесарных операций при ремонте сельскохозяйственной техники, управление тракторной техникой, ознакомился с технологическими процессами предприятия и принял активное участие в решении производственных задач. Особенно ценным для меня стало практическое применение теоретических знаний, полученных в процессе обучения и освоение новых.

Практика позволила мне:

- Освоить навыки управления различной сельскохозяйственной техникой.
- Изучить и успешно освоить основные слесарные операции, включая ремонт, наладку и регулировку отдельных узлов и деталей тракторов и других сельскохозяйственных механизмов.

- Освоить методы диагностики и настройки механизмов.

Среди положительных моментов практики хочу отметить:

- Профессиональный коллектив.
- Возможность практического применения полученных знаний.
- Разнообразие слесарных инструментов.
- Поддержку со стороны руководства и наставников.

Однако в процессе работы были выявлены некоторые проблемные моменты:

- Недостаточное количество необходимого инструмента.
- Сложности с обеспечением запасными частями.
- Ограниченные возможности для оперативного ремонта техники.

Несмотря на указанные трудности, практика оставила у меня исключительно положительное впечатление. Я приобрел ценный опыт работы и убедился в правильности выбранного профессионального пути. Планирую продолжить развитие в данной сфере и рассматриваю возможность дальнейшего трудоустройства в ООО Птицефабрика «Улыбино».

Считаю, что производственная технологическая практика была полезной и позволила мне сформировать необходимые профессиональные компетенции. Полученные навыки и знания планирую использовать в дальнейшей трудовой деятельности.

Список литературы

1. Романченко, Н.М. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Часть I. Материаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.М. Романченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск, 2019. - 329 с.
2. Романченко, Н.М. Материалы и технологии в машиностроении: учеб. пособие / Н.М. Романченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск, 2018. - 352 с.
3. Романченко, Н.М. Производственная технологическая практика [Электронный ресурс]: методические указания / Н.М. Романченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2023. – 37 с.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Баранова М.П., Ибрагимова Х.И. АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПОТЕРЬ И ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	3
Бастрон А.В., Бастрон Т.Н., Сидорский В.М. ПОВЫШЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКИХ ЖИЛЫХ ДОМАХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ	9
Васильев А.А., Богиня М.В., Лисунов О.В., Максимов И.С., Богиня Н.М. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АППАРАТА ТОЧНОГО ВЫСЕВА СЕМЯН РАПСА	14
Дебрин А.С., Заплетина А.В., Дебрина Т.А. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УЧЕБНОГО КОРПУСА АЧИНСКОГО ФИЛИАЛА ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ	18
Доржеев А.А., Доржеева Е.В. ПОДХОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ БИОДИЗЕЛЯ	23
Заплетина А.В., Дебрин А.С., Дебрина Т.А. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФСЭС ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УЧЕБНЫХ КОРПУСОВ АЧИНСКОГО ФИЛИАЛА ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ	27
Катаргин С.Н., Кайзер Ю.Ф., Кузнецов А.В. ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ И ПАРАМЕТРОВ ОЦЕНКИ ИНФОРМИРОВАННОСТИ И МОТИВИРОВАННОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ	31
Клинцова В.Ф. ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ РОСТА БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	36
Коваль М.В., Щеглов А.В., Бондарчук А.В., Панков А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ РЯДКОВЫХ СЕЯЛОК НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ	40
Кондрашов П.М., Павлова П.Л. ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА ДАВЛЕНИЯ В ГИДРАВЛИЧЕСКОМ БАКЕ ТРАКТОРА	44
Корнеева В.К., Капцевич В.М. НОВАЯ АЛЬТЕРНАТИВНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СВОЙСТВ МОТОРНОГО МАСЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА IMAGEJ	50
Коршун В.Н. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	56
Котов Р.А., Дорохин С.В. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК В АПК: ОБЗОР МЕТОДОВ ИЗ СФЕРЫ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА	60
Магомедов Ф.М., Меликов И.М., Гасанова Э.С., Магомедова Н.Ф., Кайзер Ю.Ф. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ШИНОМОНТАЖА ГРУЗОВОГО АВТОТРАНСПОРТА КАК ВАЖНОЕ УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ	64
Матюшев В.В., Медведев М.С. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФУРАЖОГО ЗЕРНА В КАЧЕСТВЕ КОРМА ДЛЯ ЖИВОТНЫХ	69
Полюшкин Н.Г., Батрак А.П., Полюшкина М.П. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ШАРНИРОВ КАРДАННЫХ ПЕРЕДАЧ	73
Романченко Н.М. СТУДЕНЧЕСКИЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ	77
Сазонова А.А., Кривоконев Е.Ю. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕХАНИЗАЦИИ АПК: АНАЛИЗ КРИТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	81
Селиванов Н.И., Запрудский В.Н. ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ КОЛЕСНЫХ 4К4Б ТРАКТОРОВ	86
Селиванов Н.И., Кузьмин Н.В., Кузнецов А.В. РАЦИОНАЛЬНОЕ БАЛЛАСТИРОВАНИЕ КОЛЕСНЫХ 4К4Б ТРАКТОРОВ В СОСТАВЕ АГРЕГАТОВ РАЗНОГО ТИПА	90
Семенов А.В., Чаплыгина И.А., Матюшев В.В., Карабухин Д.В. АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ КОРМОВ К ВСКАРМЛИВАНИЮ	97

