



Университет настоящих  
профессий

**Красноярский  
Государственный  
Аграрный  
Университет**

1952



## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ**

Материалы V Международной научной  
конференции

Красноярск, 21 ноября 2024 г. .

[www.kgau.ru](http://www.kgau.ru)

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



## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ**

Материалы V Международной научной конференции  
(21 ноября 2024 г., Красноярск)

*Электронное издание*

Красноярск 2025

**Ответственный за выпуск**

А.В. Коломейцев

**Редакционная коллегия**

Кузьмин Н.В. – к.т.н., директор Института инженерных систем и энергетики,  
Красноярский ГАУ

Бастрон А.В. – к.т.н., доцент, Красноярский ГАУ

Доржеев А.А. – к.т.н., Красноярский ГАУ

Карпюк Т.В. – к.б.н., доцент, Красноярский ГАУ

Козлов В.А. – к.т.н., Красноярский ГАУ,

Кузнецов А.В. – к.т.н., доцент, Красноярский ГАУ

Романченко Н.М. – к.т.н., доцент, Красноярский ГАУ

Семенов А.В. – к.т.н., доцент, Красноярский ГАУ

Харевин Д.Д. – ведущий специалист Управления науки и инноваций  
ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ

**Р 44 Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России** [Электронный ресурс]: материалы IV Международной научной конференции (21 ноября 2024 г., Красноярск) / Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2025. – 311 с.

В сборнике материалов представлены материалы V Международной научной конференции «Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России». Конференция проходила в Красноярском государственном аграрном университете 21 ноября 2024 г.

Предназначено для преподавателей, аспирантов, магистров и студентов сельскохозяйственных образовательных учреждений, специалистов сельского хозяйства.

ББК 74+72

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

## СЕКЦИЯ 1. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК 629.7.064.56

### ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИЕЙ С ПОМОЩЬЮ ГЕЛИОТРЕКЕРА

**Афанасьева Анастасия Олеговна**, студентка  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: afanasevaa931@gmail.com

**Чебодаев Александр Валериевич**, кандидат технических наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: ale-chebodaev@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается планирование научного эксперимента для увеличения выработки электрической энергии фотоэлектрической станцией с помощью гелиотрекера. Описываются теоретические основы и методы проведения исследования. Особое внимание уделяется анализу эффективности использования гелиотрекером для оптимизации угла наклона фотоэлектрических модулей в соответствии с положением Солнца.

**Ключевые слова:** Эксперимент, угол наклона, гелиотрекер, исследование, ФЭМ, оси вращения, план.

### PLANNING A SCIENTIFIC EXPERIMENT TO INCREASE THE GENERATION OF ELECTRICAL ENERGY BY A PHOTOVOLTAIC PLANT USING A SOLAR TRACKER

**Afanasyeva Anastasia Olegovna**, Student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: afanasevaa931@gmail.com

**Chebodaev Aleksandr Valerievich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: ale-chebodaev@yandex.ru

**Abstract.** The article discusses the planning of a scientific experiment to increase the generation of electric energy by a photovoltaic plant using a solar tracker. The theoretical foundations and methods of research are described. Special attention is paid to the analysis of the efficiency of using solar trackers to optimize the angle of inclination of photovoltaic modules in accordance with the position of the Sun.

**Keywords:** Experiment, tilt angle, heliotracker, research, FEM, axes of rotation, planets.

Солнечная энергетика перспективное направление возобновляемой энергетики, позволяющее улучшить экологическую обстановку. Актуальность применения фотоэлектрических станций (ФЭС) возрастает в местах, где нет электричества, автономная ФЭС может являться альтернативой сетевому электричеству. Однако для более широкого внедрения ФЭС в энергетику России, необходимо продолжать исследования, постоянно совершенствовать технологию, что позволит повысить эффективность ФЭС и снизит стоимость обслуживания и производства электрической энергии.

На основе проведенных научных исследований и опыта эксплуатации ФЭС, установлено, что большую часть времени фотоэлектрический модуль (ФЭМ) работает не в оптимальном режиме, за счет изменения угла падения солнечных лучей на поверхность ФЭМ в течение светового дня. Встаёт вопрос: возможно ли увеличить выработку ФЭМ с помощью каких-либо новых технологий, приемов или устройств? Следовательно, необходимо провести эксперимент с целью увеличения производительности и КПД ФЭС. Для этого был проведён литературный обзор, сбор данных из разных источников и выбран один из способов повышения выработки ФЭС. Была выдвинута гипотеза о том, что

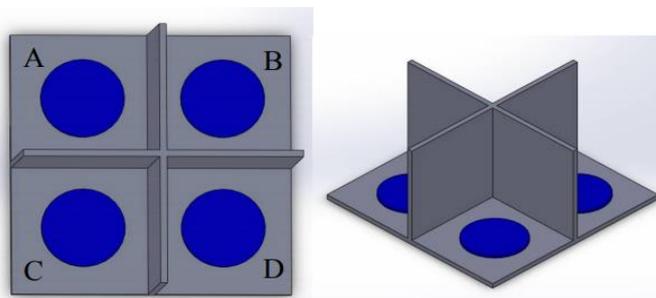
энергоэффективность ФЭМ зависит от угла наклона относительно солнца. Поэтому в качестве инструмента для эксперимента предлагается использовать гелиотрекер.

Солнечный трекер (Гелиотрекер) – это устройство, предназначенное для изменения положения ФЭМ в пространстве по мере движения солнца по небосклону. Гелиотрекер позволяет ориентировать ФЭМ относительно солнца оптимальным образом, что позволяет с большей эффективностью использовать его в течение светового дня, что повышает выработку электрической энергии ФЭМ при той же мощности. По результатам проведенного литературного обзора, имеются сведения, что применение гелиотрекеров различных конструкций, позволяет повысить эффективность работы ФЭС в 1,6 раз [6, 8].

В состав гелиотрекера входят следующие устройства:

- датчики направления солнечного излучения;
- контроллер;
- линейный двигатель (линейные двигатели);
- датчик скорости ветра (опционально);
- основание для установки ФЭМ с осью вращения (осями вращения).

Датчики направления солнечного излучения применяются для определения направления солнечного света, представляет собой небольшую плату с укрепленными на ней четырьмя элементами, представляющими собой фотодатчики (фоторезисторами, фотодиодами или др.) [4]. Элементы разделены между собой крестообразной перегородкой (рисунок 1.1). При ориентации на Солнце или яркое пятно освещены все четыре элемента. При изменении положения яркого пятна на небе изменится освещенность каждого датчика, некоторые элементы окажутся в тени, следовательно, изменится величина выходного напряжения датчиков, контроллер сравнивает напряжения от противоположных датчиков и подает команду на линейные двигатели, которые перемещают основание с закрепленными ФЭМ на соответствующих осях вращения, в сторону наиболее освещенных датчиков, до момента уравнивания выходных напряжений, таким образом, ФЭМ остаются в положении перпендикулярном относительно солнечного излучения на всем протяжении светового дня, что повышает эффективность работы всей ФЭС в целом.



**Рисунок 1.1 – Приемник гелиотрекера**

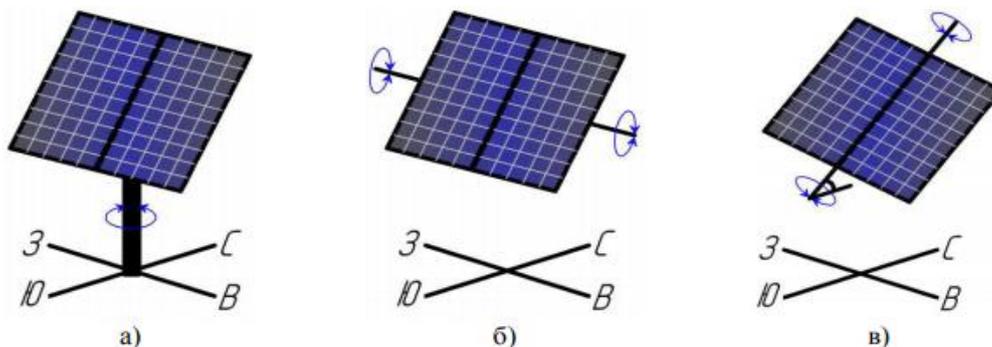
Современные гелиотрекеры могут комплектоваться датчиками скорости ветра, которые контролируя скорость ветра, подают команду на вывод основания с закрепленными на нем ФЭМ, в положение с минимальным ветровым сопротивлением (горизонтальное положение), при превышении скорости ветра выше установленного в контроллере порогового значения, тем самым предохраняя механическую часть гелиотрекера от повреждения в ветреные дни.

Выдвинутая гипотеза об установке гелиотрекера говорит нам о возможном увеличении коэффициента использования установленной мощности ФЭМ на 40–45 %, это увеличение достигается за счёт наиболее эффективной работы ФЭМ, когда солнечные лучи падают на ФЭМ под углом 90°.

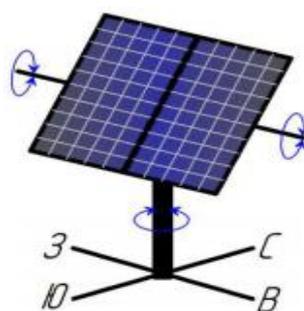
Гелиотрекер, это комплексная система, следящая за местоположением солнца. Для того, чтобы выполнить эту задачу, гелиотрекер должен выполнить следующие функции: а) определить месторасположение солнца, относительно перпендикуляра ФЭМ; б) выполнить перемещение ФЭМ, в положение, в котором поглощение солнечных лучей будет максимальным.

В системе перемещения ФЭМ устанавливается серводвигатель, позволяющий изменять направление вращения вала, что позволяет перемещать ФЭМ в разные стороны. Конструкция системы перемещения может быть различного типа, в зависимости с которой, гелиотрекеры разделяются на два вида, в зависимости от конструкции:

– гелиотекер с одной осью вращения – одноосные, устройства, обладающие одной степенью свободы. У данного вида гелиотрекеров степень свободы определяется осью вращения. Данный вид подразделяется на: 1) с вертикальной осью вращения – ось вращения расположена в вертикальной плоскости по отношению к поверхности земли; 2) с горизонтальной осью вращения – ось вращения находится в горизонтальной плоскости по отношению к поверхности земли; 3) с наклонной осью вращения – ось вращения расположена в промежутке между вертикально и горизонтально расположенными осями, по отношению к поверхности земли (рисунок 1.2) [3].



**Рисунок 1.2 – Одноосные солнечные гелиотрекеры (Примечание: а) с вертикальной осью вращения; б) с горизонтальной осью вращения; в) с наклонной осью вращения)**



**Рисунок 1.3 – Двухосный солнечный гелиотекер**

– гелиотекер двумя осями вращения – двухосные устройства, обладающие двумя степенями свободы. У данного вида гелиотрекеров, имеются две оси вращения, которые определяют степень свободы устройства. Оси вращения работают не независимо друг от друга, но увязаны в общий комплекс устройств, приводящий гелиотекер в движение, в соответствии с заданными параметрами.

– гелиотекер с двумя осями вращения и опорной плоскостью, данный вид подразделяется на:

– с двумя осями вращения на несущем столбе – несущие конструкции ФЭМ монтируются на столбовой конструкции. В этом случае, в верхней части столба устраивается площадка, на которой монтируется поворотный механизм, при помощи которого осуществляется поворот несущих конструкций ФЭМ в плоскости поверхности земли. Вторая степень свободы осуществляется как у одноосных гелиотрекеров.

– с двумя осями вращения и опорной плоскостью – несущие конструкции солнечных панелей монтируются на плоскости, которая в свою очередь крепится на круглой платформе или кольце, в виде направляющего рельса. Поворот осуществляется аналогично повороту на столбчатой конструкции, разница лишь в том, что на опорной плоскости можно смонтировать большее количество ФЭМ, нежели на опорном столбе. Минус этой конструкции в том, что требуется большая площадь поверхности земли для монтажа подобного типа механизмов. В зависимости от вида, комплектации, фирмы изготовителя и технических характеристик, стоимость гелиотрекеров может сильно различаться.

С точки зрения выбранной цели нет необходимости проводить эксперимент с разными видами гелиотрекеров, можно выбрать самый энергоэффективный, который даст наилучший результат. Например: двухосные системы имеют большую эффективность по сравнению с одноосными [5], однако стоимость их гораздо выше в связи с усложнением их конструкции и блока контроллера.

Для проведения научного эксперимента разработан план [7]. План проведения научного эксперимента включает следующие этапы:

1. Постановка проблемы — это первый этап научного исследования, на котором формулируется вопрос или задача, требующие решения. Проблема определяет направление и цель исследования, а также его актуальность. На данном этапе необходимо ограничить область исследования. В данном случае первый этап был изложен в самом начале статьи.

2. Обзор литературы: изучение существующих исследований по теме эксперимента. Это аналитическое исследование, в котором автор критически оценивает и обобщает существующие научные работы по определённой теме. Цель обзора — выявить основные тенденции, проблемы и достижения в исследуемой области, а также определить перспективы для дальнейших исследований.

3. Гипотеза – это предварительное предположение или предполагаемое объяснение явления, которое нуждается в проверке и подтверждении. В научном контексте гипотеза представляет собой предположение, выдвигаемое для объяснения фактов, явлений или процессов, и служит основой для дальнейшего исследования. Сформулированная гипотеза будет проверена в ходе эксперимента. В данной статье, исходя из проблемы и обзора литературы, было выявлено, что с помощью гелиотрекера возможно увеличить коэффициент использования установленной мощности ФЭМ на 40–45%, при этом выработка увеличивается – в 1,6 раза.

После того как первые три этапа были сформулированы, необходимо приступить к плану натурального эксперимента.

4. Методология: выбор методов и инструментов для проведения эксперимента. Для данного эксперимента будут сравниваться показания двух идентичных ФЭМ. Фотоэлектрический модуль один (ФЭМ1) будет находиться в стационарном положении под определённым углом к горизонту. Фотоэлектрический модуль два (ФЭМ2) является главной экспериментальной установкой, он установлен на дуосном гелиотрекере на несущем столбе. В одно и то же время с ФЭМ1 и ФЭМ2 будут сниматься показания мощности (P) для построения графика, через равные промежутки времени в течение светового дня, и количество произведённой электрической энергии (W) накопительным итогом за световой день для расчета коэффициента использования гелиотрекера. Данный эксперимент можно проводить в любое время года. Для наглядности, следует построить суточные графики изменения мощности  $P_{ФЭМ1}$  и  $P_{ФЭМ2}$ , для этого необходимо заполнить таблицу 1.1, где время снятия показаний за световой день будет расписан с интервалом 15 минут.

**Таблица 1.1 - Интервальные показания мощности**

		Время суток															
		00:00	00:15	00:30	00:45	01:00	01:15	01:30	...	...	...	...	22:45	23:00	23:15	23:30	23:45
$P_{ФЭМ1}$																	
$P_{ФЭМ2}$																	

5. Экспериментальная установка: подготовка оборудования, материалов и условий для проведения эксперимента с целью проверки гипотезы. Она включает в себя все необходимые компоненты для наблюдения, измерения и анализа результатов эксперимента. Для установки ФЭМ1, необходимо определить постоянный угол наклона (угол между горизонтальной плоскостью и ФЭМ). Для максимальной выработки электрической энергии весной и осенью угол установки ФЭМ должен быть равен географической широте региона. Такой же угол стоит выбрать, если конструкция стационарная, чтобы получить равномерную выработку в течение всего года. Широта для Красноярска считается  $56^{\circ}00'43''$  с. ш., следовательно, ФЭМ1 необходимо установить на угол  $56^{\circ}$  относительно горизонта. Реальные условия эксплуатации показывают, что угол  $56^{\circ}$  слишком опасен для ФЭМ из-за большого ветрового сопротивления, для того чтобы снизить ветровые нагрузки, ФЭМ необходимо устанавливать на угол до  $40^{\circ}$ – $45^{\circ}$ . В зависимости от места установки ФЭМ, и прочности опорных конструкций, углы наклона могут иметь самые разные значения. Компания solarhome [2] предлагает оптимальные углы наклона ФЭМ по месяцам года.

На кафедре «Электроснабжение сельского хозяйства», под руководством к.т.н., доцента Чебодаева А.В. изготовлена экспериментальная установка с гелиотрекером для ФЭМ2 с двумя осями вращения и опорной плоскостью.

Эксперимент будет проходить на открытой местности (площадке), где есть доступ к солнечному излучению. В процессе эксперимента благодаря мультиметрам будут измеряться: напряжение

(U) в вольтах (В), количество вырабатываемой электроэнергии (W) в ватт-часах и ампер-часах (Вт·ч и А·ч) накопительным итогом за световой день, и мощность (P) в ваттах (Вт).

Для расчета коэффициента использования установленной мощности ФЭМ используем формулу 1. [9]

$$K_{\text{иум}} = \frac{W_i}{P_n \cdot T_i}, \quad (1)$$

где  $W_i$  – выработка электрической энергии ФЭМ за период  $i$ , кВт·ч;

$P_n$  – номинальная мощность ФЭМ, кВт;

$T_i$  – период времени, за который определяется коэффициент, ч;

Для расчета коэффициента использования гелиотрекера, используем формулу 1. [1]

$$K_{\text{исп}\%}^{\text{ГТ}} = \frac{K_{\text{иум}}^{\text{ФЭМ2}} - K_{\text{иум}}^{\text{ФЭМ1}}}{K_{\text{иум}}^{\text{ФЭМ1}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $K_{\text{исп}\%}^{\text{ГТ}}$  – коэффициента использования гелиотрекера, %;

$K_{\text{иум}}^{\text{ФЭМ1}}$  – коэффициента использования установленной мощности ФЭМ1 установленного стационарно, о.е.;

$K_{\text{иум}}^{\text{ФЭМ2}}$  – коэффициента использования установленной мощности ФЭМ2 установленного на гелиотрекере, о.е.;

Дальнейшие этапы плана связаны с проведением научного эксперимента и обработкой полученных результатов.

6. Проведение эксперимента: выполнение запланированных действий и сбор данных в соответствии с методологией. Оно включает в себя планирование, подготовку, выполнение и анализ результатов эксперимента с целью получения новых знаний или подтверждения существующих теорий.

7. Анализ данных – это процесс исследования, систематизации и интерпретации информации с целью выявления закономерностей, тенденций и значимых характеристик с целью обработки полученных данных с использованием статистических или других методов и алгоритмов анализа.

8. Выводы: формулирование выводов на основе результатов эксперимента и их сопоставление с гипотезой. Обсуждение анализа данных и возможных источников ошибок в эксперименте, а также предложения по дальнейшему исследованию темы. Подготовка к отчетности, где будет подробное описание эксперимента и итоговый результат.

Вывод: В ходе работы был разработан план научного эксперимента для увеличения выработки электрической энергии ФЭС с помощью гелиотрекера, проведен литературный обзор, выдвинута гипотеза исходя из цели и проблемы. С помощью метода проведения эксперимента выбран адекватный способ сбора данных для дальнейшего анализа результатов. В конечном итоге всего научного исследования необходимо обработать данные доказать или опровергнуть гипотезу, математически обосновать и наглядно показать итог эксперимента.

#### Список литературы:

1. Альтернативная энергетика. КПД солнечной батареи – что это. – Текст: электронный// Url: [http://b-eco.ru/articles/solar\\_panel\\_efficiency/](http://b-eco.ru/articles/solar_panel_efficiency/) (дата обращения 20.10.2024).
2. Ваш солнечный дом. Угол наклона солнечных батарей и направление на Солнце. – Текст: электронный//Url: <https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/techtilt.htm> (дата обращения 20.10.2024).
3. Немальцев, А.Ю., Байкаменов, Д.К. Зарубежный опыт применения фотоэлектрических установок с солнечными трекерами / Шаг в науку. – 2018. – №2. – С. 160-162.
4. Основные и нетрадиционные способы получения электроэнергии. – Текст: электронный// – Url: <http://ref.by/refs/81/26680/1.html> (дата обращения 03.11.2024).
5. Санголд. Стоит ли использовать систему слежения за солнечной энергией. – Текст: электронный// Url: <https://www.sungoldsolar.com/ru/is-a-solar-tracking-system-worth-it/> (дата обращения 01.11.2024).
6. Тимошенко К. Концентрирующий параболический солнечный коллектор. – Текст: электронный//Url: <http://delaysam.ru/> (дата обращения 11.10.2024).
7. Эйсмонт Н. Г. Даньшина, В. В., Бирюков С. В. Теоретические основы и практика научных исследований. – 2018 – С. 6-98.

8. Степанова, Э. И. Повышение энергетической эффективности использования ФЭС малой мощности путем использования систем слежения за солнцем / Э. И. Степанова, А. О. Рыбаков // Инновационные тенденции развития российской науки: Материалы XIII Международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 08–09 апреля 2020 года. Том Часть I. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – С. 147-151. – EDN RYBYNC.

9. Меновщиков Ю.А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие / Ю.А. Меновщиков, Л.В. Куликова; Алт. гос. техн. ун-т. им. И.И. Ползунова. Новосиб. гос. аграр. ун-т.– Новосибирск, 2007. 356 с.: ил.

УДК 621.31

## О СИНУСОИДАЛЬНОСТИ ТОКА ПРИ БИОГАЗОВОЙ ГЕНЕРАЦИИ

**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.** На основе проведенного сравнительного анализа качества электроэнергии показаны параметры электрической энергии, приближенные к идеальным и характерные для бытовой сети. Показано, что основными характеристиками являются стабильная частота и низкий уровень гармонических искажений.

**Ключевые слова:** синусоидальность, напряжение, частота, когенерация.

## ON SINUSOIDALITY OF CURRENT IN BIOGAS GENERATION

**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.** Based on a comparative analysis of the quality of electricity, the parameters of electric energy are shown, close to ideal and characteristic of a household network. It is shown that the main characteristics are stable frequency and low level of harmonic distortion.