Семенов А.Ф. МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТЕЙНЕРНОЙ ТЕПЛИЦЫ	101
Соколова И.В., Парциков М.Д. ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ АБИНСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ	106
Соколова И.В., Ермолин В.В. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	110
Соловской А.С., Пуляева О.Ю. АНАЛИЗ ГИБРИДНЫХ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ	114
Чебодаев А.В., Ефимова А.О. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ БАЗ ОТДЫХА	117
Шаршембиев Ж.С., Абдырахманов И.А., Сурапов А.К. ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ УНИЧТОЖЕНИЯ БОРЩЕВИКА: КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КОРЧЕВАТЕЛЯ-МУЛЬЧЕРА	124

СЕКЦИЯ 2. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Байкалова Л.П., Попов В.Ю. ВКЛАД СОРТА И СОРТООБРАЗЦА ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ В РОСТ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ	130
Байкалова Л.П., Самонов А.О., Вирченко Д.Ю. ВЛИЯНИЕ ДОЗЫ БИОДЕСТРУКТОРА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ	136
Барова Ч.С., Ульянова О.А. ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ФОСФОРИТНОЙ МУКИ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФОСФАТНОЕ И КАЛИЙНОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОСЕРОЙ ПОЧВЫ	141
Барыбкина Т.М. ЖИМОЛОСТЬ В МИНУСИНСКОЙ ЗОНЕ САДОВОДСТВА	145
Болдырева Л.М., Шакун А.А. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В СРАВНЕНИИ С МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ ДЛЯ БИОСТИМУЛЯЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ	149
Волкова Е.А., Гладченко А.А., Овдиенко С.Н. ОПТИМИЗАЦИЯ ВОДОСБЕРЕГАЮЩЕГО РЕЖИМА КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЗАСУШЛИВЫХ РЕГИОНОВ	152
Демиденко Г.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ЮГЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ	157
Иванов В.С., Чагин В.В. СОРТОВАЯ ОЦЕНКА РЕДИСА ПРИ ОСЕННЕМ ПОСЕВЕ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИИ	161
Карпюк Т.В. СИТИ-ФЕРМЫ – ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	166
Кондратьев В.М. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ СОИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ	170
Кураченко Н.Л., Казюлин Л.Ф., Колесник А.А., Власенко О.А. ВЛИЯНИЕ ЖИДКОЙ ФРАКЦИИ НАВОЗА НА СВОЙСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЕСТЕСТВЕННОГО СЕНОКОСА	173
Менщиков Н.Н., Чеченихина О.С. ВЛИЯНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НА ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ РАЗНЫХ ТИПОВ СТРЕССУСТОЙЧИВОСТИ	177
Мистратова Н.А. КРЫЖОВНИК: МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЯГОД В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ	181
Плеханова Л.В. ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ОТ СРОКОВ УБОРКИ	184
Полубедов С.Н., Белокрылова М.И. ЗАКОНЫ ФИЗИКИ В ВОПРОСАХ СОХРАНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ	187
Соколова И.В., Пук А.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖИМОВ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ МАЛЫХ ТЕПЛИЦ	191
Соколова И.В., Хмура В.Е. ТЕХНОЛОГИИ КАПЕЛЬНОГО И ПОДЗЕМНОГО ПОЛИВА – ПУТЬ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЮ	195
Ступницкий Д.Н., Колеснев Р.И., Павлов И.Ю. ВЛИЯНИЕ ДЕСТРУКТОРА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ «БИОКОМПОЗИТ-ДЕСТРУКТ» НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНА ЗЕРНОПАРОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА В УСЛОВИЯХ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И КУКУРУЗЫ)	199