**Keywords:** sinusoidality, tension, frequency, cogeneration.

Установки для генерации электроэнергии, работающие на биогазе, позволяют в значительной мере снизить негативное воздействие на окружающую среду, потому что при сгорании таких топлив выделяется значительно меньше вредных веществ чем при сжигании угля. К тому же, процесс получения биогаза является замкнутым циклом по переработке органических отходов в тепловую и электрическую энергию и удобрения. Необходимость внедрения биогазовых установок также заключается в возможности электроснабжения удаленных локальных потребителей. [1]

В этом случае возникает проблема качества генерируемой электроэнергии, в частности, синусоидальности напряжения, подаваемого в распределительную сеть к потребителям. Когенерация на двигателях внутреннего сжигания производится путем сжигания топлива, преобразования механической энергии в электрическую путем передачи крутящего момента от двигателя через вал на ротор электрогенератора. Такой же принцип используется в дизельных и бензиновых генераторах бытового назначения. Основной причиной несинусоидальности напряжения является некачественное топливо, будь то природный газ, биогаз, дизельное топливо или бензин. Вредные примеси, содержащиеся в топливе, приводят к изменению частоты питающей сети и отклонениям напряжения. Обусловлено

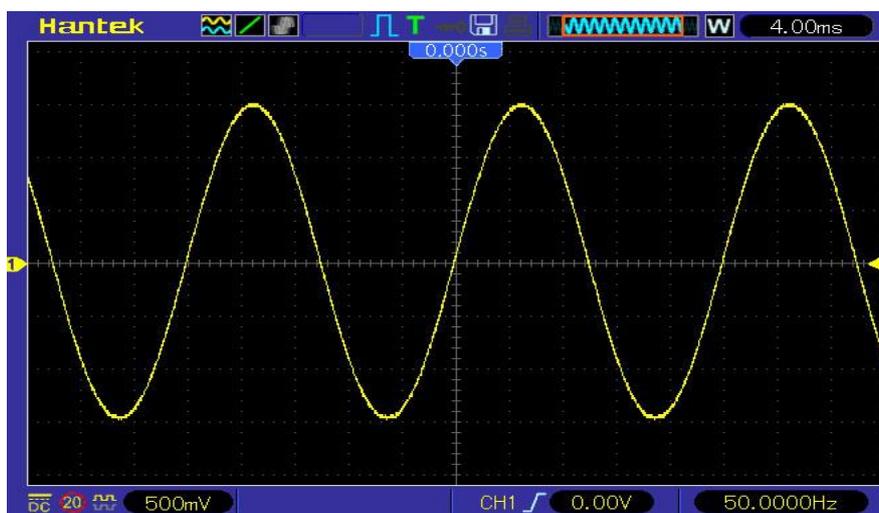
это тем, что некачественное топливо, содержащее примеси, при сжигании создает недостаточный момент вращения на коленчатом валу двигателя или на лопастях турбины при когенерации на микро-турбинах, что приводит к так называемому «плаванию» оборотов, что уже в свою очередь приводит к упомянутому выше изменению частоты питающей сети.

В ходе сравнительного анализа были рассмотрены:

– параметры электрической энергии, имеющие показатели качества, приближенные к идеальным;

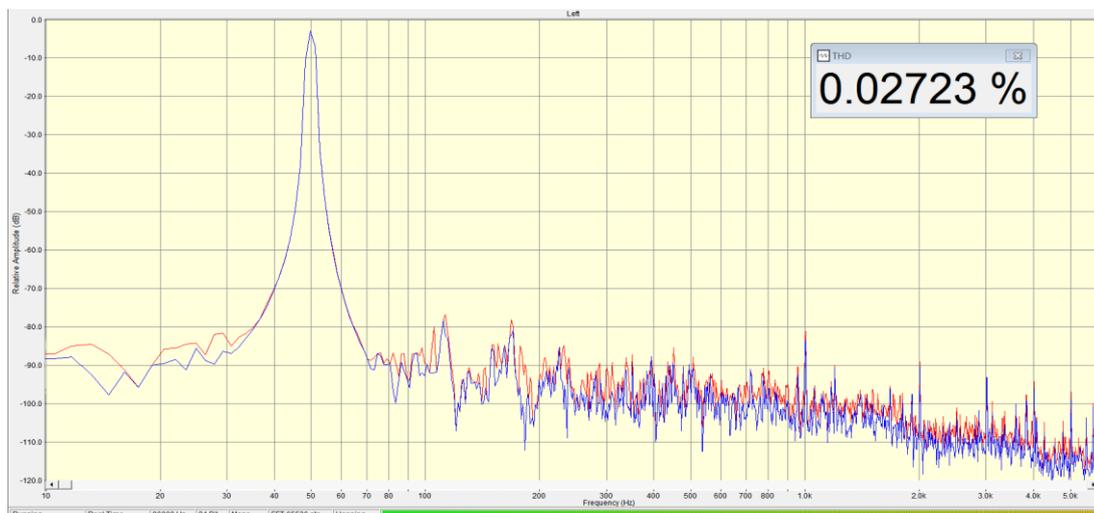
– характеристики тока и напряжения в стандартной бытовой электросети.

*Характеристики тока и напряжения, приближенные к идеальным.* Согласно ГОСТ 32144-2013, коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения  $K_u$  должен находиться в пределах 8%. Часто именно искаженная форма напряжения является причиной ненормальной работы, а иногда и выхода из строя, подключаемого к устройству генерации оборудования. Визуально идеальное синусоидальное напряжение можно увидеть на экране осциллографа, подключенного к выходу генератора синусоидальных сигналов, который предназначен для тестирования различных устройств (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Синусоидальный сигнал, имеющий частоту 50 Гц**

Так же можно оценить частотный спектр получаемого сигнала, используя программу SpectralPlus и звуковую карту SoundBlasterX-FiXtremeAudioSB0790. Полученные данные (рисунок 2), показывают, что коэффициент гармоник не превышает значения в 0,03%.

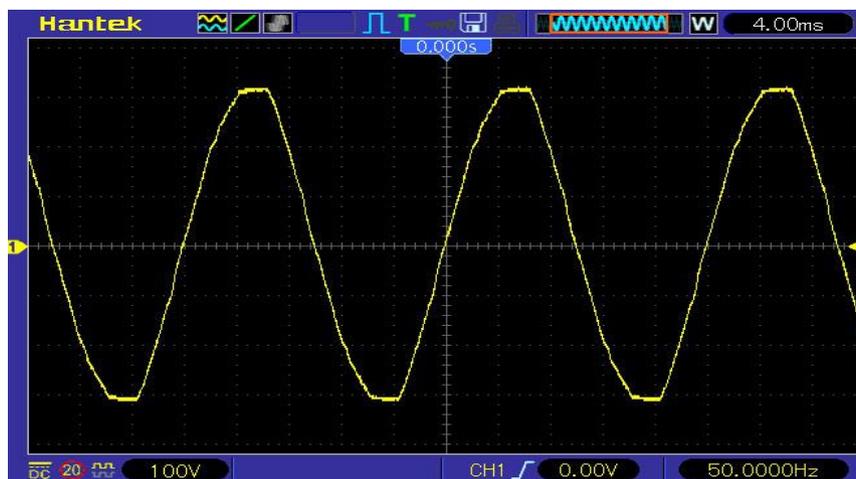


**Рисунок 2 – Частотный спектр сигнала от генератора импульсов**

Несмотря на то, что существуют приборы позволяющие подключаться к сети с более низким качеством электроэнергии, чем указано в ГОСТе, при использовании электрогенератора, к которому планируется подключение более чувствительных к гармоникам устройств, необходимо обеспечение качества электроэнергии соответствующего требованиям ГОСТа.

*Характеристики тока и напряжения в стандартной бытовой электросети.* Независимо от способа генерации качество электроэнергии, подаваемое на бытовые приборы потребителям, должно соответствовать необходимым и нормативным требованиям.

Для понимания реальных параметров, существующих в бытовой электросети, были проведены аналогичные замеры. Полученные результаты представлены на рисунках 3 и 4.



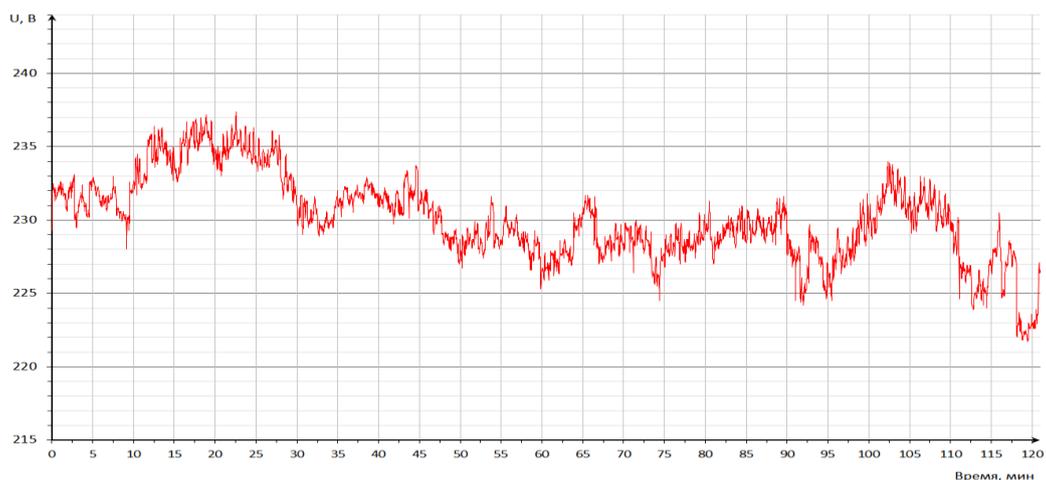
**Рисунок 3 – Напряжение частотой 50 Гц в бытовой электросети**



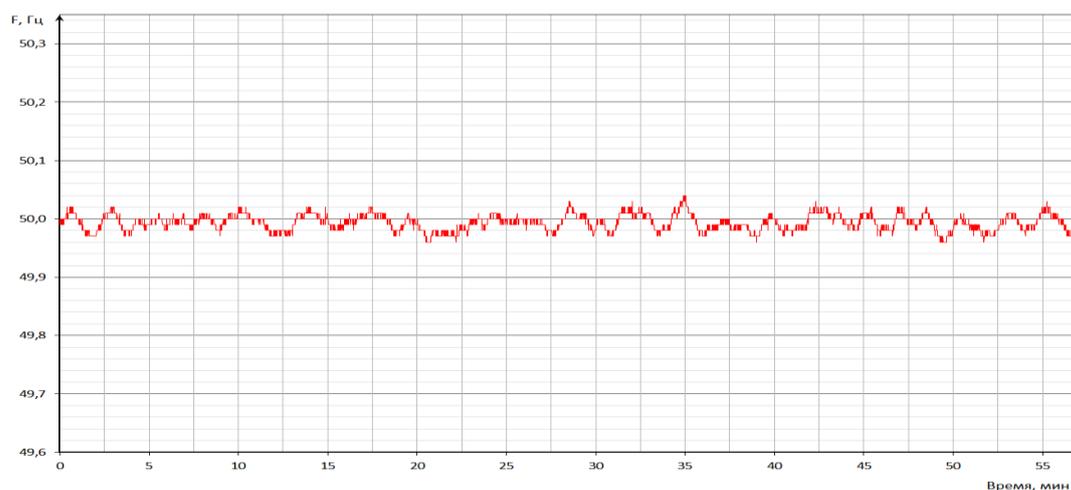
**Рисунок 4 - Частотный спектр сигнала в бытовой электросети**

Данные показали, что коэффициент гармонических искажений в бытовой сети составляет примерно 3,4%, это значение находится в допустимых пределах (по ГОСТу).

Для этих же сетей были зафиксированы изменения напряжения в течение 2 часов и изменения частоты в течение часа. Результаты соответственно представлены на рисунках 5 и 6.



**Рисунок 5 – Изменение напряжения в бытовой электросети**



**Рисунок 6 – Изменение частоты в бытовой электросети**

Данные рисунков 5 и 6 показывают, что отклонение частоты напряжения в рассматриваемой сети минимально и не превышает 0,05 Гц, напряжения – не превышало значений отклонений, регламентированных ГОСТом.

Таким образом, в ходе работы:

- определены параметры электрической энергии, имеющие показатели качества, приближенные к идеальным;
- показаны характеристики тока и напряжения в стандартной бытовой электросети, которые находятся в допустимых пределах относительно централизованной электрической сети.

#### **Список литературы:**

1. Баранова, М. П. Комплексная технология переработки отходов свиноводства для получения биогаза и органических удобрений для климатических условий АПК Сибири / М.П. Баранова, С.Н. Шахматов, А.В. Бастрон, О.А. Ульянова // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 1. – С. 92–99.
2. Баранова, М. П. Проблемы проектирования и создания опытно-промышленной установки получения биогаза из отходов животноводства АПК Сибири /М.П. Баранова, В.М. Екатеринчев, Н.Л. Абашев// Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 10 (2017 1) С. 106-112.
3. Baranova, M.P. Environmentally friendly technologies for obtaining fuels for agricultural energy/ Baranova, M.P., Grishina, I.I., Bastron, T.N. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2019 DOI <https://doi.org/10.1088/1755-1315/315/5/052067>
4. Пилипенко П.Ю. Экономическая и экологическая эффективность использования биогазовых установок /П.Ю. Пилипенко, М.П. Баранова// Научно-практические аспекты развития АПК: матлы Национ. науч. конф. Ч. 1. - Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2020. – С. 209-212.

5. Ибрагимов Х.И., Повышение качества электроэнергии при альтернативной генерации в АПК / Ибрагимов Х.И., Баранова М.П.// В сб.: Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. Материалы II Международной научной конференции. Красноярск, 2022. С. 67-72.

УДК 621.316.727

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

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

**Суворов Владимир Олегович**, магистрант  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: vova.suvorov2016@gmail.com

**Аннотация.** В статье показано, что одним из путей снижения потерь электрической энергии в сетях 0,4 кВ является компенсация реактивной мощности (РМ). Известные регулируемые устройства компенсации реактивной мощности (УКРМ) имеют от трех или до шести ступеней регулирования. Использование УКРМ позволяет повысить  $\cos\phi$  с 0,7 до 0,96, тем самым снизить потери электрической энергии в сетях 0,4 кВ более чем в два раза. Для реализации шести ступеней регулирования УКРМ требуется 18 конденсаторов. Запатентованное Красноярским ГАУ техническое решение позволяет в два раза уменьшить количество дорогостоящих конденсаторов, используемых при производстве УКРМ, при этом улучшить качество регулирования  $\cos\phi$  в сетях 0,4 кВ путем увеличения числа ступеней регулирования.

**Ключевые слова:** система электроснабжения, реактивная мощность, коэффициент мощности, коэффициент неравномерности потребления активной мощности, компенсация реактивной мощности, коэффициент неравномерности потребления РМ

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF POWER SUPPLY SYSTEMS FOR AGRICULTURAL CONSUMERS

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

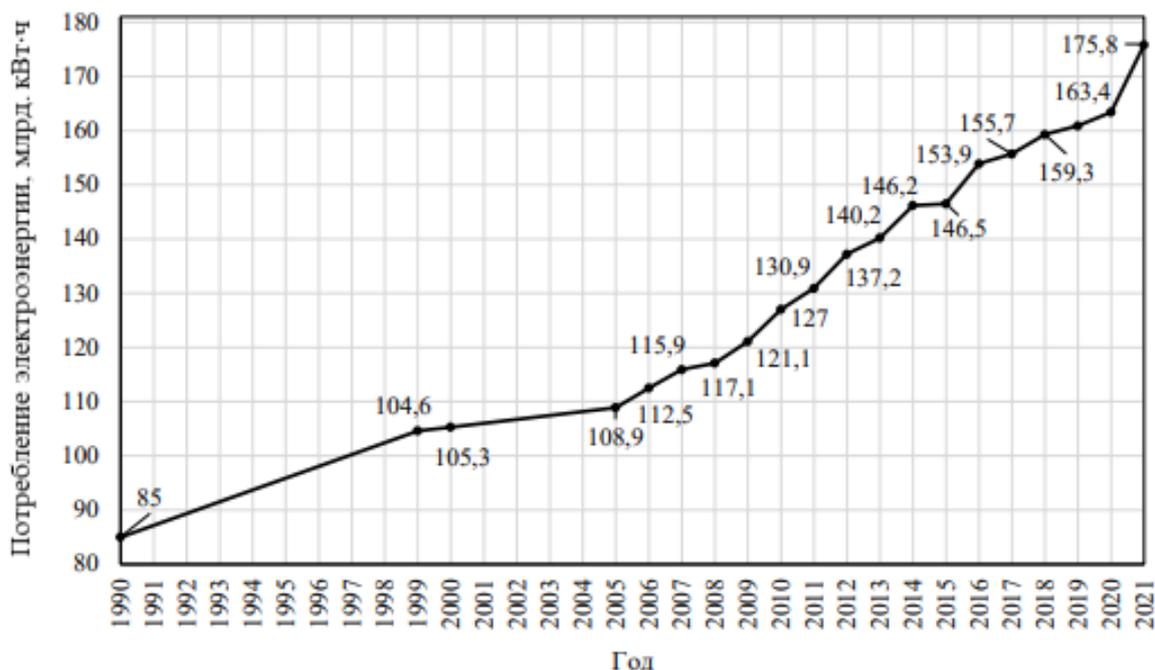
**Suvorov Vladimir Olegovich**, graduate students  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: vova.suvorov2016@gmail.com

**Abstract.** The paper shows that one of the ways to reduce power losses in 0.4 kV networks is reactive power compensation. The known adjustable reactive power compensation devices have from three or up to six stages of regulation. The use of reactive power compensation devices allows to increase  $\cos\phi$  from 0,7 to 0,96, thus reducing losses of electric energy in 0,4 kV networks more than twice. For realization of six stages of regulation of the reactive power compensation device 18 capacitors are required. The technical solution patented by Krasnoyarsk State Agrarian University makes it possible to reduce the number of expensive capacitors used in the production of the reactive power compensation device by half, while improving the quality of  $\cos\phi$  regulation in 0,4 kV networks by increasing the number of regulation stages.

**Keywords:** power supply system, reactive power, power factor, coefficient of unevenness of active power consumption, reactive power compensation, coefficient of unevenness of reactive power consumption

Потребление электрической энергии населением России за прошедшие 30 лет возросло более чем в два раза (рис. 1) [2]. Это напрямую связано с повышением уровня комфорта жилища: электрификацией процессов пищевого приготовления, горячего водоснабжения и отопления, приобретением

населением новых энергонасыщенных бытовых приборов, строительством электрифицированных индивидуальных жилых домов, в том числе на селе [1, 5].



**Рисунок 1 - Динамика потребления электроэнергии населением России в 1990–2021 гг. [2]**

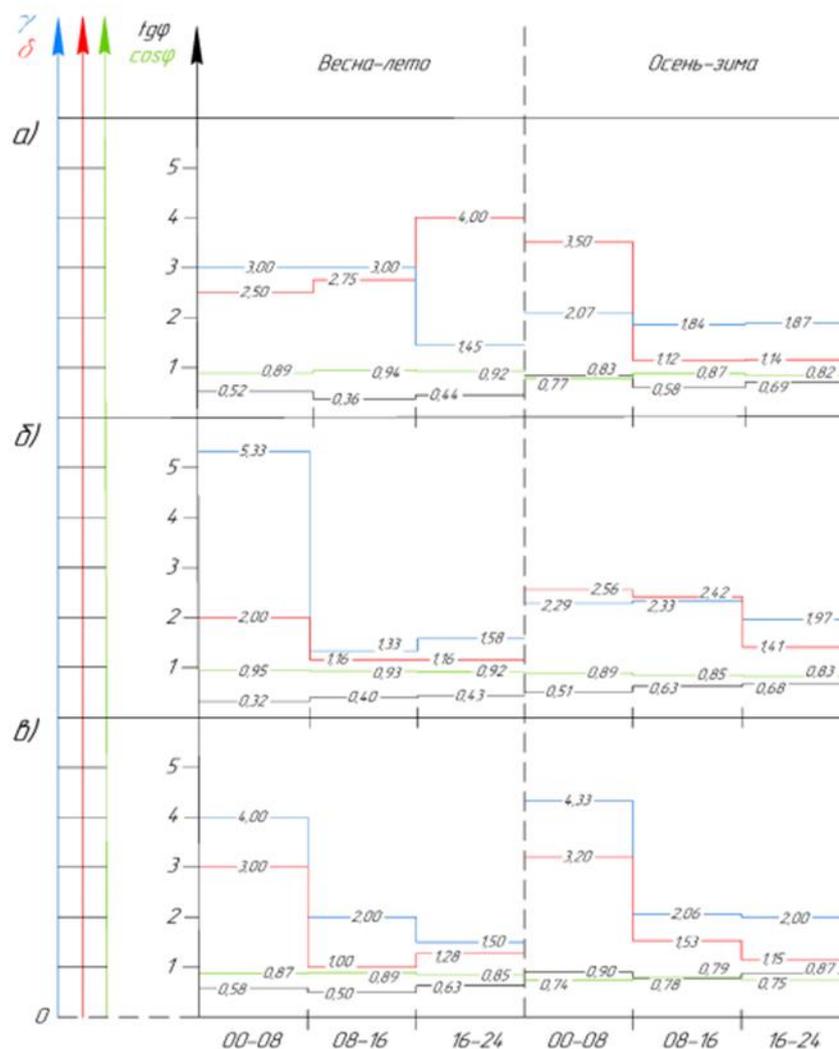
За указанный период времени не только расширился ассортимент бытовых электроприборов, но поменялся и характер нагрузки – она теперь чаще всего носит активно-индуктивный характер, что привело к снижению коэффициента мощности  $\cos \varphi$  в среднем до 0,7 (табл. 1) [2].

**Таблица 1 -  $\cos \varphi$  и  $\operatorname{tg} \varphi$  некоторых электроприборов [2, 4]**

Наименование электроприбора	$\cos \varphi$	$\operatorname{tg} \varphi$	фазность
Микроволновая печь	0,55-0,65	1,52-1,17	1-фазные
Телевизор	0,65-0,85	1,17-0,62	1-фазные
Стиральная машина-автомат	0,80	0,75	1-фазные
Телефон (смартфон) (во время зарядки)	0,45-0,70	1,98-1,02	1-фазные
Аккумулятор шуруповерта (во время зарядки)	0,72	1,10	1-фазные
Электродрель	0,65	1,17	1-фазные
Холодильник	0,70	1,02	1-фазные
Ноутбук	0,65	1,17	1-фазные
Фен для волос	0,70	1,02	1-фазные
Вытяжка кухонная	0,60-0,80	1,33-0,75	1-фазные
Пылесос	0,65	1,17	1-фазные
Роутер	0,65	1,17	1-фазные
Кондиционер	0,45-0,65	1,98-1,17	1-фазные
Посудомоечная машина	0,80	0,75	1-фазные
Печи индукционного нагрева	0,75	0,88	1-фазные
Лампы диодные, газоразрядные	0,30-0,60	3,18-1,33	1-фазные
Лампы накаливания	1,00	0,00	1-фазные

Как показали исследования, проведенные СФУ [2, 4], коэффициент неравномерности потребления активной мощности ( $\gamma$ ) жилыми домами, в том числе сельскими, в весенне-летний период года может изменяться от 1,20 до 5,33, а в осенне-зимний период от 1,31 до 4,33, а коэффициент неравномерности потребления РМ ( $\delta$ ) жилыми домами в весенне-летний период года может изменяться от

1,00 до 5,00, а в осенне-зимний период от 1,12 до 4,25. Для гостиницы коэффициент неравномерности РМ достигает значения 7,60 (рис. 2).



**Рисунок 2 - Графики изменения  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\cos\varphi$ ,  $\operatorname{tg}\varphi$  во внутренних электрических сетях жилых домов [2]**

Величина коэффициента неравномерности потребления активной мощности определялась следующим выражением [2]:

$$\gamma = P_{\max}/P_{\min}, \quad (1)$$

где  $P_{\max}$  - максимальное значение активной мощности в одной из фаз сети, кВт;  
 $P_{\min}$  - минимальное значение активной мощности в одной из фаз сети, кВт.

Величина коэффициента неравномерности потребления РМ по фазам сети определялась следующим выражением [2]:

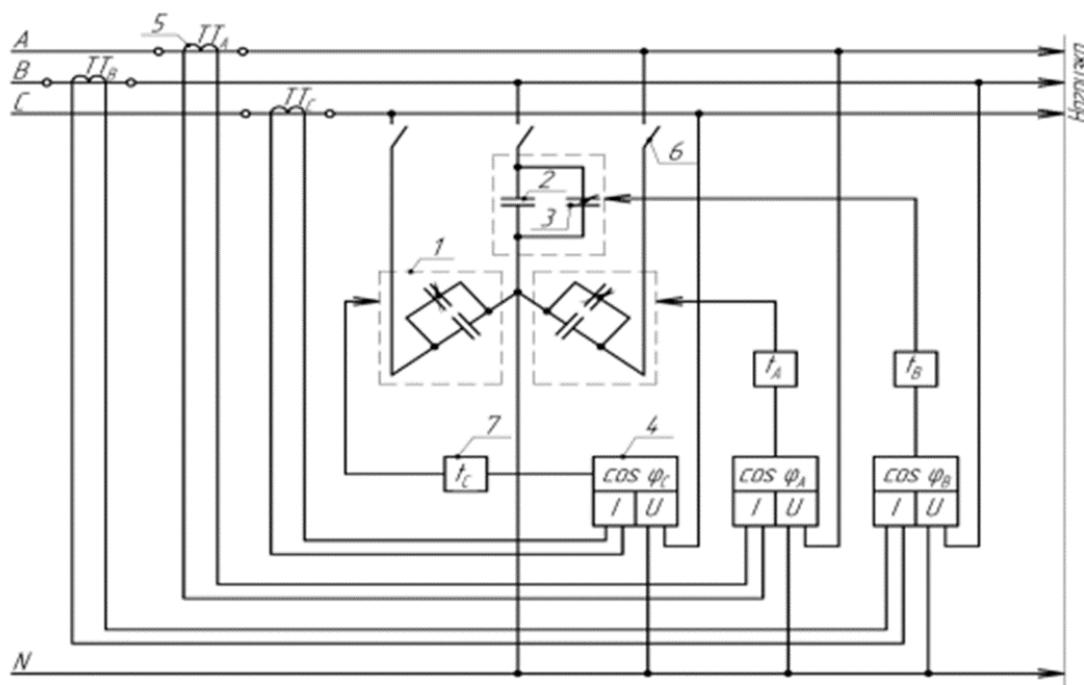
$$\delta = Q_{\max}/Q_{\min}, \quad (2)$$

где  $Q_{\max}$  - максимальное значение РМ в одной из фаз сети, кв'а;  
 $Q_{\min}$  - минимальное значение РМ в одной из фаз сети, кв'а.

Известно, что потери электрической энергии в сетях до 1000 В составили в 2021 г. 31,6 % от общих потерь электроэнергии в электросетевом хозяйстве России [2].

Одним из эффективных путей снижения потерь в сетях 0,4 кВ является компенсация реактивной мощности. Как показано выше, использование в жилых домах, административных и общественных зданиях, в том числе на селе, симметричных по фазам устройств компенсации реактивной мощности не приведет к требуемому эффекту.

Учеными СФУ разработаны и внедрены в электрических сетях 0,4 кВ г. Дудинка Красноярского края оригинальные устройства автоматической пофазной пятиступенчатой компенсации реактивной мощности (рис. 3) [6, 7]. Использование этих устройств позволяет повысить значение  $\cos \varphi$  до 0,96, тем самым снизить потери в низковольтной системе электроснабжения более чем в 2 раза.

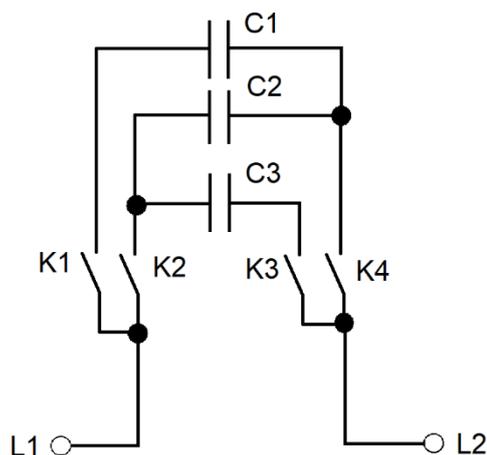


**Рисунок 3 – Функциональная схема устройства автоматической пофазной КРМ:**

1 – ступени конденсаторов одной фазы, коммутируемые независимо от ступеней других фаз, 2 – первая нерегулируемая ступень конденсаторов, 3 – регулируемые ступени конденсаторов, 4 – регулятор (контроллер)  $\cos \varphi$ , 5 – трансформатор тока, 6 – контактор, 7 – датчик выдержки времени

Выпускаемые промышленностью России и зарубежных стран регулируемые устройства компенсации реактивной мощностью имеют от трех или до шести ступеней регулирования [3]. Для реализации шести ступеней регулирования требуется шесть конденсаторов на три фазы, итого 18 конденсаторов.

Красноярским государственным аграрным университетом запатентовано устройство компенсации реактивной мощности (УКРМ) [8], в котором используется девять конденсаторов (по три на фазу) (рис. 4), но при этом реализуется семь ступеней регулирования (табл. 2).



**Рисунок 4 - Принципиальная схема одной фазы семиступенчатой конденсаторной батареи устройства автоматической пофазной компенсации реактивной мощности [8]**

**Таблица 2 - Варианты ступенчатого регулирования емкости конденсаторной батареи УКРМ [8]**

№ ступени переключения	Задействованы конденсаторы	Номера включенных выключателей	Значение полной емкости конденсаторной батареи от номинального значения
7	C1 + C2 + C3	1, 2, 3, 4	3
6	C2 + C3	2, 3, 4	2,2
5	C1 + C2	1, 2, 4	1,8
4	C3	2, 3	1,2
3	C2	2, 4	1,0
2	C1	1, 4	0,8
1	1/C1 + 1/C2 + 1/C3	1, 3	0,32

Конденсаторная батарея каждой фазы УКРМ при этом должна быть выполнена из трех конденсаторов разных емкостей в соотношении 0,8 : 1,0 : 1,2 номинального значения.

**Выводы.** Таким образом, предлагаемое техническое решение УКРМ позволяет в два раза уменьшить расход дорогостоящих конденсаторов, при этом улучшить качество регулирования  $\cos\phi$  в сети путем увеличения количества ступеней регулирования, а использование конденсаторных установок низкого напряжения с автоматическим регулированием мощности (с антирезонансными дросселями, на напряжение 0,22 кВ с пофазным регулированием мощности) в системах электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, например сельских поселений, позволяет повысить  $\cos\phi$  с 0,7 до 0,96, тем самым снизить потери электроэнергии в сетях напряжением 0,4 кВ более чем в два раза.

#### Список литературы:

1. Бастрон, А.В. К вопросу о повышении эффективности проектных решений при разработке внутренних электрических сетей сельских домовладений / А.В. Бастрон, Т.Н. Бастрон, А.В. Чебодаев, И.В. Наумов, С.В. Подьячих // Вестник НГИЭИ. 2022. № 2 (129). С. 41-55.
2. Завалов, А.А. Повышение энергетической эффективности низковольтных систем электроснабжения на основе пофазной компенсации реактивной мощности: специальность 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Завалов Артем Александрович. – Красноярск, 2024. – 231 с.
3. Конденсаторные установки низкого напряжения с автоматическим регулированием мощности (с антирезонансными дросселями, на напряжение 0,22 кВ с пофазным регулированием мощности) УКМФ / ООО Прибор. – Текст: электронный // URL: <http://www.transformator-prb.ru/descriptions/ukmf/> (дата обращения: 17.10.2024).

4. Кузьмин, С.В. Повышение эффективности компенсации реактивной мощности на основе устройств пофазной компенсации / С.В. Кузьмин, А.А. Завалов, Р.С. Кузьмин, В.А. Меньшиков // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. – 2020. – 13(1). – С. 14–24.

5. Наумов, И.В. Исследование несимметричных режимов работы внутренних электрических сетей индивидуальных жилых домов в сельской местности / И.В. Наумов, А.В. Бастрон // Вестник НГИЭИ. 2022. № 6 (133). С. 44-58.

6. Патент № 2727148 С1 Российская Федерация, МПК H02J3/18. Устройство для компенсации реактивной мощности в высоковольтных сетях: №2019143473: заявл. 19.12.2019: опубл. 21.07.2020 / С.В. Кузьмин, А.А. Завалов, Р.С. Кузьмин, В.А. Меньшиков, И.С. Кузьмин ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет».

7. Патент № 2818292 С1 Российская Федерация, МПК H02J3/18. Устройство независимой пофазной компенсации реактивной мощности: №2023134831: заявл. 24.12.2023: опубл. 02.05.2024 / А.А. Завалов, И.С. Кузьмин, С.В. Кузьмин, Р.С. Кузьмин, В.А. Меньшиков; заявитель Завалов А.А.

8. Патент № 66620 С1 Российская Федерация, МПК H02J3/18. Устройство для компенсации реактивной мощности: №2007114336/22: заявл. 16.04.2007: опубл. 10.09.2007 / А.В. Бастрон, Д.А. Давыдов, Л.П. Костюченко; Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Красноярский государственный аграрный университет.

УДК 331.45

## ТЕХНИЧЕСКАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА ОПЕРАТОРА ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ КОРМОЦЕХОВ

**Бердникова Лариса Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: Vlaga26@mail.ru

**Аннотация.** В статье подтверждено, что в современных условиях агропромышленного комплекса кормоцехи играют ключевую роль в производственном процессе, обеспечивая животных сбалансированными кормами. В статье обосновано, что для операторов важно применять средства индивидуальной защиты, такие как наушники, а также проводить регулярные замеры уровня шума и вибрации. В статье доказано, что работники, которые находятся в слишком жарких или влажных помещениях, могут испытывать усталость, что негативно сказывается на их производительности и внимании к деталям. В статье установлено, путем проведения анализа, операций технологического и технического обслуживания линии основные недостатки с точки зрения безопасности труда.

**Ключевые слова:** машина, условия труда, оператор, безопасность, кормоцех, работник, оборудование.

## TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL ASSESSMENT OF THE OPERATOR'S WORKING CONDITIONS DURING THE MAINTENANCE OF FEED MILLS

**Berdnikova Larisa Nikolaevna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: Vlaga26@mail.ru

**Abstract.** The article confirms that in modern conditions of the agro-industrial complex, feed mills play a key role in the production process, providing animals with balanced feeds. The article proves that it is important for operators to use personal protective equipment, such as headphones, as well as to carry out regular measurements of noise and vibration levels. The article proves that workers who are in too hot or humid rooms can experience fatigue, which negatively affects their productivity and attention to detail. The article establishes, through analysis, the operations of technological and technical maintenance of the line, the main disadvantages from the point of view of occupational safety.

**Keywords:** machine, working conditions, operator, safety, feed mill, employee, equipment

В современных условиях агропромышленного комплекса кормоцехи играют ключевую роль в производственном процессе, обеспечивая животных сбалансированными кормами. Операторы, работающие в таких цехах, сталкиваются с разнообразными задачами, требующими высокой квалификации и внимательности. Однако, помимо профессиональных навыков, важным аспектом работы является оценка условий труда, которая напрямую влияет на производительность и здоровье работников [1].

Техническая оценка условий труда операторов кормоцехов включает в себя несколько ключевых факторов. Во-первых, это организация рабочего места. Операторы должны иметь доступ к современному оборудованию, обеспечивающему безопасность и комфорт. Например, правильно расположенные рабочие поверхности и механизмы могут значительно снизить нагрузку на позвоночник и суставы, что особенно важно при выполнении физически тяжелых задач.

Во-вторых, необходимо учитывать влияние шумового и вибрационного факторов. Кормоцехи часто оснащены мощными машинами, которые могут создавать значительный уровень шума. Длительное пребывание в таких условиях может привести к нарушению слуха и другим проблемам со здоровьем оператора. Поэтому важно применять средства индивидуальной защиты, такие как наушники, а также проводить регулярные замеры уровня шума и вибрации [2].

В-третьих, следует обратить внимание на микроклимат в помещениях кормоцехов. Температура, влажность и вентиляция играют критическую роль в поддержании комфортных условий труда. Работники, которые находятся в слишком жарких или влажных помещениях, могут испытывать усталость, что негативно сказывается на их производительности и внимании к деталям. Оптимизация микроклимата с помощью современных систем вентиляции и кондиционирования воздуха может значительно повысить эффективность работы операторов.

Кроме того, важным аспектом является обучение и информирование работников о безопасных методах работы. Операторы должны быть осведомлены о потенциальных рисках, связанных с их деятельностью, и уметь правильно использовать средства защиты. Регулярные тренинги и инструктажи помогут повысить не только уровень безопасности, но и общую культуру труда в коллективе [3].

Наконец, необходимо проводить регулярные оценки условий труда с привлечением специалистов. Это позволит выявить недостатки и разработать меры по их устранению. Оценка должна быть системной и включать как количественные, так и качественные показатели, что даст возможность создать оптимальные условия для работы операторов кормоцехов.

Таким образом, техническая оценка условий труда операторов при обслуживании кормоцехов является важной составляющей, которая способствует не только повышению производительности, но и сохранению здоровья работников. Интеграция современных технологий и подходов в систему оценки условий труда позволит обеспечить более безопасные и комфортные условия работы, что, в свою очередь, скажется на общем уровне производительности агропромышленного сектора [4].

Машины и оборудование технологических линий в кормоцехах обслуживают машинисты-операторы. Профессиональная подготовленность машинистов-операторов должна быть не менее 5-го разряда, однако на практике, в большинстве случаев, машинисты-операторы не имеют разряда, работают без профессиональной подготовки, что отрицательно сказывается на результатах работы кормоцехов. Технологический процесс работы линий непрерывный, деятельность операторов организована по известному плану. Контроль основных объектов проводится по мнемосхемам, установленным на электрошкафах, а также зрительно по приборам и органолептически. Рабочие места оборудованы для работы «стоя» и приходится пройти 2-20 м с места на место (за смену 4,5-8 км, что в пределах нормы). Органы управления и регулировки находятся в зоне досягаемости и моторного поля оператора. Средства отображения информации расположены в оптимальных зонах поля зрения. Число сообщений, поступающих за час работы от 5 до 10. Время, затрачиваемое на обработку одного сообщения – 0,18-0,21 мин, количество объектов, требующих одновременного внимания операторов, составляет 5-7. Сменное время операторов складывается из ежедневных и периодических технических обслуживаний, подготовки, пуска в работу, остановки, контроля за технологическим процессом, регулировки и устранения возможных технических и технологических отказов.

Результаты исследования показали, что напряженность операций технологического обслуживания линий кормоцехов средняя (без учета влияния вредных производственных факторов).

Проведенный нами анализ операций технологического и технического обслуживания линии позволил установить основные недостатки с точки зрения безопасности труда.

1. Технологическая линия, состоящая из машин и оборудования АВМ-1,5, ОПК-2, ОНК-1,5:

- на дробилках агрегаторов отсутствует устройство, не допускающее включение электродвигателя привода ротора при открытой крышке дробильной камеры;
- неудобное и небезопасное устранение частых забиваний дозаторов шнеков муки шлюзовых затворов циклонов муки и сечки;
- смазка двадцати точек оборудования ОПК-2 проводится в неудобном положении согнувшись под углом 60-90°, шесть точек - на высоте до 14м;
- трудоёмкая замена матрицы ОПК 2 одним человеком;
- сила сопротивления смесителя питателя откапыванию превышает допустимую норму на 140Н;
- недостаточный обзор оборудования с рабочего места оператора;
- неудобное обслуживание привода нории и перекидного клапана оборудования ОНК-1,5 на высоте 13,5.

## 2. Технологический линии ЛОС-1 и КУ-2:

- небезопасное обслуживание оборудование для подготовки, дозирования и подачи щелочей из-за применения резиновых шлангов;
- частое забивания питателя - измельчителя соломы;
- неудобная загрузка соды в оборудование для подготовки раствора щёлочи;
- трудоёмкое изменение вариантов технологии приготовления кормов (солома обработанная щёлочью, без щёлочи, прессованная, рассыпная) с помощью перестановки трубопроводов;
- неудобная смазка (на коленях) нижней точке шнека загрузки соды;
- отсутствие автоматического регулирования подачи раствора щёлочи в зависимости от количества подаваемой соломы;
- неудобное обслуживание электрошкафа оборудования для щёлочи СОЩ-2 из-за его расположения рядом с загрузочным шнеком;
- правила технического обслуживания изложены в отдельных инструкциях по эксплуатации машин и оборудования, а не в общей инструкции.

## 3. Технологическая линия КОРК-15:

- отсутствие в электрической схеме шкафа управления возможности запуска сех электродвигателей при помощи тумблера «наладка»;
- установка органов управления линии измельчения корнеклубнеплодов в отдельном шкафу;
- частое забивание транспортера соломы у отбивного бitera;
- большая высота(2500мм) переходника транспортера соломы к сборному транспортеру;
- большая высота (4750мм) бункеров 1-1 дозаторов концентрированных кормов.

Кормоцехи в агропромышленном комплексе, обеспечивают животных качественными кормами. Однако работа в таких условиях сопряжена с рядом профессиональных рисков, одним из которых является воздействие пыли. Пыль, образующаяся в процессе переработки и хранения кормов, может оказывать значительное влияние на здоровье операторов, что требует особого внимания со стороны работодателей и специалистов по охране труда.

Пыль в кормоцехах образуется в результате различных процессов: дробления, смешивания, транспортировки и хранения кормов. Основными источниками являются зерновые культуры, добавки и другие компоненты, используемые в производстве кормов. Частицы могут иметь различный размер и состав, что влияет на их опасность для здоровья [5].

Длительное воздействие пыли на операторов может приводить к различным заболеваниям органов дыхания. Мелкие частицы, попадая в легкие, могут вызывать воспалительные процессы, аллергические реакции и даже хронические заболевания, такие как бронхит или астма. Кроме того, пыль может содержать микотоксины и патогенные микроорганизмы, что увеличивает риск инфекций и отравлений.

Психологическое состояние работников также может страдать под воздействием пыли. Неприятные ощущения, такие как кашель, зуд и затрудненное дыхание, могут негативно сказываться на работоспособности и общем самочувствии операторов. Это, в свою очередь, может привести к снижению качества выполняемой работы и увеличению числа ошибок.

В результате проведенных исследований выявлены, основные источник пыли. Основными источниками пыли технологических линий по приготовлению сухих прессованных кормов является:

- узлы систем отвода муки и сечки;
- места соединения питателей-смесителей с дозаторами и транспортерами сечками;
- места соединения питателей со смесителями;
- прессы и тд.

Для минимизации негативного влияния пыли на здоровье работников необходимо внедрять комплексные меры по охране труда. Прежде всего, необходимо обеспечить эффективную вентиляцию в помещениях кормоцехов. Современные системы вентиляции могут значительно снизить концентрацию пыли в воздухе, что положительно скажется на здоровье операторов.

Дополнительно следует использовать средства индивидуальной защиты, такие как респираторы и защитные очки, которые помогут снизить контакт с пылью. Регулярные медицинские осмотры работников позволят своевременно выявлять возможные проблемы со здоровьем и принимать соответствующие меры.

Обучение сотрудников также играет важную роль. Работники должны быть осведомлены о потенциальных рисках и знать, как правильно использовать защитные средства и выполнять свои обязанности с минимальным воздействием пыли.

Воздействие пыли на операторов кормоцехов – это серьезная проблема, требующая комплексного подхода. Забота о здоровье работников должна стать приоритетом для руководства предприятий. Внедрение современных технологий, использование средств индивидуальной защиты и обучение персонала – все это поможет создать безопасные условия труда и повысить эффективность работы кормоцехов. В конечном итоге, заботясь о здоровье своих сотрудников, предприятия обеспечивают не только благополучие работников, но и стабильность и качество производственного процесса.

#### **Список литературы:**

1. Бердникова Л.Н. Технические предложения с учетом специальной оценки условий труда для улучшения условий труда работников животноводства / Бердникова Л.Н. // Сборник: Климат, экология, сельское хозяйство Евразии. Материалы IX международной научно-практической конференции, п. Молодежный 21–22 мая 2020 год - п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2020. С. 11-18.

2. Чепелев Н.И., Зотов А.В., Гордеев А.В., Щекин А.Ю. Анализ травматизма и основное направление повышения безопасности при механизированной раздаче кормов/ Чепелев Н.И., Зотов А.В., Гордеев А.В., Щекин А.Ю. // Вестник Красноярский ГАУ. 2009. № 7 (34). С. 175-177.

3. Чепелев, Н.И. Управление охраной труда в организации: учеб. пособие / Н.И.Чепелев // . – Красноярск, 2018. – 195 с.