Ульянова О.А., Однолько А.А. ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АГРОГЕННО ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ	204
Хатхоху Е.И., Лебедева Е.А. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТУРА УВЛАЖНЕНИЯ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ: ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВЫ И ИНТЕНСИВНОСТИ УВЛАЖНЕНИЯ	210
Хатхоху Е.И., Фомин Т.Н. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА В УПРАВЛЕНИИ ВОДНЫМ РЕЖИМОМ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ	215
Черепанова О.В. УРОЖАЙНОСТЬ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СОИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОПРЕПАРАТОВ НВП БАШИНКОМ В ОРГАНИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ	218
Черепанова О.В., Дегтярева С.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМ ПИТАНИЯ И ЗАЩИТЫ НА ОСНОВЕ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ ПО ОРГАНИЧЕСКИМ СТАНДАРТАМ	222

СЕКЦИЯ 3. ПРАКТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В АГРАРНОМ ВУЗЕ

Безрукова Н.П., Козловская А.В. О РЕАЛИЗАЦИИ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ХИМИИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	225
Бельц А.Ф., Микрюков И.А. ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ: ИНТЕГРАЦИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (ДЗЗ) И IoT-ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНЫЕ ПЛАНЫ	230
Возженникова Т.В., Конореев Р.В., Агафонова Е.В. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ У СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ	233
Долгих П.П. РОЛЬ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ «ШКОЛА-ВУЗ-ПРЕДПРИЯТИЕ»	237
Мартынова О.В., Михельсон С.В. ТЕХНИКА НЕЙРОЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА СТУДЕНТАМ ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ	241
Матюшев В.В., Семенов А.В., Чаплыгина И.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕМАТИКИ И СОДЕРЖАНИЯ МАГИСТЕРСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ	245
Михельсон С.В., Мартынова О.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА В ПРЕПОДАВАНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ	250
Носкова О.Е. ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ У СТУДЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	254
Слива М.Е. ЭТАПЫ ЗАНЯТИЯ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ ПРИ ОБУЧЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ЛЕКСИКЕ В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ	259
Чебодаев А.В., Павлова Д.А. МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И АППАРАТОВ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ»	263

СЕКЦИЯ 4. АСПЕКТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ АГРОИНЖЕНЕРИИ В РАБОТАХ СТУДЕНТОВ (КОНКУРС СТУДЕНЧЕСКИХ РАБОТ)

Алексеев А.А., Катаев Д.А., Булгаков Н.И. ЗАМЕНА КУЗОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН НА ПЛАСТИК	267
Егубцев Б.О., Карпенко Д.А. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НИЖНЕЙ КУБАНИ ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ И ЗАСОЛЕНИЯ	273
Искорнева А.В. КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ В ОТКРЫТОМ И ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ	277
Истомин Д.И. РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА С РУЧНЫМ РЫЧАЖНЫМ МЕХАНИЗМОМ РЕГУЛИРОВКИ ГЛУБИНЫ ХОДА	280
Карабухин Д.В. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ КОРМОВ НА СМЕСИТЕЛЕ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ТИПА	283
Ковалевская М.Ю. ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	286
Кузнецов М.А., Феактистов Ю.А., Голубцов П.А. ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	289

Любин Д.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД КАК УДОБРЕНИЯ	293
Любин Д.Ю. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ	299
Маслов Е.В. АДАПТАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ К ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ	304
Муравьев О.В. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОКРЫВНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТЕХНИКИ ОТ КОРРОЗИИ	308
Муха Д.В., Тихонов И.С. РОЛЬ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ВОДНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ	312
Овдиенко С.Н., Гладченко А.А. ДВОЙНОЙ УДАР ПО АГРАРНОМУ СЕКТОРУ: МОРАЛЬНЫЙ ИЗНОС МАШИН И ОТСУТСТВИЕ ЭНЕРГОИНФРАСТРУКТУРЫ	316
Погребнов Р.С. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ОТВОЛАЖИВАНИЯ ЗЕРНА	320
Скворцов И.И. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ ХЛЕБНОЙ МАССЫ В МСУ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА	323
Тихонов И.С., Муха Д.В. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАСОЛЕНИЯ И ЭРОЗИИ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА НА ПРИМЕРЕ КУБАНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ	326
Худяков М.В. ВЫСОКОМОБИЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ЦИФРОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ АПК В УСЛОВИЯХ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА	330
Худяков М.В. ПОЛУЧЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ	336

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ

Материалы VI международной научной конференции
(20 ноября 2025 г., г. Красноярск)

Ответственный за выпуск:

А.В. Коломейцев

Электронное издание

Издается в авторской редакции

Компьютерная верстка и дизайн – Д.Д. Харебин

Подписано в печать 20.03.2026. Регистрационный номер 256
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117