4. Чепелев, Н.И. Основы эргономики и безопасность труда: учеб. пособие / Н.И.Чепелев, С.Н. Орловский// – Красноярск, 2018. – 255 с.

5. Щекин А.Ю. Правовые особенности политики продовольственной безопасности Российской Федерации / Щекин А.Ю. // В сборнике: Инновационное развитие науки и образования. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции, Красноярск 16-18 ноября 2019 года - Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019.- С. 41-43.

## ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТНИКОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Бердникова Лариса Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: Vlaga26@mail.ru

**Аннотация.** В статье доказано, что природные условия играют ключевую роль в жизни и работе сельскохозяйственных работников, непосредственно влияя на их безопасность. В статье обосновано, что в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) безопасность ведения работ в агропромышленном комплексе (АПК) становится одной из главных приоритетов для обеспечения, как здоровья работников, так и сохранности урожая. В статье доказано, что для обеспечения безопасности работников необходимо внедрение современных технологий, регулярное обучение и соблюдение мер предосторожности, направленных на минимизацию воздействия неблагоприятных природных факторов.

**Ключевые слова:** чрезвычайная ситуация, авария, безопасность, работник, природные факторы, оценка рисков, условия труда.

## THE IMPACT OF NATURAL CONDITIONS ON THE SAFETY OF AGRICULTURAL WORKERS

**Berdnikova Larisa Nikolaevna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: Vlaga26@mail.ru

**Abstract.** The article proves that natural conditions play a key role in the life and work of agricultural workers, directly affecting their safety. The article substantiates that in emergency situations (emergencies), the safety of work in the agro-industrial complex (AIC) becomes one of the main priorities to ensure both the health of workers and the safety of crops. The article proves that in order to ensure the safety of employees, it is necessary to introduce modern technologies, regular training and compliance with precautionary measures aimed at minimizing the impact of adverse natural factors.

**Keywords:** emergency, accident, safety, employee, natural factors, risk assessment, working conditions

В условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) безопасность ведения работ в агропромышленном комплексе (АПК) становится одной из главных приоритетов для обеспечения, как здоровья работников, так и сохранности урожая. Экстремальные погодные условия, природные катастрофы или техногенные аварии могут существенно влиять на производственные процессы, поэтому необходимо заранее разработать и внедрить эффективные меры по обеспечению безопасности.

Природные условия играют ключевую роль в жизни и работе сельскохозяйственных работников, непосредственно влияя на их безопасность. Один из основных факторов – это климат. Экстремальные температуры, влажность и изменение погодных условий могут привести к различным рискам для здоровья, включая перегрев, обезвоживание и обморожение. Работники, трудящиеся на открытом воздухе, подвержены воздействию ультрафиолетового излучения, что увеличивает вероятность возникновения кожных заболеваний, включая рак кожи [1].

Не менее важны и природные катастрофы, такие как наводнения, ураганы и засухи. Эти явления могут не только разрушить урожай, но и подвергнуть работников опасности, создавая потенциально опасные ситуации, связанные с травмами и стрессом. Кроме того, состояние почвы и наличие вредителей требуют использования химических веществ, которые могут быть опасны, если не соблюдаются меры безопасности.

Для обеспечения безопасности работников необходимо внедрение современных технологий, регулярное обучение и соблюдение мер предосторожности, направленных на минимизацию воздействия неблагоприятных природных факторов. Таким образом, понимание связи между природными условиями и трудовой безопасностью может значительно снизить риски и улучшить условия труда в сельском хозяйстве.

Прежде всего, важно проводить регулярные оценки рисков, чтобы выявить возможные угрозы и разработать соответствующие меры реагирования. Оценка рисков на сельскохозяйственных и пере-

рабатывающих предприятиях является ключевым элементом их устойчивого развития. В условиях изменяющегося климата, колебаний рыночных цен и экологических факторов, аграрный сектор сталкивается с множеством вызовов, которые требуют систематического подхода к выявлению и минимизации рисков.

На первом этапе оценки рисков проводится идентификация потенциальных угроз. Это может включать анализ внешних факторов, таких как погодные условия, законодательные изменения и рыночные тренды, а также внутренних, таких как качество сырья, технологические сбои и финансовая стабильность. Далее следует этап анализа, на котором определяется вероятность возникновения каждого риска и его потенциальное воздействие на бизнес [2].

Результаты оценки рисков помогают предприятиям разрабатывать стратегии управления, включая создание резервов, диверсификацию производства и внедрение инновационных технологий. Применение систематического подхода к оценке рисков способствует не только повышению экономической эффективности, но и укреплению конкурентоспособности, что является необходимым условием для успешного функционирования в современном аграрном мире.

Обучение сотрудников безопасным методам работы в условиях ЧС должно стать неотъемлемой частью производственного процесса. Это включает в себя подготовку к экстренным ситуациям, знание основных правил эвакуации и оказания первой помощи.

Эффективная эвакуация работников сельскохозяйственного производства и оказание первой помощи в чрезвычайных ситуациях (ЧС) – это ключевые аспекты обеспечения безопасности на производстве. Основные правила эвакуации предполагают наличие заранее разработанных планов, которые учитывают специфику сельскохозяйственных работ и возможные риски. Все сотрудники должны быть ознакомлены с маршрутом эвакуации, его знаками и пунктами сбора [3].

При возникновении ЧС необходимо немедленно уведомить всех работников, активируя систему оповещения. Эвакуация должна осуществляться организованно, без паники, с соблюдением установленного порядка. Важно, чтобы все имели доступ к средствам индивидуальной защиты и знали, как ими пользоваться.

Первой помощи при несчастных случаях в сельском хозяйстве следует обучать всех работников. Основными навыками являются остановка кровотечения, оказание реанимационных мероприятий и использование аптечки. Каждый сотрудник должен знать, как вызвать скорую помощь и дать точное описание происшествия.

Данная подготовка не только спасает жизни, но и способствует созданию безопасной рабочей атмосферы, что является общим приоритетом для каждого предприятия [4].

Кроме того, следует обратить внимание на модернизацию технологических процессов и оборудования, чтобы минимизировать последствия ЧС. Создание запасных фондов ресурсов и средств защиты также поможет обеспечить устойчивость хозяйств в условиях непредвиденных событий. Создание запасных фондов ресурсов и средств защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) является одной из ключевых задач для обеспечения безопасности и устойчивости общества. Эффективная организация этих запасов требует комплексного подхода, включающего стратегическое планирование, оценку рисков и взаимодействие различных структур.

Сначала необходимо провести анализ потенциальных угроз, чтобы определить, какие ресурсы и средства защиты будут наиболее критичны в случае ЧС. Это могут быть продовольственные запасы, медикаменты, средства личной защиты, а также техническое оборудование для ликвидации последствий [5].

Далее следует разработать план хранения и распределения этих ресурсов. Оптимизация логистических цепочек и создание удобных пунктов хранения обеспечит быструю и эффективную подачу помощи в критических ситуациях.

Важно также предусмотреть регулярные тренировки и учения для сотрудников, ответственных за управление запасами, чтобы они были готовы действовать быстро и слаженно. Тренировки работников АПК на случай ЧС становятся неотъемлемой частью системы управления рисками. Успешное функционирование сельскохозяйственного сектора зависит от готовности его сотрудников оперативно реагировать на различные опасности, такие как стихийные бедствия, технологические аварии или санитарные эпидемии.

В ходе таких тренировок работники учатся выявлять риски, применять методы защиты и разрабатывать планы действий на случай ЧС. Основное внимание уделяется не только теоретическим знаниям, но и практическим упражнениям, которые моделируют реальные сценарии. Важным аспектом является командная работа: сотрудники должны действовать слаженно, координируя свои действия с другими службами и местными властями.

Кроме того, тренировки пройдут с учетом особенностей конкретных регионов, что позволит эффективно использовать ресурсы и минимизировать последствия ЧС. Такой подход способствует не только сохранению человеческих жизней, но и поддержанию стабильности в агропромышленном производстве, что имеет критическое значение для обеспечения продовольственной безопасности страны.

Сельское хозяйство и АПК играют ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и стабильности экономики. В условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС), таких как природные катастрофы, эпидемии или политические кризисы, поддержание устойчивости работы АПК становится особенно актуальным.

Для минимизации негативных последствий важно заранее разработать стратегии, которые позволят оперативно реагировать на возникающие вызовы. В первую очередь, необходимо создать резервные запасы основных сельскохозяйственных продуктов и семян, что обеспечит непрерывные поставки в случае сбоев.

Вторым важным аспектом является внедрение современных технологий и систем мониторинга, позволяющих осуществлять анализ рисков и планирование действий. Это включает в себя использование GPS, дронов и программного обеспечения для отслеживания состояния культур и прогнозирования урожайности.

Кроме того, поддержка местных производителей и фермеров в виде субсидий и обучения поможет укрепить их позиции и повысить устойчивость к внешним шокам. Объединение усилий государства, бизнеса и общества является залогом успешной работы агропромышленного комплекса в условиях ЧС, обеспечивая стабильность и безопасность для всех жителей страны.

В результате, создание запасных фондов ресурсов и средств защиты поможет не только смягчить последствия чрезвычайных ситуаций, но и повысить уровень готовности и безопасности населения. Таким образом, комплексный подход к безопасности в АПК не только защитит работников, но и содействует устойчивому развитию отрасли.

#### **Список литературы:**

1. Чепелев Н.И., Зотов А.В., Гордеев А.В., Щекин А.Ю. Анализ травматизма и основное направление повышения безопасности при механизированной раздаче кормов/ Чепелев Н.И., Зотов А.В., Гордеев А.В., Щекин А.Ю. // Вестник Красноярский ГАУ. 2009. № 7 (34). С. 175-177.
2. Чепелев, Н.И. Управление охраной труда в организации: учеб. пособие / Н.И.Чепелев // . – Красноярск, 2018. – 195 с.
3. Чепелев, Н.И. Основы эргономики и безопасность труда: учеб. пособие / Н.И.Чепелев, С.Н. Орловский// – Красноярск, 2018. – 255 с.
4. Щекин А.Ю. Правовые особенности политики продовольственной безопасности Российской Федерации / Щекин А.Ю. // В сборнике: Инновационное развитие науки и образования. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции, Красноярск 16-18 ноября 2019 года - Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019.- С. 41-43.
5. Щёкин А.Ю. Обучение работников сельского хозяйства и землеустройства по охране труда нестандартным методом / Щёкин А.Ю. // В сборнике: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития, материалы международной научно-практической конференции, Красноярск 20-22 марта 2019 года - Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019.- С. 50-54.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КУЛЬТИВАТОРОВ

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

**Сидыганов Юрий Николаевич**, доктор технических наук, профессор  
Поволжский государственный технологический университет, г Йошкар-Ола, Россия  
e-mail: sidyganov\_yuriy@mail.ru

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

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

**Беляева Елена Витальевна**, магистрант  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: bu\_bu\_bu\_bu@bk.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены закономерности расстановки стрелчатых лап на раме культиватора. Приведены формулы для расчета расстояний между лапами в ряду, между рядами лап, между колесом и расположенной рядом с ним лапой. Разработана конструктивно-технологическая схема комбинированного культиватора. Выполнен расчет ширины захвата экспериментального почвообрабатывающего агрегата.

**Ключевые слова:** Культиватор, лапа, почва, ряд, глубина, гребень, сопротивление

*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 рабочих органов и узлов для посевного комплекса, адаптированного к природно-производственным условиям Красноярского края»*

## DETERMINATION OF THE MAIN DESIGN PARAMETERS OF CULTIVATORS

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

**Sidyganov Yuri Nikolaevich**, Doctor of Technical Sciences, professor  
Volga State Technological University, Yoshkar-Ola, Russia  
e-mail: sidyganov\_yuriy@mail.ru

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

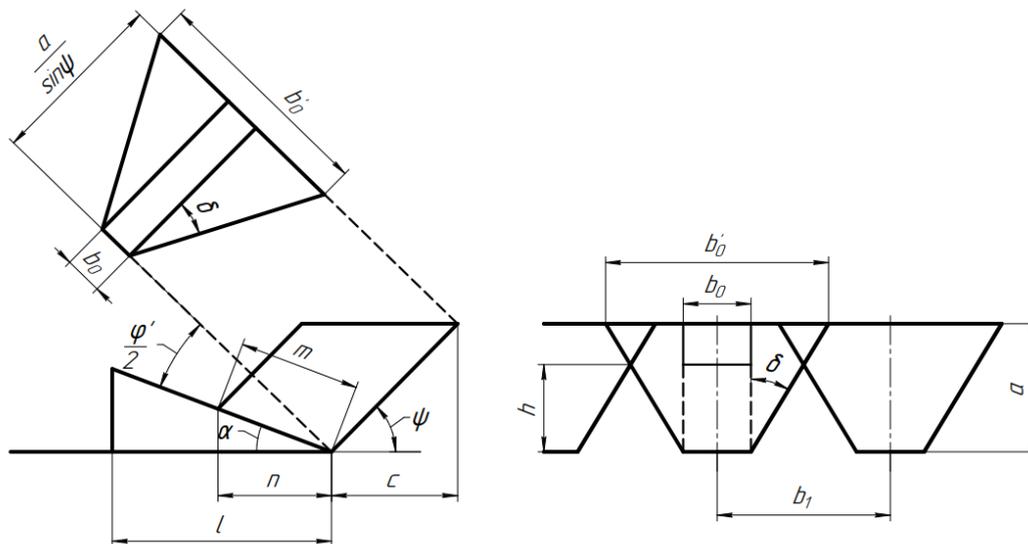
**Boginya Mikhail Vasilievich** Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: bmw-1964@yandex.ru

**Belyaeva Elena Vitalievna, graduate students**  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: bu\_bu\_bu\_bu@bk.ru

**Abstract.** The article examines the patterns of arrangement of pointed paws on the cultivator frame. Formulas are given for calculating the distances between paws in a row, between rows of paws, between the wheel and the paw located next to it. A design and technological scheme of a combined cultivator has been developed. The working width of an experimental tillage unit has been calculated.

**Key words:** Cultivator, paw, soil, row, depth, ridge, resistance

Проектирование комбинированного культиватора для поверхностной обработки почвы по гранту «Разработка энергоэффективного многофункционального почвообрабатывающего орудия, адаптированного для условий Красноярского края» включало обоснование расстановки стрелчатых лап на раме. С этой целью были изучены теоретические основы и опыт обработки почвы культиваторами с различными типами лап. Установлено, что на культиваторах для сплошной обработки почвы лапы расставляют рядами так, чтобы расстояние между ними в ряду было в два или три раза больше расстояния между смежными проходами. При расстановке лап с недорезом между проходами получаются гребни, высота которых  $h$  (рисунок 1) зависит от расстояния между их смежными проходами  $b_1$ .



**Рисунок 1 - Воздействие рыхлящей лапы на связную почву**

При рыхлении подпахотного слоя желательно, чтобы высота гребней  $h$  была не больше, чем разность глубины хода лап  $a$  и глубины предшествующей плужной обработки. Расстояние между смежными проходами  $b_1$  в зависимости от  $h$  можно определить по формуле:

$$b_1 = b_0 + \frac{2htg\frac{\varphi'}{2}}{\cos(\alpha + \frac{\varphi'}{2})}, \quad (1)$$

где  $b_0$  – нижнее поперечное вертикальное сечение почвы, разрушаемое лапой;  
 $\frac{\varphi'}{2}$  – угол плоскости скалывания почвы;  $\alpha$  – угол наклона рабочей поверхности лапы.

Расстояние между лапами в ряду при двухрядной расстановке должно быть вдвое большим. Надо иметь в виду, что для предотвращения забивания промежутков между стойками лап в ряду зоны деформации почвы, образуемые рядом расположенными лапами, не должны смыкаться. Для этого расстояние между лапами в ряду должно быть больше ширины разрыхленной почвы на поверхности поля  $b'_0$ .

Расстояние между рядами лап  $s$  должно быть достаточным, чтобы не происходило забивания промежутков между ними. Для этого стойки лап, находящихся впереди, должны быть за пределами образуемой задними лапами зоны деформации почвы на поверхности поля:

$$s > c + d = a \operatorname{tg}\left(\alpha + \frac{\varphi'}{2}\right) + d, \quad (2)$$

где  $c$  – расстояние действия рыхлительной лапы на почву в продольном направлении (определяется по формуле 4);  $d$  – расстояние от носка лапы до задней стороны ее стойки.

При выборе расстояний между лапами в ряду и между рядами следует учитывать наличие растительности на поверхности обрабатываемого поля. Густая и высокая растительность увеличивает опасность забивания промежутков между стойками лап, особенно при неглубокой обработке, когда почва крошится сильнее и подрезанные растения с нею слабо связаны. На рисунке 2 приведен график изменения ширины полосы почвы на поверхности поля  $b'_0$  и расстояния от носка лапы до передней

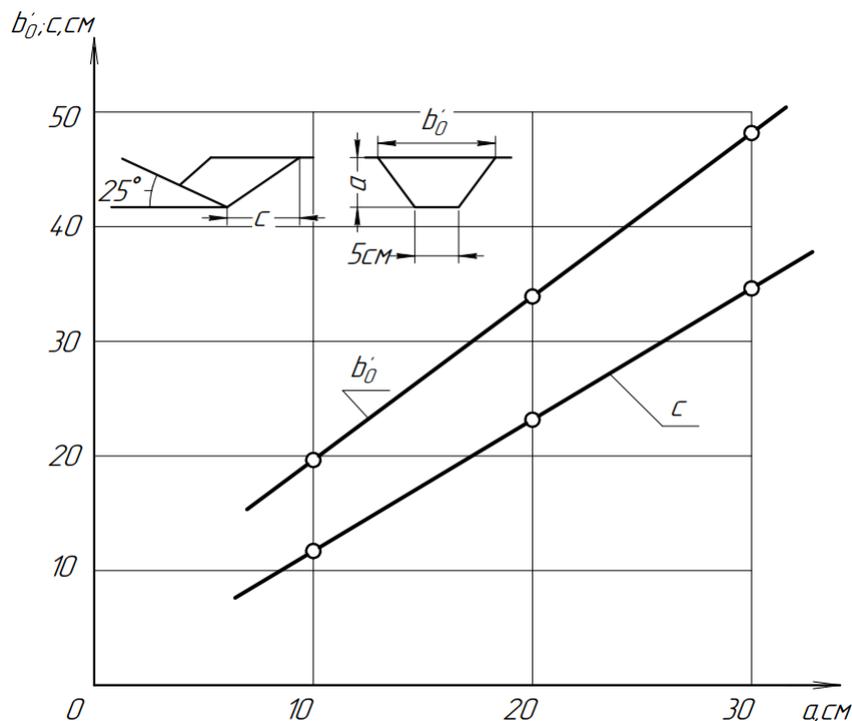
границы зоны деформации почвы  $c$  при обработке одной лапой. График начерчен по формулам 3 и 4 для  $\alpha = 25^\circ$ ,  $\varphi = 50^\circ$ ,  $b_0 = 50$  мм.

$$b'_0 = b_0 + \frac{2atg\varepsilon_1}{\sin\psi}, \quad (3)$$

$$c = actg\psi, \quad (4)$$

где  $\varepsilon_1$  – половина внутреннего угла трения обрабатываемой почвы;  $\psi$  – угол трения почвы.

Принимаемое расстояние между лапами в ряду должно быть больше, чем  $b'_0$ , и расстояние между рядами лап должно быть больше, чем  $c+d$  (особенно при малой глубине обработки). Исследованиями было установлено, что расстояние между лапами при двухрядном их расположении должно быть: при мелком рыхлении — не менее 200—300 мм, при глубоком — не менее 400—500 мм [2]. У современных культиваторов-рыхлителей для обработки почвы на глубину 15—25 см расстояние между лапами  $b_1 = 200—250$  мм, расстояние между рядами лап  $s = 500—650$  мм.



**Рисунок 2 - Изменение ширины полосы почвы  $b'_0$ , на которую распространяется действие лапы, и расстояния  $c$  в зависимости от глубины обработки**

Расстояние между колесом и расположенной рядом с ним лапой  $l$  должно быть достаточным для того, чтобы не было забивания и сжатие почвы ободом колеса не затрудняло работу лапы [3]. Для расчета можно принять, что зона, на которую распространяется воздействие обода колеса шириной  $B_0$ , в пределах глубины обработки имеет форму конуса с образующими, наклоненными под углом  $45^\circ$ , и диаметром основания  $D_0$ .

Так как глубина хода и угол наклона образующих конуса могут меняться, то следует принимать  $l \geq 1,5 a$ .

Ширину захвата культиваторов для сплошной обработки почвы, плоскорезов и рыхлителей определяют по формуле

$$B = \eta P_t / q, \quad (5)$$

где  $\eta$  — коэффициент использования тягового усилия трактора:  $\eta = 0,8 \div 0,95$ ;  $P_m$  — тяговое усилие трактора;  $q$  — удельное сопротивление почвы на 1 м ширины захвата (см. таблицу).

Для обеспечения полного подрезания сорняков и предотвращения забивания применяют двухрядную расстановку рабочих органов культиваторов и плоскорезов.

В культиваторах для сплошной обработки почвы рыхлительные лапы в пружинных стойках обычно расставляют в три ряда, а при жестком креплении - в четыре или пять рядов. На пропашных культиваторах полольные лапы устанавливают в два и три ряда. Оптимальное расстояние между лапами (рисунок 3) по ходу

$$L = B / \text{tg} [90^\circ - (\gamma + \varphi)], \quad (6)$$

где  $2\gamma$  — угол раствора лезвия лапы;  $\varphi'$  — угол трения почвы о металл,  $\varphi' \approx 25^\circ$ .

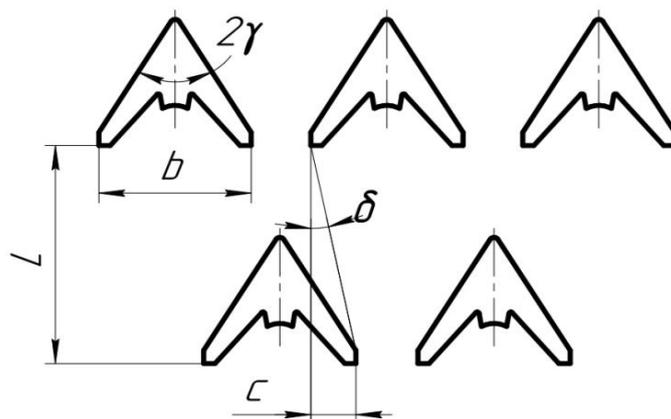


Рисунок 3 - Схема расстановки полольных лап культиватора

Таблица - Значение сопротивления почвы

Вид работы	Глубина обработки почвы, см	Удельное сопротивление почвы, Н/м (кгс/м)
Культивация лапами:		
полольными	7-8	980—1275 (100—130)
	10—12	1080—1665 (110—170)
	13—16	1765—2640 (180—270)
широкозахватными плоскорезущими	7—8	785—980 (80—100)
	10—12	881 — 1370 (90—140)
	13—16	1470—2160 (150—220)
Глубокое рыхление лапами:		
узкозахватными рыхлительными	18—20	3920—4410 (400—450)
	21—23	4900—5400 (500—550)
	24—25	5400—6370 (550—650)
широкозахватными плоскими	18—20	4900—5880 (500-600)
	21—23	5880—6850 (600—700)
	24—25	6850—7850 (700—800)

Перекрытие  $C$  между полольными лапами выбирают из условия обеспечения полного подрезания сорняков:

$$C = L \operatorname{tg} \delta, \quad (7)$$

где  $\delta$  — угол случайного отклонения культиваторов и плоскорезов от прямой линии ( $\delta=7\div 9^\circ$ ).

Большие перекрытия на длинных индивидуальных поводках. Узкорыхлительные лапы расставляют с недокрытием, так как ширина разрыхленного лапой слоя больше ее ширины захвата.

Расстояние между рыхлительными лапами в ряду, при котором обеспечивается сплошное рыхление почвы,

$$A \geq b_p + 2a \operatorname{tg} (\omega/2) / \cos (\alpha + \varphi'), \quad (8)$$

где  $b_p$  — ширина захвата рыхлительной лапы;  $a$  — наибольшая глубина обработки;  $\omega$  — угол конической поверхности зоны деформации:  $\omega \approx 50^\circ$ ;  $\alpha$  — угол входа рабочего органа в почву.

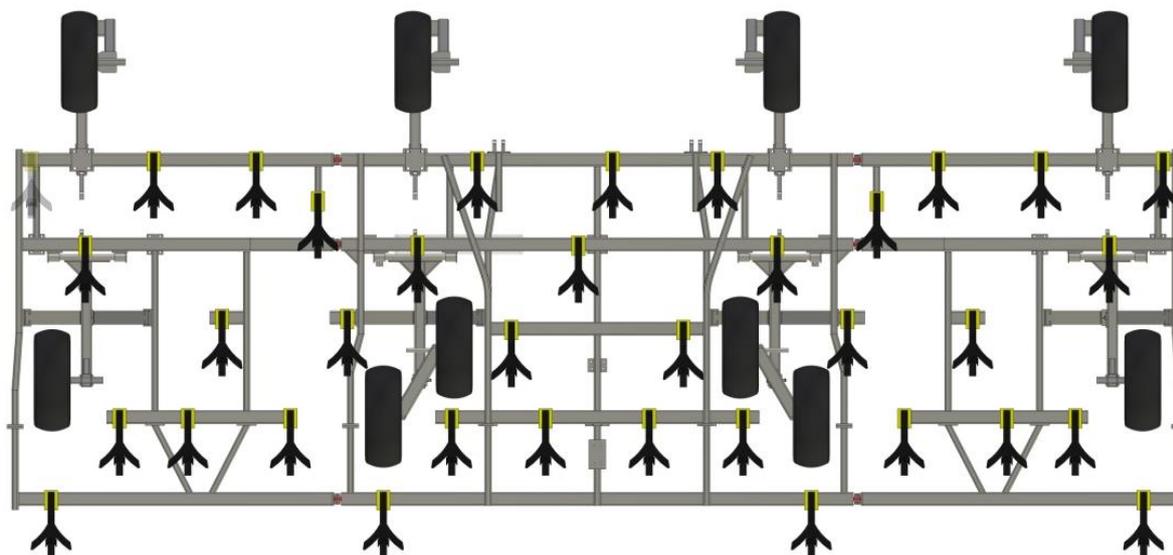
Величина  $a / \cos (\alpha + \varphi')$  есть длина плоскости скалывания почвы. Число рабочих органов

$$n = (B - C) / (b_p - C). \quad (9)$$

Минимальная ширина захвата полольных лап (стрельчатых и односторонних) культиваторов  $b_{\min} > 3C$ . При меньших значениях ширины захвата лап возможно забивание культиватора землей и растительностью из-за большого количества стоек.

Максимальную ширину захвата стрелчатых лап принимают не более 400 мм, а односторонних (бритв) — 200 мм. Лапы большего захвата становятся недостаточно жесткими, образуют неровное дно борозды и неудовлетворительно заглубляются.

В результате выполнения расчетов с учетом агротехнических требований разработана схема расстановки универсальных лап на раме культиватора (рисунок 4).



*Рисунок 4 – Конструктивно-технологическая схема культиватора*

Универсальные лапы расставлены с учетом перекрытия соседних проходов на 5 см. Расстояния между лапами в одном ряду составляют не менее 30 см, между колесом и расположенной рядом с ним лапой - не менее 15 см.

#### **Список литературы:**

1. Васильев А.А., Лисунов О.В., Богиня М.В., Богиня Н.М. Экспериментальные исследования комбинированного культиватора. - Материалы Международной научно-практической конференции «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ОПЫТ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ», 19 апреля 2023 года. – С. 142-148.
2. Васильев А.А., Лисунов О.В., Богиня М.В., Олейникова Е.Н. Исследование влияния параметров рабочих органов и режимов работы культиватора модульного типа на качественные и энергетические показатели поверхностной обработки почвы. - Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, г. Ульяновск / 2023 / № 1 / С. 190-197.
3. Халанский В.М., Горбачев, И.В. Сельскохозяйственные машины / В. М. Халанский, И. В. Горбачев. – М.: КолосС, 2004. – 624 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ АДАПТИВНОГО СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Глушанков Арсений Романович**, аспирант  
Воронежский Государственный Лесотехнический Университет им. Г.Ф. Морозова  
e-mail: glushankov2000@inbox.ru

**Дорохин Сергей Владимирович**, доктор технических наук, доцент  
Воронежский государственный лесотехнический университет, Воронеж, Россия  
e-mail: dsvvrn@yandex.ru

**Тертерашвили Давид Геннадьевич**, аспирант  
Воронежский государственный лесотехнический университет, Воронеж, Россия  
e-mail: terterashvili26@gmail.com

**Аннотация.** В данной научной публикации проводится анализ возможностей управления светофорами и дорожным движением. Вначале рассматривается оптимальный способ использования такой системы с целью обеспечения безопасности всех участников движения и городской инфраструктуры

**Ключевые слова:** автомобильный транспорт, безопасность дорожного движения, перекресток, система, светофор, управление, пропускная способность

## APPLICATION OF ADAPTIVE TRAFFIC LIGHT CONTROL SYSTEMS IN THE RUSSIAN FEDERATION

**Glushankov Arseniy Romanovich**, Postgraduate student  
G.F. Morozov Voronezh State Forest Engineering University  
e-mail: glushankov2000@inbox.ru

**Dorokhin Sergey Vladimirovich**, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor  
Voronezh State Forest Engineering University, Voronezh, Russia  
e-mail: dsvvrn@yandex.ru

**Terterashvili David Gennadievich**, Postgraduate student  
Voronezh State Forest Engineering University, Voronezh, Russia  
e-mail: terterashvili26@gmail.com

**Abstract.** This scientific publication analyzes the possibilities of traffic light and road traffic control. First, the optimal way of using such a system to ensure the safety of all road users and urban infrastructure is considered.

**Keywords:** motor transport, road safety, intersection, system, traffic light, control, capacity

Число автомобилей, зарегистрированных на относящейся к московскому транспортному узлу, приближается к восьми с половиной миллионам.

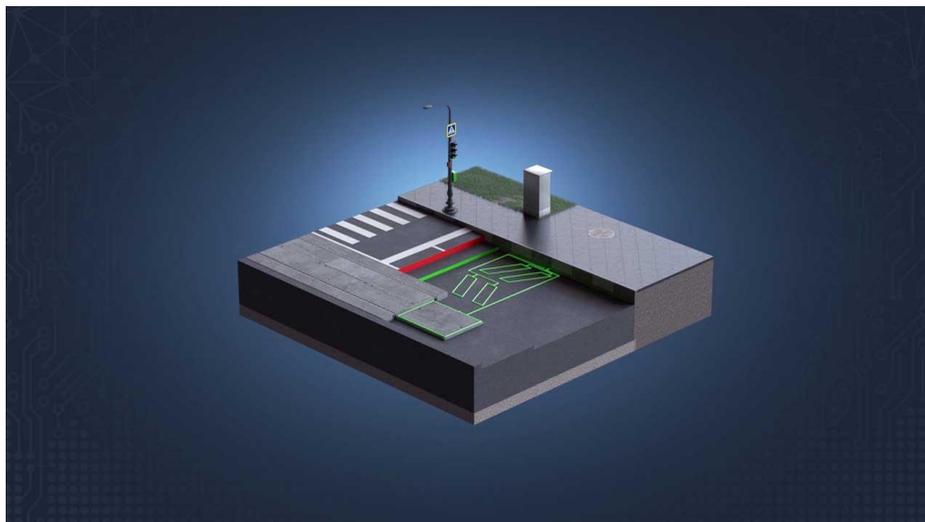
Поскольку число машин неуклонно возрастает, происходит снижение активности движения, сокращается присущая дорожной сети пропускная способность. Вследствие указанных обстоятельств происходит появление пробок. Ситуация является сходной во всех крупных городах страны.

Нередко происходит, когда светофоры не функционируют должным образом. В современных условиях не может рассматриваться ситуация, при которой используется таймер для того, чтобы переключать сигналы светофоров.

Координированные режимы функционирования светофорных устройств применяются для того, чтобы транспортная система характеризовалась более высокой пропускной способностью. В дорожный контроллер поступают предоставляемые детекторами транспорта данные, и он обеспечивает изменение режима функционирования светофорных устройств.

Сегодня соответствующие вопросы являются предметом внимания специалистов таких организаций, как Швабе-Москва и СпецДорПроект. Данные специалисты на основе изучения сложившейся в иностранных государствах практики и имеющихся собственных разработок разработали систему, оценивающую изменения в дорожной ситуации и адаптирующей к данным изменениям светофоры. Система позволяет повышать безопасность дорожного движения при сохранении существующего уровня интенсивности движения.

Система «умный перекресток» обеспечивает возможность организовывать приоритетный проезд для общественного транспорта, адаптивно управлять светофорами. Применение системы обеспечивает возможность существенного улучшения дорожной ситуации, увеличения безопасности и комфортности передвижения пешеходов [1,3].



**Рисунок 1 – Общий вид системы «Умный перекресток»**

Соответствующая система позволяет обеспечить водителям автомобилей, пассажирам общественного транспорта, пешеходам, различным участникам дорожного движения возможность передвигаться по городу в безопасных и комфортных условиях. Петлевые индуктивные индикаторы обеспечивают возможность анализа дорожной ситуации и функционирования системы в автоматическом режиме. Применение соответствующих устройств позволяет принимать решения в отношении моментов включения разрешающего сигнала в автоматическом режиме на основе распознавания подъезжающих транспортных средств.

Система, соответственно, обеспечивает анализ существующей ситуации и дальнейшую адаптацию с учетом результатов указанного анализа. Приоритетный проезд обеспечивается для общественного транспорта.



**Рисунок 2 – Алгоритм включения зеленого сигнала светофора при остановке общественного транспорта**

Пешеходы при внедрении данной системы также ожидают, разрешающий сигнал в течение меньшего времени. Им предоставляется возможность использовать особую кнопку вызова, чтобы включать разрешающий сигнал. В сопоставлении с дневным количеством передвигающихся машин их число сокращается. При этом для перехода дороги пешеходы вынуждены ждать разрешающий сигнал. Применение системы обеспечивает возможность для пешеходов переходить дорогу безопасно

после оперативного изменения сигнала светофора. Она обеспечивает возможность улучшения дорожной ситуации.

Система характеризуется тем, что не предполагает необходимость использовать кабели, расположенные над землей, а также камеры. Размещаемые на глубине 15 см под дорожным полотном петлевые индикаторы позволяют переключать сигналы. Соответствующие индикаторы успешно функционируют при любых погодных условиях, не требуют замены при ремонте автодорог. При внедрении системы обеспечивается эстетичность наряду с увеличением пропускной способности.



**Рисунок 3 – схема расположения локального центра управления**

Способность системы работать независимо от погодных условий является значимым достоинством, которое отсутствует в случае, если применяются камеры, применение которых не позволяет обеспечивать адаптивное управление светофорными устройствами в силу отсутствия возможности точно идентифицировать транспорт. Применение предусматривающих использование камер систем может сопровождаться отсутствием позитивных эффектов с точки зрения повышения пропускной способности [2].

Первый проект по использованию системы был реализован в 2017 г. на образованном Центральным и Панфиловским проспектами в Зеленограде. В результате были обеспечены восьмикратное сокращение числа ДТП, рост на треть пропускной способности, сокращение ожидания на каждом из направлений.

В Москве перекресток, образованный Чонгарским и Симферопольским бульварами, стал местом реализации пилотного проекта в 2018 г. В результате было обеспечено сокращение на 16 % продолжительности ожидания, вчетверо увеличилось число проходящих за 2 минуты единиц общественного транспорта, произошло сокращение средней продолжительности прохождения троллейбусов и трамваев на 45 и 24 % соответственно.

На площади Тверской Заставы находится одна из наиболее сложных транспортных развязок. Число проезжающих по 32 направлениям средств транспорта достигает на данной площади 200 тыс. В этой связи ранее площадь характеризовалась высокой аварийностью, возникали значительные задержки в движении. Здесь также реализован проект, связанный с использованием системы «умный перекресток», что позволило обеспечить сокращение продолжительности движения трамваев на 12 %, добиться ускорения движения электробусов, автобусов до 42 %, повышения более чем на треть пропускной способности.

В Москве число оснащённых системой перекрестков достигло 600. Внедрение указанной технологии осуществляется и в других городах, таких как Зеленоград, Рыбинск, Кудрово и др.

Следует отметить и системы, связанные с управлением относящимися к верхнему уровню светофорными объектами «Дирижер», и систему, позволяющую отслеживать, в каком состоянии находятся дорожные контроллеры – ОКО.

Система обеспечивает возможность осуществления аварийного либо планового управления, изменения режима функционирования контроллера, контроля в дистанционном формате в отношении состояния объектов.

В системе предусмотрена возможность в удаленном режиме устранять неисправности, что позволяет сокращать затраты. На то, чтобы выявить, что светофор является неисправным, требуется от нескольких секунд до 1 минуты.

Количество контроллеров, используемых для функционирования системы «ОКО» в Москве, превышает 3 тыс.

Также система применяется в таких городах, как Нижний Тагил, Санкт-Петербург, Рыбинск. Систему предполагается использовать в Самаре и в ряде зарубежных государств.

Исходно разработка системы осуществлялась применительно к столичным условиям. При этом возможно ее использование в иных российских городах [1,4].

Сегодня интенсивно внедряются системы «Дирижер», относящиеся к верхнему уровню управления. Относящиеся к данной системе элементы применяются сегодня для того, чтобы обеспечивать приоритет проезда общественного транспорта, управлять в адаптивном формате светофорами.

#### **Список литературы:**

1. Евсеенко С. М. Этапы развития технологий искусственного интеллекта и уточнение терминологии / С. М. Евсеенко // Инновации. - 2021. - № 4. - С. 3948
2. Барский А. Б. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления: монография / А. Б. Барский. - Москва: РУСАЙНС, 2024.- 186 с
3. Эртель В. Введение в искусственный интеллект / В. Эртель, пер. с англ. А. Горман. - Москва: Эксмо, 2019. - 448 с.;
4. Цветков В.Я. Интегральное управление высокоскоростной магистралью / В.Я. Цветков // Мир транспорта. 2013. № 5. С. 6-9.

УДК 629.3.083.4

### **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**Гринякин Руслан Валентинович**, аспирант

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

e-mail: rv.grinyakin@yandex.ru

**Загородний Николай Александрович**, кандидат технических наук, доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия

e-mail: n.zagorodnij@yandex.ru

**Дорохин Сергей Владимирович**, доктор технических наук

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

e-mail: dsvvrn@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные аспекты необходимости проведения технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, роль технического сервиса транспорта в агропромышленном комплексе. Отображается значимость механизации в сельском хозяйстве. Представлены направления реализации комплексного подхода к управлению техническим обслуживанием и ремонтом сельскохозяйственной техники.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники, отказы и неисправности сельскохозяйственной техники, механизация сельского хозяйства

## MODERN TRENDS IN ORGANIZING THE SYSTEM OF MAINTENANCE AND REPAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY

**Grinyakin Ruslan Valentinovich**, Postgraduate student

Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia  
e-mail: rv.grinyakin@yandex.ru

**Zagorodniy Nikolay Aleksandrovich**, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor  
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukho, Belgorod, Russia

e-mail: n.zagorodnij@yandex.ru

**Dorokhin Sergey Vladimirovich**, Doctor of Engineering Sciences, Professor  
Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

e-mail: dsvvrn@yandex.ru

**Abstract.** The article discusses the main aspects of the need for maintenance and repair of agricultural machinery, the role of technical service of transport in the agro-industrial complex. The importance of mechanization in agriculture is shown. The directions for implementing an integrated approach to managing the maintenance and repair of agricultural machinery are presented.

**Keywords:** Agricultural machinery, maintenance and repair of agricultural machinery, failures and malfunctions of agricultural machinery, mechanization of agriculture

В настоящее время у предприятий сельского хозяйства возникает множество проблем, возникающих из-за воздействия различных факторов, например, изменение климатических условий, недостаток количества транспортных средств для выполнения сельскохозяйственных работ, возникновение частых простоев транспорта в связи с неисправностями и отказами их узлов и агрегатов и т.д. Предприятия сельского хозяйства стараются реализовать мероприятия, которые способны увеличить производительность, но при этом с минимальными потерями, а также воздействиями на окружающую среду.

Устойчивое и развивающее ведение сельского хозяйства напрямую зависит от состояния технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) сельскохозяйственной техники. В современном мире техника, применяемая для посевных работ, значительно заменяет человеческий труд [1]. Так, с применением сельскохозяйственной техники, посевные работы производятся быстрее и качественнее, что сокращает издержки предприятия [2].

Особую роль в механизации сельскохозяйственной техники играет автоматизация всего процесса, а также применение новейших современных технологий и информационных систем. Учет технического состояния транспортных средств ведется соответствующими службами, которые анализируют виды возникающих отказов и их частоту. Будь-то ремонтная служба, авторемонтный цех или отдел контроля и учета технического состояния парка машин, основная цель данных подразделений — это обеспечение технически исправного состояния транспортных средств и выполнение заданных производственных планов предприятия [3]. При выходе из строя единицы техники можно нарушить производственный процесс ведения всего сельского хозяйства. Для устранения возникшей неисправности требуется наличие специализированного оборудования и инструмента для выполнения ремонта и технического обслуживания, наличие запасных частей и расходных материалов, квалифицированный персонал для выполнения ТО и Р, производственные площади или зоны для выполнения ТО и Р. В совокупности учет всех этих элементов требует определённых временных затрат. Например, в случае отсутствия запасных частей для ремонта транспорта возникает простой техники в ремонте, что увеличивает сроки проведения ремонта, тем самым повышаются материальные затраты производства, а именно предприятие несет убытки в связи с невыполнением плана.

С учетом всего вышеизложенного подтверждается необходимость для создания единого комплексного подхода, направленного на решение возникающих проблем на сельскохозяйственных предприятиях, позволяющих обеспечивать работоспособность и долговечность сельскохозяйственной техники на всем сроке службы [4].

К наиболее распространенным проблемам, с которыми сталкивается сельскохозяйственная техника, относят значительные затраты на приобретение запасных частей и оборудование для ремонта техники, отсутствие квалифицированного персонала, способного произвести восстановление утраченной работоспособности техники в короткие сроки, также наличие технических зон для выполнения ремонта в ближайшем расположении сельхозпредприятия. Решение данных проблем позволяет обеспечить устойчивое развитие всего агропромышленного комплекса.

Применение сельскохозяйственной техники с целью механизации работ в агропромышленном комплексе способствует увеличению производительности предприятия, обеспечивая минимизацию затрат в целом. Одним из главных преимуществ механизации в сельском хозяйстве является выполнение большого объема работ за короткие сроки, что способствует снижению ручного труда. Также к положительным сторонам механизации в сельском хозяйстве можно отнести высокую точность выполнения агротехнических работ, что уменьшает риски потери урожая, а также рациональное использование ресурсов для осуществления сельскохозяйственной деятельности, что уменьшает материальные затраты на производство [5].

Стоит учитывать, что при внедрении механизации в сельское хозяйство, предприятие агропромышленного комплекса может столкнуться с трудностями, такими как реорганизация процесса производства, приобретение автоматизированного оборудования, переобучение персонала и т.д. Каждому предприятию сельскохозяйственной направленности требуется четкое понимание процесса работы с внедрением механизации на производстве или повышение ее уровня. Для этого производится анализ материальных затрат, который требуется для обновления производства, насколько будет эффективно использовать современные решения по внедрению механизации в сельском хозяйстве, так как эксплуатация и обслуживание сельскохозяйственной техники требует высоких затрат.

Несмотря на то, что возникают ряд трудностей при внедрении механизированного процесса в сельском хозяйстве, преимуществ от использования различного вида транспорта больше, главный из которых сокращение времени на выполнение сельскохозяйственных операций. Поэтому на предприятиях четко ведется контроль за техническим состоянием сельскохозяйственной техники. Для этого существуют отдельные бригады, отвечающие за работоспособность и долговечность применяемой в сельском хозяйстве техники.

На эффективность и непрерывность сельскохозяйственных работ напрямую влияет техническое состояние используемого транспорта. Повышению эффективности технической эксплуатации сельскохозяйственной техники посвящено множество научных трудов ученых, которые направлены на решение конкретных задач, таких как продление срока службы транспорта, увеличение ресурса узлов и агрегатов, повышение работоспособности и долговечности транспорта, прогнозирование остаточного ресурса транспорта, снижение материальных затрат на обслуживание и эксплуатацию транспорта и др. В основе решения этих задач лежит правильная организация системы технического обслуживания и ремонта на предприятии, учет регулярности, предупредительности и экономичности ТО и Р транспортных средств, анализ возникающих неисправностей при определенной наработке или пробегу для прогнозирования остаточного ресурса.

Сельскохозяйственные предприятия применяют различные виды автомобильного транспорта: современные тракторы, комбайны, зерноуборочные, экскаваторы, самосвалы и т.д. Каждый автомобиль требует особого ухода и контроля за его техническим состоянием. Для сельскохозяйственных предприятий требуется организовывать систему технического обслуживания и ремонта автомобильного парка с учетом погодных, сезонных и производственных условий. Технологический процесс сельскохозяйственного производства нередко проходит одновременно с технологическим процессом сервисного обслуживания единиц техники [6].

Система технического обслуживания и ремонта подразумевает разработку и применение определенных мероприятий, которые обеспечивают своевременное выполнение периодического технического обслуживания транспорта и выполнение ремонта при необходимости. ТО предполагает выполнение профилактических операций для обеспечения технически исправного состояния автомобилей, а также выявление отказов и неисправностей [7]. Ремонт сельскохозяйственной техники предполагает проведение работ, связанных с устранением возникших отказов.

График проведения технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в действующей системе технического обслуживания и ремонта учитывает особенности эксплуатации техники, наработку, пробег, срок эксплуатации, ресурс. При совмещении планового технического обслуживания с ремонтом, например, текущим ремонтом, когда производится ремонт деталей, без их снятия с машины или разборки, позволяет уменьшать время на обслуживание транспорта, а именно потери, связанные с ТО и Р. При таком подходе легко выявить не только явные неисправности, но и в скрытых областях или определить через какое время деталь, узел и агрегат может выйти из строя в дальнейшем. Анализ общего технического состояния транспорта позволяет определить преждевременный износ деталей [8].

Для достижения экономичности при проведении ТО и Р сельскохозяйственной техники необходимо оптимизировать расходы на покупку запасных частей и материалов, а также трудозатраты на их выполнение. Следует учитывать, что эффективнее будет использовать оригинальные запасные части и расходные материалы при проведении технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, в противном случае стоимость затрат на поддержание технически исправного состояния будет выше, так как риск возникновения неисправностей выше.

Для выполнения производственного процесса сельскохозяйственным предприятиям через определенные интервалы времени необходимо обновление парка машин, что способствует крупным вложениям для покупки новой техники [9, 10]. Каждое предприятия должно максимально уделять время исследованию надежности используемого парка и определять экономический эффект от покупки новой техники и вложений в ремонт существующей.

Современное производство сельскохозяйственных предприятий должно применять адаптивные технологии, а именно дистанционное мониторинговое оборудование для контроля за техническим состоянием транспорта и раннего выявления неисправностей в режиме реального времени, что позволит значительно снизить затраты на проведение ремонта техники.

На предприятиях должна четко действовать логистическая система поставки запасных частей в минимально короткие сроки, а также налаженная связь с автосервисными предприятиями для технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники с целью проведения качественно и быстрого ТО и Р.

Комплексный подход к управлению техническим обслуживанием и ремонтом, включающим в себя планирование проведения ТО и Р, применение механизации в сельском хозяйстве, использование современных технологий для контроля техническим состоянием сельскохозяйственной техники, эффективную работу высококвалифицированного персонала на предприятии, логистическую оснащенность, применение современного оборудования для проведения ТО и Р в условиях сельхозпредприятия позволяет повысить эффективность технической эксплуатации транспортных средств в сельском хозяйстве, а также снизить материальные затраты на содержание и ремонт сельскохозяйственной техники, увеличить производительность предприятия, что приведёт к увеличению рентабельности и развитию агропромышленного комплекса в целом.

#### Список литературы:

1. Дрыгин М.Ю. Диагностика состояния тяжелой горной техники при планово-предупредительных ремонтах / М.Ю. Дрыгин, Н.П. Курьшкин // Динамика систем, механизмов и машин. 2017. Т. 5. № 2. С. 115-122;
2. Жильцов С.Н., Альбекров Д.Э. Повышение ресурса двигателей при капитальном ремонте // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2022 С. 7-12;
3. Инновационные технологии технического сервиса в агропромышленном комплексе / И. Н. Шило, Н. К. Толочко, Н. Н. Романюк, С. А. Войнаш, В. А. Соколова, С. А. Партко, А. А. Лучинович, Е. В. Тимофеев, А. Ф. Эрк. СПб.: ИАЭП. 2021. 260 с;
4. Кружкова Т.И. Технический сервис в АПК как фактор устойчивого развития аграрной экономики / Т.И. Кружкова, О.А. Рущицкая, К.П. Стожко, Д.К. Стожко // Аграрный вестник Урала. 2020. Специальный выпуск «Экономика» С. 46-53;
5. Куков С. С., Гриценко А. В. Аспекты диагностирования цилиндропоршневой группы в режиме прокрутки двигателя стартером транспортных и технологических машин агропромышленного комплекса // АПК России. 2016. Т. 23. № 2. С. 400–407;
6. Семькина, А.С. Необходимость развития технического сервиса автомобильного транспорта / А.С. Семькина, Н.А. Загородний // В сборнике: «Интеллектуальные системы в аграрном и строительном комплексе». сборник материалов Международной научно-практической конференции. Орел, 2022. С. 104-110.
7. Семькина, А.С. Организация технологических процессов технического обслуживания и диагностирования автомобилей / А.С. Семькина, Н.А. Загородний, С. Андреева // В сборнике: докладов Международной научно-практической конференции «Наукоемкие технологии и инновации» (XXV научные чтения), посвященной 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова, БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2023. С. 1070-1075.
8. Харитонов А.С. Критерий оценки эффективности систем массового обслуживания / А.С. Харитонов // Студенческая наука XXI века. 2015. № 3. С. 93-94;
9. Шатерников В.С. Проблемы совершенствования организации ремонтного обслуживания двигателей карьерных большегрузных автомобилей-самосвалов // В сборнике: Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса. Материалы 3-ей Международной научно-практической конференции. под общей редакцией А.Н. Новикова. 2013. С. 144-152;
10. Юданова А.А. Современные тенденции организации ремонта сельскохозяйственной техники / А.В. Юданова // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. 2002. № 3. С. 905.

УДК 631.544.45:631.589.2:681.5

## ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

**Долгих Павел Павлович**, кандидат технических наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Ачинский филиал, Ачинск, Россия  
e-mail: dpp10@yandex.ru

**Аннотация.** Целью исследования являлась разработка автоматизированной системы управления технологическими процессами в фитотроне с учетом обеспечения требований к микробиологической чистоте водной и воздушной сред. Определены технологические процессы, происходящие в фитотроне: процесс обновления воздуха, процесс облучения растений, процесс ирригации и поддержания уровня питательного раствора, процесс стерилизации питательного раствора и воздуха. Составлен блочный алгоритм управления, определены контролируемые параметры и исполнительные элементы управления, а также выбраны интерфейсы взаимодействия. Разработана система автоматизированного управления процессом выращивания растений, реализованная на базе платформы Arduino.

**Ключевые слова:** технологические процессы, система автоматизированного управления, алгоритм управления, фитотрон, гидропонные технологии, светкультура, программируемый логический контроллер

## DIGITAL TECHNOLOGIES FOR GROWING CROPS IN AN URBAN ENVIRONMENT

**Dolgikh Pavel Pavlovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Achinsk branch, Achinsk, Russia  
e-mail: dpp10@yandex.ru

**Abstract.** The aim of the study was to develop an automated control system for technological processes in the phytotron, taking into account the requirements for microbiological purity of water and air environments. The technological processes occurring in the phytotron were determined: the process of air renewal, the process of plant irradiation, the process of irrigation and maintenance of nutrient solution level, the process of sterilisation of nutrient solution and air. The block control algorithm is compiled, controlled parameters and executive control elements are defined, and interaction interfaces are selected. The system of automated control of the plant cultivation process implemented on the basis of the Arduino platform was developed.

**Keywords:** technological processes, automated control system, control algorithm, phytotron, hydroponic technologies, light culture, programmable logic controller

Согласно приоритетным направлениям научно-технологического развития [7], ключевую роль в экономике страны будет иметь высокопродуктивное и устойчивое к изменениям природной среды сельское хозяйство. На смену устаревшим принципам выращивания, где за основу была принята концепция увеличения урожайности с единицы полезной площади, приходят технологии управления производственным процессом с целью получения экологически чистых функциональных продуктов питания [4]. Особое значение при этом приобретает создание автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) в растениеводстве с применением цифровых технологий [5].

В настоящее время цифровые технологии выступают одним из важнейших факторов повышения эффективности производства за счет рационального использования природных, материально-технических, финансовых и трудовых ресурсов [8].

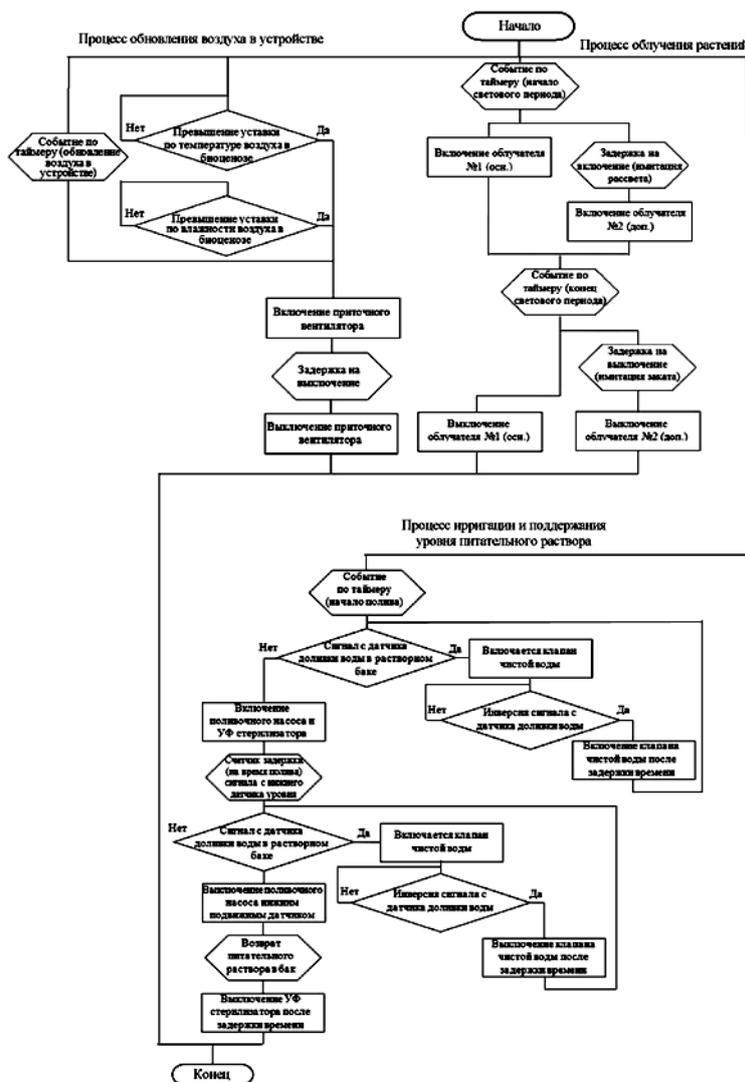
При выращивании в условиях современных городских ферм главную роль будут иметь режимы облучения, а также качество питательного раствора и его своевременная подача [1]. Температурно-влажностный режим, спектральный состав и интенсивность излучения, состав и качество воздушно-газовой и питательной сред в соответствии с технологией выращивания, оказывают существенное влияние на усвоение растениями необходимых веществ и в результате на качество и урожай растений.

Необходимо соблюдать требования биологической чистоты, предъявляемые к тепличным субстратам естественного и искусственного происхождения, воздушно-газовой и водным средам, в которых имеются благоприятные условия для размножения и распространения болезнетворных микроорганизмов и бактерий [6]. Также, данные функциональные среды не должны содержать вредителей и определенное время соответствовать требуемым технологическим показателям [9]. Является

известным фактом, что для обеззараживания воздушно-газовой и водной сред применяют различные виды электротехнологического воздействия, являющиеся наиболее эффективными и экологически чистыми [3].

*Цель исследования* – разработка автоматизированной системы управления технологическими процессами в фитотроне с учетом обеспечения требований к микробиологической чистоте водной и воздушной сред.

Объектом исследования выбран фитотрон, подробно описанный в [2], с процессами, происходящими в нем при культивировании растений. Предмет исследования – закономерности управления процессами в фитотроне.



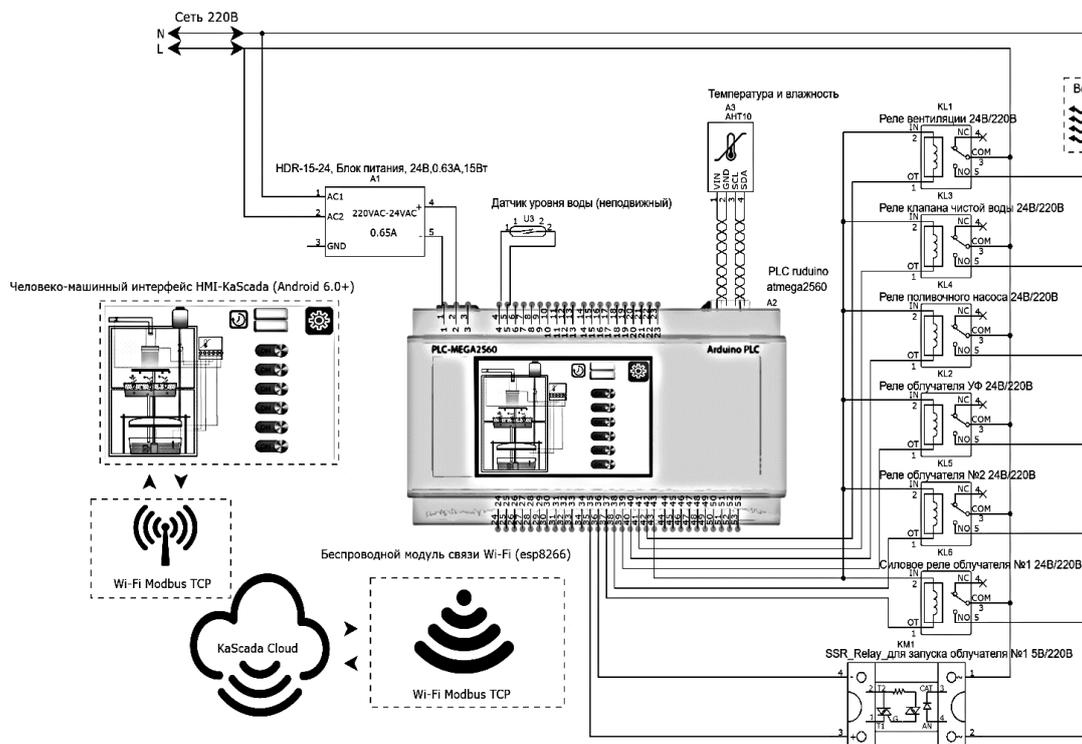
**Рисунок 1 – Блок-схема функций, выполняемых ПЛК**

Автоматизированная система управления технологическими процессами должна обеспечивать следующие функциональные возможности: процесс обновления воздуха в вегетационной камере, процесс облучения растений, процесс ирригации и поддержания уровня питательного раствора в фитотроне, процесс стерилизации питательного раствора и воздуха, отображение статуса через дисплей. С целью реализации предложенных функций разрабатывался алгоритм управления, блок-схема которого изображена на рисунке 1. Определялись контролируемые параметры и исполнительные элементы управления, выбирались интерфейсы взаимодействия.

Результатом исследований явилась схема автоматизированной системы управления, изображенная на рисунке 2. Программные алгоритмы управления для программируемого логического контроллера (ПЛК) были написаны на языке FBD стандарта МЭК 61131-3 в среде программирования FLprog и компилированы в среде разработки Arduino IDE.

Настройка параметров контроллера и взаимодействие с оператором, осуществляется по разработанному интерфейсу для сенсорного дисплея Nextion 3.5" 480×320 px. Так же предусмотрена возможность беспроводной связи с контроллером, используя Wi-Fi модуль ESP-8266 с преобразователем уровней, посредством HMI (человеко-машинный интерфейс) на платформе Android в приложение KaScada через протокол Modbus TCP. Для энергонезависимого учета хронометрических данных установлены часы реального времени (RTC).

Схема содержит коммутационный блок, снабженный реле для управления: вентилятором, клапаном чистой воды, поливочным насосом, ультрафиолетовым облучателем, резервным облучателем, основным облучателем, а также SSR-реле для запуска основного облучателя.



**Рисунок 2 – Схема автоматизированной системы управления технологическими процессами в фитотроне**

**Заключение.** Для автоматизированной системы управления технологическими процессами определены функциональные возможности, которые она должна обеспечивать. Для реализации данных функций был составлен блочный алгоритм управления, определены контролируемые параметры и исполнительные элементы управления, а также выбраны интерфейсы взаимодействия.

Результатом исследований явилась схема автоматизированной системы управления, реализованная на базе платформы Arduino с 8-ми битным микроконтроллером ATmega 2560 с тактовой частотой 16 МГц. Микроконтроллер предоставляет 256 КБ Flash-памяти для хранения прошивки, 8 КБ оперативной памяти SRAM и 4 КБ энергонезависимой памяти EEPROM для хранения данных.

### Список литературы:

1. Вершинина, Н. П. Обоснование эффективных параметров сорта и элементов технологии возделывания перца сладкого в условиях малообъемной гидропоники: специальность 06.01.05 «Селекция и семеноводство», 06.01.06 «Овощеводство»: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Вершинина Наталья Петровна. – Москва, 2007. 133 с.
2. Долгих, П. П. Обеззараживание водной и воздушной сред в современных технологиях растениеводства защищенного грунта / П. П. Долгих, Е. Ю. Солохина, Е. М. Бакшеев // Эпоха науки. – 2023. – № 36. – С. 40-43.
3. Жорина, Л. В. Основы взаимодействия физических полей с биообъектами. Использование излучений в биологии и медицине: учебник под ред. С.И. Щукина. / Л. В. Жорина, Г. Н. Змиевский. – Москва: МГТУ им. Баумана, 2014. – 376 с.

4. Князева И. В. Искусственное освещение для получения функциональных продуктов питания // Вестник КрасГАУ. 2020. № 12(165). С. 25-31.

5. Патент № 217964 U1 Российская Федерация, МПК А01G 9/24. Устройство для выращивания растений: №2022121203; заявл. 03.08.2022 / П. П. Долгих, С. В. Трепуз; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет».

6. Торикив, В. Е. Овощеводство: учебное пособие для вузов. 3-е изд., стер. / В. Е. Торикив, С. М. Сычев. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 124 с.

7. Указ Президента Российской Федерации от 18.06.2024 года №529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий». – Текст: электронный // Официальный сетевой ресурс Президента России. – 2024. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/news/74328> (дата обращения 04.11.2024).

8. Экономическая эффективность цифровизации ресурсосберегающих технологий в растениеводстве: аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 84 с.

9. Magwaza S. T., Magwaza L. S., Odindo A. O., Mditshwa A. Hydroponic technology as decentralised system for domestic wastewater treatment and vegetable production in urban agriculture: a review // Sci. Total Environ. 2020. 698. pp. 134-154.

УДК 631.632.7

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКОНДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВНОГО КОМПОНЕНТА ДЛЯ ЗЕРНОСУШИЛОК

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

**Очиров Вадим Дансарунович**, кандидат технических наук, доцент  
Иркутский государственный аграрный университет, Иркутск, Россия  
e-mail: ochirov@igsha.ru

**Аннотация.** В статье проведен обзор количественного состава зерносушилок агропромышленного комплекса Красноярского края, приведены обобщенные данные по видам применяемого топлива, которое используется для сушки зерна и рассмотрена возможность использования некондиционного растительного масла в составе топлива для зерносушилок.

**Ключевые слова:** зерносушилки, дизельное топливо, некондиционное рапсовое масло

## THE POSSIBILITY OF USING SUBSTANDARD VEGETABLE OIL AS A FUEL COMPONENT FOR GRAIN DRYERS

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

**Ochirov Vadim Dansarunovich**, Candidate of Technical Sciences Associate Professor  
Irkutsk State Agrarian University, Irkutsk, Russia  
e-mail: ochirov@igsha.ru

**Abstract.** The article provides an overview of the quantitative composition of grain dryers of the agro-industrial complex of the Krasnoyarsk Territory, summarizes data on the types of fuel used for drying grain and considers the possibility of using substandard vegetable oil as part of the fuel for grain dryers.

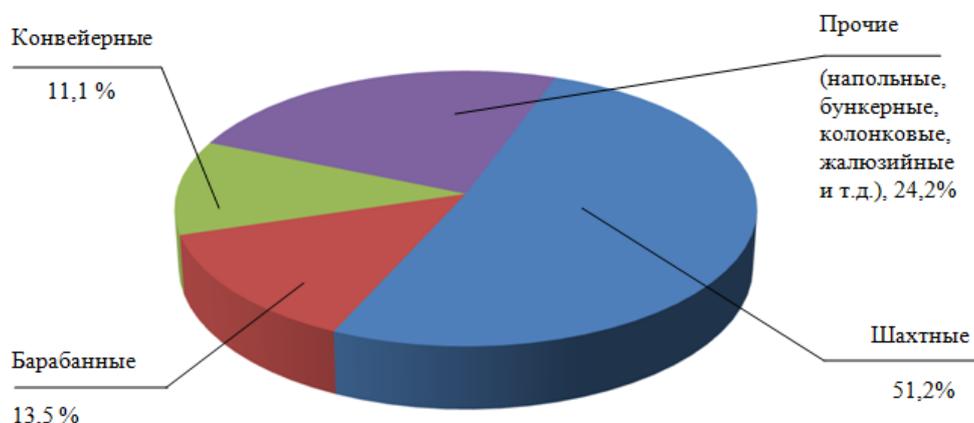
**Keywords:** grain dryers, diesel fuel, substandard rapeseed oil.

Устойчивое развитие сельского хозяйства, помимо использования современных технологий и обеспечивающих их технических средств, требует снижения эксплуатационных и других затрат для снижения себестоимости поучаемой продукции при одновременном сохранении показателей качества.

Важным звеном в основных направлениях развития агропромышленного комплекса (АПК) является послеуборочная обработка, главным образом – сушка зерна. Сушка требует больших энер-

гозатрат, данный процесс является наиболее ответственным при формировании качественного и количественного состава убранного урожая зерновых [5].

При большом многообразии зерносушильных установок в АПК Красноярского края основными являются шахтные зерносушилки с производительностью 10...40 т/ч. Обобщенное распределение по типам зерносушилок в аграрном секторе региона показано на рисунке 1.



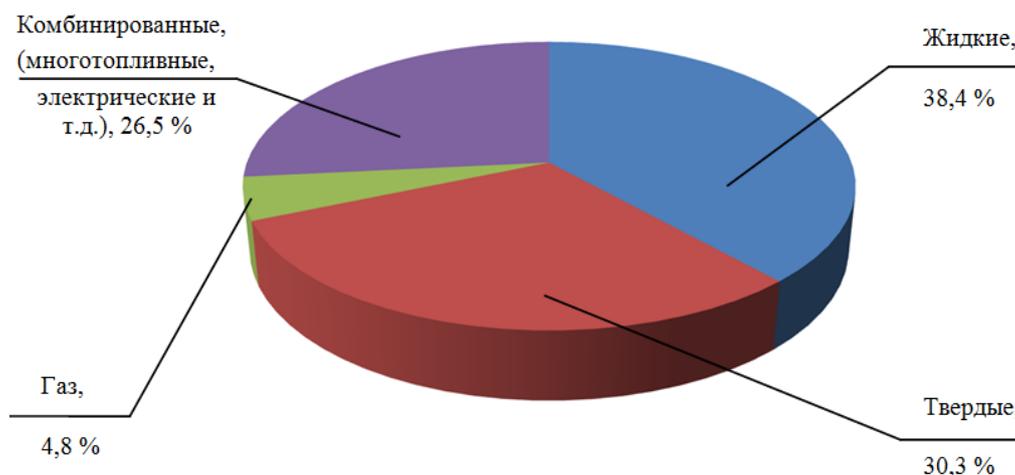
**Рисунок 1 – Диаграмма распределения зерносушилок по типам в сельском хозяйстве Красноярского края**

Согласно анализу количественного и качественного состава зерносушилок в регионе, а также видам применяемого топлива, можно предварительно полагать, что основные энергоносители, используемые при сушке зерна, это (рисунок 2):

- жидкое топливо, преимущественно товарное дизельное топливо (ДТ);
- твердое топливо, преимущественно уголь (редко дрова и другие твердые топлива);
- электроэнергия.

Такое распределение обусловлено доступностью ресурсов и их закупочной стоимостью, что в свою очередь дает основание утверждать о возможном снижении эксплуатационных затрат на сушку зерна, а именно – перевод на более дешевое топливо, частичная замена применяемого топлива в составе традиционных энергоносителей.

Если рассматривать зерносушилки, в которых используется моторное ДТ, здесь представляется возможным предложить вариант частичной замены основного энергоносителя топливными компонентами, полученными на основе некондиционного растительного (преимущественно рапсового) масла.



**Рисунок 2 – Распределение зерносушилок по видам применяемого топлива**

Наличие рапсового масла в разных категориях хозяйств региона обусловлено высоким спросом на культуру в целом. Красноярский край остался в лидерах по валовому сбору семян рапса, с 289

тыс. га намолочено 458,6 тыс. т масличной культуры. Регион по этому показателю превосходит другие уже 6 лет. Наибольший урожай рапса – более 50% – оказался в Ужурском и Назаровском районах, Шарыповском муниципальном округе, Балахтинском, Рыбинском и Ирбейском районах [6]. Несмотря на неблагоприятные погодные условия, регион завершил уборку в сезоне 2024, в том числе и рапса [7].

Основные топлива, которые применяются для зерносушилок, это жидкие топлива (в основном дизельные топлива), твердые топлива (в основном уголь); газообразное топливо (пропан, смеси пропанобутановые технические и т.д.).

Непосредственно в чистом виде использовать растительные масла, полученные в хозяйствах, как моторные или энергетические топлива, не представляется возможным по ряду причин. Если это товарное масло, то оно имеет высокую стоимость, и, естественно оно используется по назначению, реализуется в продажу. Если растительное масло некондиционное, то его необходимо обрабатывать перед сжиганием. При этом большинство стран, практикующих использование собственных биоресурсов для получения моторных биотоплив, утверждают о том, что биотопливо первого поколения является неэффективным в отношении углеродного следа, угрожает продовольственной безопасности, потому как извлекается из пищевого сырья. В регионе, в отдельных хозяйствах, которые уже организовали собственное производство маслосемян и их первичную переработку, такие вопросы представляют особый интерес (например, в предприятиях, где основным ориентиром при переработке рапса является жмых).

Подход частичной замены энергоносителей направлен на решение вопросов использования (утилизации) растительных масел, непригодных для пищевых и кормовых целей, а также на улучшение экологических показателей зерносушилок. Накопленный некоторый научный и практический опыт получения биотопливных композиций на основе рапсового масла [1-3] дает общее представление о внутривозвратном производстве и использовании его в составе 70/30. Здесь 70% составляет растительная основа топлива в виде обработанного рапсового масла и 30% – минеральный дизель. Данный состав обусловлен, прежде всего, для моторных топлив, для энергетических установок следует рассматривать использование растительной стравляющей до 50%, а также максимально смещать это отношение в большую сторону по отношению к ДТ. Кроме этого, следует учитывать и некоторое повышение расхода топлива зерносушилкой при частичном переводе на биотопливо [4].

Если рассматривать внутривозвратное получение растительного масла (технического), или использовать непригодное для дальнейшей переработки на пищевые и кормовые цели, т.е. некондиционное масло и самостоятельное приготовление топлива для зерносушилок, то теоретически максимально возможный % использования с частичной заменой жидких нефтяных топлив составит не более 38. Данное обусловлено долей машин, использующих жидкие топлива при сушке зерна, от всего количества, и, даже при частичной замене традиционных энергоносителей, теоретически можно заменить десятки тонн топлива в сезон, а при массовом переходе – тысячи. Но при обобщении проведенного анализа следует сказать о невозможности использования растительных масел (даже в виде добавочного топливного компонента к основе нефтяного топлива) в ряде горелок зерносушилок, это обусловлено конструктивными особенностями, однотопливными заводскими настройками и регулировками, а также некоторыми свойствами растительных масел.

В связи с отсутствием практических рекомендаций по переводу, или частичной замене минеральных топлив для зерносушилок региона, подобные исследования требуют более тщательного анализа современного состояния зерносушильного оборудования, качественного и количественного состава таких машин по отдельным хозяйствам, имеющих переработку рапса. Рассматривать, на наш взгляд, следует именно топливоподающие и распределительные устройства, а также возможности модернизации (с минимальными затратами) действующих машин для осуществления перевода на многокомпонентное топливо.

#### **Список литературы:**

1. 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. – EDN НСКССН.
2. Dorzheev, A. A. Current state and development trends of spring rape market in the agricultural sector of Krasnoyarsk krai / A. A. Dorzheev, M. E. Sliva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgo-

grad, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 22036. – DOI 10.1088/1755-1315/548/2/022036.

3. Селиванов, Н.И. Технология производства и эффективность использования смесового топлива на основе рапсового масла / Н.И. Селиванов, А.А. Доржеев // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 5(104). – С. 81-85.

4. Селиванов, Н.А. Оценка эффективности использования рапсового масла в качестве топлива в зерносушилке / Н.А. Селиванов // Вестник АлтГАУ №7 (105), 2013. – С. 90-93.

5. Цугленок, Н.В. Техника и технология сушки зерна / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян, Н.В. Демский; Красноярск. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2008. – 104 с.

6. Официальный портал Красноярского края <http://www.krskstate.ru/press/news/0/news/114178> (дата обращения 11.11.2024).

7. Министерство сельского хозяйства Красноярского края. Официальный сайт: Заключительная информация о ходе уборочных работ в Красноярском крае по состоянию на 11.11.2024 <https://krasagro.ru/pages/info/stat/pole/> (дата обращения 14.11.2024).

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В ТЕПЛИЧНОМ КОМПЛЕКСЕ

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

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

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

**Аннотация.** В статье рассмотрена возможность использования систем автоматизации процессов в тепличных комплексах. Технико-экономическая оценка реализуется за счет внедрения системы автоматизации процессов при работе тепличного комплекса, что позволит сократить срок выращивания требуемых культур и увеличить число циклов выращивания в единицу времени (за 1 год) тем самым увеличив суммарный объем урожая и как следствие прибыли. При затратах на систему автоматизации в 17900руб, ЧДД составит 791441руб. Расчеты проводились на примере действующего тепличного комплекса в ООО «Еонесси К» на котором располагается суммарно 12 ярусов общей площадью 48м<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** тепличный комплекс, гидропоника, растениеводство, режимы автоматизации, технико-экономическая оценка, чисты дисконтированный доход

## TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE IMPLEMENTATION OF PROCESS AUTOMATION SYSTEMS IN THE GREENHOUSE COMPLEX

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

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

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

**Abstract.** The article considers the possibility of using process automation systems in greenhouse complexes. The technical and economic assessment is implemented through the introduction of a process automation system during the operation of the greenhouse complex, which will reduce the period of cultivation of the required crops and increase the number of cultivation cycles per unit of time (for 1 year), thereby increasing the total volume of harvest and, as a result, profit. With the cost of an automation system of 17900 rubles, the BDD will be 791441 rubles. The calculations were carried out using the example of an operating greenhouse complex in LLC "Eonessi K", which houses a total of 12 tiers with a total area of 48m<sup>2</sup>.

**Keywords:** greenhouse complex, hydroponics, crop production, automation modes, technical and economic assessment, net discounted income

**Оценка эффективности инвестиций.** Оценка осуществляется по системе международных показателей. Сравнение различных инвестиционных проектов (или вариантов проекта) и выбор лучшего из них рекомендуется производить с использованием следующих показателей:

- чистый дисконтированный доход ЧДД (netpresentvalue NPV);
- индекс доходности ИД (profitability index PI);
- внутренняя норма доходности ВНД (internal rate of return IRR);
- срок окупаемости (paybackperiod PP).

Чистый дисконтированный доход ЧДД определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному шагу, или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами. Величина ЧДД для постоянной нормы дисконта (Е) вычисляется по формуле:

$$\Delta = \text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (1)$$

где  $R_t$  - результаты, достигаемые на  $t$ -м шаге расчета;

$Z_t$  - затраты, осуществляемые на том же шаге;

$T$  - горизонт расчета (продолжительность расчетного периода); он равен номеру шага расчета, на котором производится закрытие проекта;

$\Delta = (R_t - Z_t)$  - эффект, достигаемый на  $t$ -м шаге;

$E$  - постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал [1].

Если ЧДД инвестиционного проекта положителен, проект является эффективным (при данной норме дисконта), и может рассматриваться вопрос о его принятии. Чем больше ЧДД, тем эффективнее проект.

На практике часто пользуются модифицированной формулой для определения ЧДД. Для этого из состава  $Z_t$  исключают капитальные вложения и через  $Z_t$  обозначают затраты на  $t$ -м шаге при условии, что в них не входят капиталовложения. Тогда:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} - K, \quad (2)$$

где  $K$  - сумма дисконтированных капиталовложений.

Модифицированный показатель ЧДД выражает разницу между суммой приведенных эффектов и приведенной к тому же моменту времени величиной капитальных вложений  $K$ .

Определение ЧДД требует следующих шагов:

- выбора ставки дисконтирования;
- вычисления текущей стоимости ожидаемых от инвестиционного проекта денежных доходов;
- вычисления текущей стоимости требуемых для проекта капиталовложений;
- вычитания из текущей стоимости всех доходов текущей стоимости капиталовложений.

Индекс доходности ИД представляет собой отношение суммы дисконтированных денежных притоков (приведенных эффектов) к величине капиталовложений:

$$\text{ИД} = \frac{1}{K} \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \quad (3)$$

Индекс доходности тесно связан с ЧДД: если ЧДД положителен, то  $\text{ИД} > 1$  и наоборот. Если  $\text{ИД} > 1$ , проект эффективен, если  $\text{ИД} < 1$  – неэффективен [1].

Внутренняя норма доходности ВНД представляет собой ту норму дисконта  $E$ , при которой величина приведенных эффектов равна приведенным капиталовложениям (ЧДД равен нулю).

Иными словами,  $E_{\text{ВНД}}$  (ВНД) является решением уравнения:

$$\sum_{t=0}^T \frac{(R_t - Z_t^+)}{(1+E_{\text{ВНД}})^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E_{\text{ВНД}})^t} \quad (4)$$

Если расчет ЧДД инвестиционного проекта дает ответ на вопрос, является он эффективным или нет при некоторой заданной норме дисконта ( $E$ ), то ВНД проекта определяется в процессе расчета и затем сравнивается с требуемой инвестором нормой дохода на вкладываемый капитал.

В случае, когда ВНД равна или больше требуемой инвестором нормы дохода на капитал, инвестиции в данный инвестиционный проект оправданы, и может рассматриваться вопрос о его принятии. В противном случае инвестиции в данный проект нецелесообразны [1].

Если сравнение альтернативных (взаимоисключающих) инвестиционных проектов (вариантов проекта) по ЧДД и ВНД приводят к противоположным результатам, предпочтение следует отдавать ЧДД.

Срок окупаемости - минимальный временной интервал (от начала осуществления проекта), за пределами которого интегральный эффект становится и в дальнейшем остается неотрицательным. Иными словами, это период (измеряемый в месяцах, кварталах или годах), начиная с которого первоначальные вложения и другие затраты, связанные с инвестиционным проектом, покрываются суммарными результатами его осуществления.

#### **Расчет капитальных вложений в систему автоматизации тепличного комплекса.**

Проведя оценку и опыт использования гидропонных систем, можно сделать вывод что это отличная альтернатива обычному земледелию позволяющая на меньшей площади вырастить большое

количество продукции, непосредственно в близости к потребителю, сократить время, затраченное на выращивание продукции, для большего объема сбора урожая за год.

На основании проведенных опытов выяснили, что для увеличения урожайности выращиваемых культур путем сокращения срока созревания необходима адаптация параметров питательного раствора, спектра и времени облучения, что позволило достичь более высокой урожайности и качества продукции.

Для достижения поставленных результатов необходимо провести технико-экономическую оценку внедрения систем автоматизации процессов. В систему автоматизации, отвечающие за температурные режимы и режимы облучения выращиваемых культур, входят: реле температуры РТ-820m (-25+130С, 24-240ВАС/DC, с датч. ip67, жк) TDM; таймер электронный ТЭ-15 220В 16А, TDMSQ1503-0005.

Расчет капитальных вложений в систему автоматизации тепличного комплекса производится по следующей методике.

$$K_{авт} = K_{об} + K_{монт} + K_{проч} , \quad (5)$$

где  $K_{об}$  – затраты на приобретенное оборудование;

$K_{монт}$  – затраты на монтаж оборудования;

$K_{проч}$  – прочие затраты.

Смета затрат на оборудование представлена в таблице 1.

**Таблица 1 - Смета затрат на оборудование**

№ п/п	Наименование работ и материалов	Единицы измерения	Количество	Цена	Сумма
1	РЕЛЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РТ-820М (-25+130С, 24-240В АС/DC, С ДАТЧ. IP67, ЖК) TDM	шт.	2	3614.15	7228,3
2	Таймер электронный ТЭ-15 220В 16А, TDM SQ1503-0005	шт.	6	1 785	10710
ИТОГО: 17938,3					

Годовые эксплуатационные расходы.

$$I_{авт} = I_{ам} + I_{т.р.} + I_{зп} + I_{ээ} + I_{проч} \quad (6)$$

Годовые амортизационные отчисления определяется

$$I_{ам} = \frac{\alpha_{ам} \cdot K_{авт}}{100} , \quad (7)$$

где  $\alpha_{ам} = 12,5\%$

$$I_{ам} = \frac{12,5 \cdot 17938,3}{100} = 2242,3$$

Затраты на текущего ремонт определяется

$$I_{т.р.} = 0,5 \cdot I_{ам} \quad (8)$$

$$I_{т.р.} = 0,5 \cdot 2242,3 = 1121,15$$

Заработная плата оператора, обслуживающего систему автоматизации, определяется

$$I_{зп} = DQ \cdot 12 \cdot t_{час} \cdot k_{прем} \cdot k_{соц} , \quad (9)$$

где  $DQ = 1000$  руб./мес, должностной оклад оператора [2];

$t_{час}$  – количество часов работы в месяц, час;

$k_{\text{прем}}$  - премия за урожайность;

$k_{\text{соц}}$  - социальные выплаты.

$$I_{\text{зп}} = 1000 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 18720$$

Затраты на электроэнергию оборудования определяется

$$I_{\text{ээ}} = (P_{\text{авт}} \cdot T_{\text{авт.дней}} \cdot t) \cdot \text{тариф} \quad (10)$$

Тариф – 7,5 руб./кВт·час

$$I_{\text{ээ}} = (1,7 \cdot 365 \cdot 14) \cdot 7,5 = 65152,5$$

Затраты на прочие расходы определяется

$$I_{\text{проч}} = (I_{\text{ам}} + I_{\text{т.р.}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{ээ}}) \cdot 0,1 \quad (11)$$

$$I_{\text{проч}} = (2242,3 + 1121,15 + 18720 + 178,5) \cdot 0,1 = 2226,2$$

$$I_{\text{авт}} = 2242,3 + 1121,15 + 18720 + 65152,5 + 2226,2 = 87462,15$$

$$\text{ЭФ} = \text{ЭФ}_1 + \text{ЭФ}_2 \quad (12)$$

$\text{ЭФ}_1$  – за счет урожайности

$$\text{ЭФ}_1 = \Delta D \quad (13)$$

$\Delta D$  – доход

$$\Delta D = C(Q_{\text{проект}} - Q_{\text{баз}}) \quad (14)$$

Увеличение урожайности в размеры 10-15% на основе данных приведенных экспериментов  
 $Q_{\text{баз}} = 120 \text{ кг с } 1 \text{ м}^2 [1].$

$$\Delta Q = 0,1 \cdot Q_{\text{баз}} \quad (15)$$

$$\Delta Q = 0,15 \cdot 120 = 18 \text{ кг}$$

$$\Delta D = C \cdot \Delta Q \quad (16)$$

$$\Delta D = 600 \cdot 18 = 10800 \text{ тыс. руб}$$

В год можно вырастить 23 цикла салатов, значит:

Годовой эффект  $23 \cdot 10800 = 248,4$  тыс. руб.

Годовой расход эл. энергии

$$\text{Эгод} = P \cdot T_{\text{дн}} \cdot t_{\text{час}} \quad (17)$$

Результующим расчетом является расчет чистого дисконтированного дохода ЧДД за счет внедрения системы автоматизации процессов температурных режимов и режимов облучения выращиваемых культур, при работе тепличного комплекса, что позволит сократить срок выращивания требуемых культур и увеличить число циклов выращивания в единицу времени (за 1 год) тем самым увеличив суммарный объем урожая и как следствие прибыли с продажи увеличенного объема урожая.

$$\text{ЧДД} = [\text{ЭФ}_1 - (K_1 + I_1)] \cdot 0,862 + [\text{ЭФ}_2 - I_2] \cdot 0,743 + [\text{ЭФ}_3 - I_3] \cdot 0,641 \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \text{ЧДД} &= [248,4 - (17,9 + 87,4)] \cdot 0,862 + [248,4 - 87,4] \cdot 0,743 + [248,4 - 87,4] \cdot 0,641 \\ &= 346,2 \text{ тыс. руб} \end{aligned}$$

**Заключение.** Технико-экономическая оценка реализуется за счет внедрения системы автоматизации процессов при работе тепличного комплекса, что позволит сократить срок выращивания тре-

буемых культур и увеличить число циклов выращивания в единицу времени (за 1 год) тем самым увеличив суммарный объем урожая и как следствие прибыли.

При затратах на систему автоматизации в 17900руб, ЧДД составит 346,2 руб. Расчеты проводились на примере действующего тепличного комплекса в ООО «Еонесси К» на котором располагается суммарно 12 ярусов общей площадью 48м<sup>2</sup>.

#### **Список литературы:**

1. Заплетина, А. В. Техничко-экономическое обоснование использования фитооблучательных систем при выращивании микрозелени сорта Руккола / А. В. Заплетина, А. С. Дебрин // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы IV международной научной конференции, Красноярск, 23–24 ноября 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 72-76. – EDN GULQPN.

2. Заплетина, А. В. Техничко-экономическое обоснование применения светодиодного фитосветильника в теплице / А. В. Заплетина, А. С. Дебрин // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 19–21 апреля 2022 года. Том Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 166-169. – EDN CUOTMY.

3. Михеева Н.Б. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ, [Электронный ресурс]: метод. указания / Н.Б. Михеева; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – 563 с.

4. Оценка систем освещения и облучения при выращивании культур в теплицах / А. И. Озеров, П. Н. Кузьмин, А. С. Дебрин, А. В. Заплетина // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: сборник научных трудов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 10–11 февраля 2022 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 109-111. – EDN BLUWMR.

5. Яковлев Б.И. Организация производства и предпринимательство в АПК [Текст] / Б. И. Яковлев, В.Б. Яковлев – М.: Колос-С, 2004. – 423 с.: ил. (Учебник и учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений).

**УДК 631.171**

### **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПОЛИВА В ТЕПЛИЦАХ**

**Иванов Денис Сергеевич**

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: denis.sergeevich.024@gmail.com

**Баранова Марина Петровна**, доктор технических наук, профессор

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: marina60@mail.ru

**Имеев Илья Евгеньевич**

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: imeev\_i.e@mail.ru

**Аннотация.** В работе представлена разработанная автором универсальная математическая модель процесса полива, которая определяет длительность и объем полива в тепличных комплексах. Разработка универсальной математической модели необходима для снижения трудоемкости и значительных расходов, связанных с выбором необходимой системы полива и оптимизации процесса в тепличных условиях. Математическое моделирование позволит избежать большие материальные и финансовые затраты.

**Ключевые слова:** математическая модель, тепличный комплекс, орошение, испарение воды, объем воды

## MATHEMATICAL MODELS OF IRRIGATION IN GREENHOUSES

**Ivanov Denis Sergeevich**

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: denis.sergeevich.024@gmail.com

**Baranova Marina Petrovna**, Doctor of Technical Sciences, Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: marina60@mail.ru

**Imeev Iya Evgenievich**

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: imeev\_i.e@mail.ru

**Abstract.** The paper presents a universal mathematical model of the irrigation process developed by the author, which determines the duration and volume of irrigation in greenhouse complexes. The development of a universal mathematical model is necessary to reduce the complexity and significant costs associated with choosing the necessary irrigation system and optimizing the process in greenhouse conditions. Mathematical modeling will help to avoid large material and financial costs.

**Keywords:** mathematical model, greenhouse complex, irrigation, evaporation of water, volume of water

Важнейшую роль в процессе овощеводства в защищенном грунте при тепличных условиях выращивания играет система полива. Комплекс поливного оборудования позволяет обеспечить оптимальный уровень влаги, контроль температуры воздуха и почвы, подвод питательных веществ в корневую систему, борьбу с вредителями и болезнями, минимизацию испарений, соблюдение режима полива различных выращиваемых культур. Чтобы обеспечить требуемые параметры регулирования, возникает потребность внедрения автоматизированной системы, работающей на основе математической модели.

В настоящее время большинство тепличных комплексов сталкиваются с проблемами автоматизации процесса полива при разработке математической модели такими как [2,3]:

– невозможность или сложность моделирования – создание точной модели затруднено из-за большого количества факторов, которые необходимо учитывать;

– допущения и упрощения – для упрощения анализа зачастую неизбежно делать допущения, которые могут не соответствовать действительности, при этом снижается точность модели;

– чувствительность к начальным условиям – математические модели в динамической системе полива очень чувствительны к начальным условиям, что приводит к значительным изменениям в результатах;

– проблемы с масштабированием – модели, созданные для малых систем, могут не работать при их масштабировании из-за появления новых факторов и взаимодействий;

– множество вариаций – модели не всегда могут точно учесть неопределенности и вариации в данных, что может приводить к ошибочному регулированию;

– проблемы с верификацией и валидацией – проверка и подтверждение модели на практике часто неправильно описывает реальную систему;

– изменение условий – если условия или параметры реальной системы меняются, модели могут быстро устаревать, поэтому их требуется регулярно пересматривать и корректировать.

Выбор системы полива зависит от типа растений, типа почвы, размеров теплицы, доступности воды. Часто используются комбинации различных систем для достижения оптимальных результатов.

Согласно источнику [1], к математическим моделям предъявляют следующие требования:

1. правильность – способность отображать заданные свойства объекта с погрешностью не выше установленной;

2. точность – степень совпадений значений параметров реального объекта и полученных на основе математической модели;

3. универсальность – отображение полноты свойств действительных объектов;

4. экономичность – характеризуется затратами по количеству операций, требуемых при одном обращении к модели;

5. модульность – соответствие конструкции модели структурным элементам системы;

6. алгоритмируемость – возможность разработки требуемого алгоритма программы, осуществляемую математическую модель на основе ЭВМ.

Практика нормирования орошения складывается из результатов приведения многолетних данных, в частности обобщения опыта. Поливные нормы устанавливаются в зависимости от уровня влажности почвы, а также от периода вегетации.

Оптимизация конструкции и алгоритмов работы систем полива для увеличения энергоэффективности требует многократных экспериментальных исследований в тепличных условиях, а также настройки регулируемых параметров. Для проведения таких исследований необходимо создать математическую модель, которая будет связывать показатели расхода и качества полива с длительностью его проведения, а также учитывать факторы, влияющие на показатели качества и энергоэффективность полива.

Факторы условно можно разделить на две группы:

– независимые от характера системы полива (например, разнообразие дождевальных насадок, их размещение вдоль водопроводной трубы, характеристики производительности и давления водяного насоса, а также ширина покрытия дождем и другие параметры);

– связанные с неравномерностью системы полива (например, диапазон скоростей перемещения, режимы функционирования, а также значения настраиваемых параметров регуляторов систем синхронизации линий).

Наибольшую значимость имеет изучение второй группы факторов, влияющих на показатели качества и энергоэффективности орошения. Разработка универсальной математической модели представляет собой сложную задачу из-за большого охвата полива, значительной площади посевов, а также нелинейных характеристик регуляторов систем синхронизации и стабилизации давления. В этой связи актуальными являются задачи теоретического и экспериментально-теоретического анализа универсальной модели полива в целом, а также выявление зависимостей, которые связывают объем полива и его энергоэффективность с такими параметрами, как плотность грунта и уровень испаряемости.

Актуальность создания универсальной математической модели полива заключается в снижении трудоемкости и расходов, связанных с выбором необходимой системы полива и оптимизации процесса в тепличных условиях. С помощью Математическое позволит избежать большие материальные и финансовые затраты, связанные с получением данных о энергоэффективности и качестве полива в реальных условиях, а также исследовать множество вариантов решений для оптимизации конструктивных и регулируемых параметров оборудования.

Цель работы состояла в разработке математической модели, описывающей работу систем полива в тепличных комплексах, определяющая длительность и объем полива, которая позволяет связать испаряемость воды из почвы с учетом плотности почвы и глубины корневой системы.

Создание математической модели для универсального полива в теплице – это комплексная задача, которая включает в себя множество факторов. Ниже представлена базовая модель, учитывающая основные параметры.

*Описание математической модели.* Количественная оценка объема воды необходимой для полива определяется линейным законом:

$$V_r = S \cdot (FC - WP)$$

где  $S$  – площадь посевов, занятая растениями ( $m^2$ ),  $FC$  – полевая ёмкость почвы (мм),  $WP$  – точка wilting (сухая точка) (мм).

Испарение воды из почвы учитывается с помощью коэффициента испаряемости:

$$V_{evap} = E \cdot S \cdot \frac{T}{24}$$

где  $E$  – коэффициент испаряемости (мм/день),  $T$  – время, в течение которого действует испарение (в часах).

Корректировка времени полива с учетом влажности почвы может быть описана следующим образом:

$$V_s = D \cdot S \cdot F$$

где  $D$  – плотность почвы ( $г/см^3$ ),  $F$  – корневая система (глубина корней) (см).

Объем воды в почве следует сравнить с необходимым объемом:

$$V_r = W + V_{evap} - V_s$$

где  $W$  – потребность растения в воде (л/день),  $V_s$  – объем воды в почве (л).

Корректировка времени полива с учетом влажности почвы должна выполняться с учетом влажности почвы. Влажность почвы может быть описана следующим образом:

$$V_s = D \cdot S \cdot F$$

Объем воды в почве следует сравнить с необходимым объемом:

$$V_r = W + V_{\text{evap}} - V_s$$

где  $V_r$  – объем воды для полива (л).

Для вычисления необходимого времени для полива можно использовать следующий подход:

$$T_{\text{watering}} = \frac{V_r}{Q}$$

где  $Q$  – расход воды (л/ч), который зависит от системы полива.

Итоговая математическая модель, учитывающая все факторы, представлена следующим обра-

зом:

$$T_{\text{total}} = \frac{S \cdot (FC - WP) + E \cdot S \cdot \left(\frac{T}{24}\right) - D \cdot (S \cdot F)}{Q}$$

Таким образом, полученная модель позволяет рассчитать время полива, учитывая площадь посевов, плотность почвы, глубину корневой системы, потребность растений в воде, полевою емкость, сухую точку, влажность почвы и испарение. При практическом применении можно добавлять дополнительные переменные и параметры в зависимости от конкретных условий и требований.

При управлении оптимальным режимом полива с применением данной динамической модели учитываются ключевые факторы, влияющих на выбор схемы поливов. К ним относятся агробиологические факторы, которые описывают растительный покров и его реакции на условия влагообеспеченности, а также агрогидрологические факторы, касающиеся водного режима и свойств слоя почвы, пригодного для корней растений.

Помимо этих факторов, важно принимать во внимание экономические и хозяйственные аспекты, которые определяют потенциальные убытки в случае отклонений от оптимальных условий влагообеспеченности, а также затраты на реализацию поливного режима.

В завершение, стоит отметить, что для решения задачи автоматизации норм орошения можно использовать описанную универсальную математическую модель.

#### Список литературы:

1. Звонарев, С. В. Основы математического моделирования / С. В. Звонарев. – Текст: непосредственный // Свойства моделей: учебное пособие / С. В. Звонарев. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – С. 10-12.
2. Петров Л. П., Ладензон В. А., Подзолов Р. Г., Яковлев А. В. Моделирование асинхронных электроприводов с тиристорным управлением / Текст: непосредственный // – Москва: Изд-во Энергия, 1977. – С. 200.
3. Прошин И. А., Прошин А. И., Мещеряков А. С. Математическая модель асинхронного двигателя с непосредственным преобразователем энергии в цепях статора / Текст: непосредственный // Наука производству. 1998. № 4. – С. 13-15.

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АПК

**Имеев Илья Евгеньевич**

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: imeev\_i.e@mail.ru

**Баранова Марина Петровна**, доктор технических наук, профессор

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: marina60@mail.ru

**Иванов Денис Сергеевич**

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: denis.sergeevich.024@gmail.com

**Аннотация.** Проведен анализ математического обоснования оценки доли замещаемой энергии с учетом условий энергообеспечения потребителей и зависимости от основного параметра энергоустановки, площади ГЭУ или ВЭУ, а также случайного характера поступающей возобновляемой энергии в течение расчетного периода, что позволит создать инженерную методику расчета и выбора гелио- и ветроэнергетических установок с целью замещения части необходимой энергии от ГЭУ и ВЭУ для потребителей в сельской местности. Используя полученные зависимости можно посчитать общее количество солнечных и ветровых установок, обеспечивающих определенное количество замещаемой электроэнергии для конкретных районов или в целом для региона или страны.

**Ключевые слова:** солнечная энергия, энергия ветра, возобновляемые источники, полезная суточная энергия, коэффициент энергетической обеспеченности

## RATIONALE FOR THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

**Imeev Ilya Evgenevich**

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: imeev\_i.e@mail.ru

**Baranova Marina Petrovna**, Doctor of Technical Sciences, Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: marina60@mail.ru

**Ivanov Denis Sergeevich**

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: denis.sergeevich.024@gmail.com

**Abstract.** The analysis of the mathematical justification of the assessment of the share of replaced energy is carried out taking into account the conditions of energy supply to consumers and the dependence on the main parameter of the power plant, the area of the hydroelectric power plant or wind power plant, as well as the random nature of the incoming renewable energy during the calculation period, which will allow creating an engineering method for calculating and selecting solar and wind power plants in order to replace part of the necessary energy from hydroelectric power plants and wind power plants for consumers in rural areas. Using the obtained dependencies, it is possible to calculate the total number of solar and wind installations that provide a certain amount of replaced electricity for specific areas or for a region or country as a whole.

**Keywords:** solar energy, wind energy, renewable sources, useful daily energy, energy supply factor

Человечество на протяжении всей своей истории увеличивало потребление и производство энергии. С развитием промышленности и сельского хозяйства объемы необходимой энергии только увеличиваются. Энергетика является одним из ключевых факторов развития государства и его функционирования в целом. Источники энергии делятся на возобновляемые и невозобновляемые. В современном мире все больше стран начинают отказываться от использования ископаемых источников энергии (нефть, уголь, газ) и развивают программы постепенного отказа от использования углеводородов.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) – источник первичной энергии, который может использоваться для извлечения возобновляемых энергетических продуктов [1]. К ВИЭ относятся:

ветроэнергетика, гидроэнергетика, энергия солнца, геотермальная энергетика, биоэнергетика и т.д. Одним из главных преимуществ ВИЭ является то, что вред экологии намного ниже, а выбросы парниковых газов и вовсе отсутствуют.

Цель работы состояла в проведении анализа математического обоснования оценки доли замещаемой энергии с учетом условий энергообеспечения потребителей и зависимости от основного параметра энергоустановки.

Электроснабжение в сельской местности позволяет решать множество задач, но основными являются повышение эффективности агропромышленного производства и улучшение условий жизни населения в сельской местности. Возникает вопрос о необходимости совершенствования систем электрооборудования теплоэнергоснабжения и рационального использования топливно-энергетических ресурсов, учитывая постоянное повышение потребления тепловой и электрической энергии в сельском хозяйстве.

Для агропромышленного комплекса (АПК) свойственна большая неравномерность тепло- и энергопотребления различными объектами. Из-за роста цен на энергоносители необходимо экономно использовать традиционные источники энергии, работающих на традиционном топливе, а также привлекать нетрадиционные (возобновляемые) источники энергии [1].

Из вышеуказанных нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ) наиболее перспективными являются солнечная и ветровая. Некоторые регионы России имеют благоприятные условия для их использования, например, согласно данным Гидрометцентра России за 2023, в Республике Бурятия самые высокие среднегодовые показатели солнечного света.

Эффективность использования солнечной энергии на земле напрямую зависит от широты, времени года и солнечного излучения. Также необходимо аккумулировать солнечную энергию для нужд сельского хозяйства, с целью дальнейшего ее использования в отоплении, вентиляции и т.д.

Из этого следует, что полностью перейти на нетрадиционную энергетику перейти проблематично, т.к на Земле существуют места, где в течение года возникают многодневные периоды отсутствия солнечного света и ветра, а огромные аккумуляторные батареи требуют внушительные финансовые вложения. Поэтому наиболее перспективным вариантом является использование гибридных станций.

В последнее время, в большинстве стран мира возник интерес в ВЭУ для нужд сельского хозяйства. Ветровая энергия зависит от давления между участками земли, неравномерного обогрева земной поверхности солнцем, времени суток, сезона года, места расположения ветровой установки и т.д [2].

В зависимости от времени года, технологического процесса на предприятиях АПК, места расположения их на одном объекте целесообразно совмещать работу различных альтернативных источников энергии, например гелиоустановки и ВЭУ для отопления и охлаждения плодовоовощных теплиц и т.д.

За счет энергии ветра и солнца возможно удовлетворить до 15% всей потребности электроэнергии в сельском хозяйстве. Основным преимуществом таких источников является экологическая чистота и небольшие затраты труда и средств на эксплуатацию установок для их использования.

Рассмотрим систему комплексного электроснабжения (СКЭ) сельскохозяйственных потребителей, с использованием солнечной и ветровой энергией, как дополнительные источники, для повышения эффективности энергообеспечения путем экономии органического топлива [3].

Тогда в СКЭ альтернативные источники заменяют какую-то часть необходимой энергии  $W_H$  при энергоснабжении потребителей, долю необходимой энергии  $W_H$ , которая замещается альтернативным источником  $W_{AH}$ , можно представить коэффициентом  $K_n$ .

$$K_n = \frac{W_{AH}}{W_H}, \quad (1)$$

Для экономного энергообеспечения потребителей от СКЭ необходимо минимизировать затраты на необходимую энергию для конкретного объекта

$$P_{\min} = \sum_{n=1}^m C_{AH} W_H + C_T W_T, \quad (2)$$

где  $m$  – количество возобновляемых источников, используемых для замены части необходимой энергии для данного потребителя;  $C_{AH}, W_H$  – соответственно стоимость и используемая энергия от  $n$ -го возобновляемого источника;  $C_T, W_T$  – соответственно стоимость и потребляемая энергия от традиционного источника.

С учетом изложенного выше цена в рассмотренной СКЭ определяется соотношением

$$C_{\min} = \sum_{n=1}^m C_{AH} W_H + C_T W_T \sum_{n=1}^m C_{AH} W_H + C_T K_n + C_T (1 - K_{\Sigma}), \quad (3)$$

где  $K_{\Sigma}$  – суммарная доля замещаемой энергии от рассматриваемых ВИЭ.

Минимальной цене соответствует конкретная часть замещаемой энергии за расчетный промежуток времени (месяц, сезон, год). Часть замещаемой энергии должна учитывать как случайный характер поступающей возобновляемой энергии, так и условия согласования произведенной энергии от ГЭУ и ВЭУ с необходимой энергией для данного потребителя электроэнергии в АПК.

В общем случае, согласно [2], доля замещаемой энергии  $K_{ГЭУ}$  представляется как:

$$K_{ГЭУ} = K_{об}^{ГЭУ} p(s) \text{ или } K_{ВЭУ} = K_{об}^{ВЭУ} p(V_{cp.m}), \quad (4)$$

где  $K_{об}^{ГЭУ}, K_{об}^{ВЭУ}$  – соответственно коэффициент, учитывающий суточную обеспеченность потребителя энергией от ГЭУ или ВЭУ;  $p(s), p(V_{cp.m})$  – соответственно вероятность появления продолжительности солнечного сияния и скорости ветра, обеспечивающего среднесуточную мощность ветрового потока.

Коэффициент энергетической обеспеченности  $K_{об}$  показывает долю необходимой суточной энергии  $W_H$  для потребителя, замещаемой ГЭУ или ВЭУ:

$$K_{об} = \frac{W_{пол}}{W_H} \leq 1, \quad (5)$$

где  $W_{пол}$  – полезная суточная энергия, вырабатываемая ГЭУ или ВЭУ.

Полезная энергия за сутки, вырабатываемая ГЭУ или ВЭУ, определяется по специальной методике расчета в зависимости от удельной площади ГЭУ или рабочей площади ветроколеса ВЭУ.

Суточный коэффициент энергетической обеспеченности определяется для каждого месяца расчетного периода.

Таким образом, полученное выражение для оценки доли замещаемой энергии учитывает условия энергообеспечения потребителей в зависимости от основного параметра энергоустановки, площади ГЭУ или ВЭУ, а также случайный характер поступающей возобновляемой энергии в течение расчетного периода.

Выражение (3) позволяет создать инженерную методику расчета и выбора гелио- и ветроэнергетических установок с целью замещения части необходимой энергии от ГЭУ и ВЭУ для данных потребителей в сельской местности. Можно вычислить и общее количество солнечных и ветровых установок, обеспечивающих определенное количество замещаемой электроэнергии для конкретных районов, регионов и даже страны.

#### Список литературы:

1. Организация Объединенных Наций. Экономический и Социальный совет. Европейская экономическая комиссия. Комитет по устойчивой энергетике. Спецификация для применения Рамочной классификации ископаемых энергетических и минеральных ресурсов Организации Объединенных наций к возобновляемым энергетическим ресурсам –Текст: электронный // URL: [https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/comm25/ECE\\_ENERGY\\_2016\\_4\\_r.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/comm25/ECE_ENERGY_2016_4_r.pdf) – (дата обращения 05.11.2024).
2. Полищук А.А. Перспективы разработки и использования местных возобновляемых и нетрадиционных источников энергии в сельском хозяйстве // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. 2010. Ч. 4. С. 9.
3. Суюндуков Н.Т. Области применения солнечной энергетики // Наука и инновационные технологии. 2020. №3. С 123-129.

4. Шерьязов С. К. Исследование системы комплексного энергоснабжения с использованием возобновляемых источников // Вести КрасГАУ. 2008. № 5. С. 302–305.

УДК 62–83; 621.3.07

## УПРОЩЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

**Калинин Цезарь Иванович**, кандидат технических наук, доцент  
Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул, Россия  
e-mail: kalinin\_vezar@mail.ru

**Куницын Роман Александрович**, кандидат технических наук, доцент  
Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул, Россия  
e-mail: kynizin\_roman@mail.ru

**Багаев Андрей Алексеевич**, доктор технических наук, доцент  
Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул, Россия  
e-mail: багаев710@mail.ru

**Осипов Владислав Андреевич**, аспирант, доцент  
Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул, Россия  
e-mail: soagau@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы исследования статической характеристики кожухотрубного парового теплообменника в системе автоматического регулирования температуры молока промышленного пастеризатора. Описаны общая структура системы автоматического регулирования и функциональная структурная схема, методика исследования и способы определения математической модели этой характеристики. Сделаны выводы и даны рекомендации по выбору модели.

**Ключевые слова:** управление, система, автоматика, кожухотрубный паровой теплообменник

## SIMPLIFIED METHODS FOR DETERMINING THE MATHEMATICAL MODEL OF THE STATIC CHARACTERISTICS OF AN OBJECT OF INDUSTRIAL REGULATION

**Kalinin Caesar Ivanovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia  
e-mail: kalinin\_vezar@mail.ru

**Kunitsyn Roman Alexandrovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia  
e-mail: kynizin\_roman@mail.ru

**Bagaev Andrey Alekseevich**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor  
Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia  
e-mail: багаев710@mail.ru

**Osipov Vladislav Andreevich**, Postgraduate student, Associate Professor  
Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia  
e-mail: soagau@yandex.ru

**Abstract.** The article considers the issues of studying the static characteristics of a shell-and-tube steam heat exchanger in the automatic temperature control system of an industrial pasteurizer milk. The general structure of the automatic control system and functional block diagram, research methodology and methods for determining the mathematical model of this characteristic are described. Conclusions are drawn and recommendations are given on the choice of a model.

**Keywords:** control, system, automation, shell-and-tube steam heat exchanger

Введение. Свойства звеньев структурной схемы автоматики определяется их характеристиками в статике и динамике. В данной статье рассмотрены вопросы определения статической характеристики системы автоматического регулирования температуры молока в кожухотрубном теплообменнике промышленного пастеризатора [1].

Статической характеристикой звена или системы звеньев называют зависимость выходной величины от различных значений входных величин в установившихся режимах, в данном случае как зависимость температуры молока от хода парового клапана в процентах:

$$t_M^0 = f(h_{\text{п}}(\%)), \quad (1)$$

где  $t_M^0$  - температура молока на выходе парового теплообменника пастеризатора,

$h_{\text{п}}(\%)$  - ход парового клапана в процентах.

Также рассмотрены способы определения статической характеристики и ее математической линейной модели, что позволяет синтезировать рабочие модели автоматики регулирования температуры в классе кожухотрубных теплообменников.

Функциональные структурные схемы автоматики парового теплообменника пастеризатора

Графическое изображение функциональных элементов системы автоматики называют ее функциональной структурной схемой. Автоматическая система структурно может быть выражена по-разному: алгоритмической, функциональной и конструктивной структурой. В функциональной и конструктивной структурной схеме каждая часть предназначена для определенной функции. Под функцией можно понимать, как основные действия автоматического регулятора – получение информации, переработка информации, формирование закона регулирования и т.д. и более частные задачи – передача сигнала, сравнение сигналов, преобразование формы сигналов и т.д. [2].

Цель работы – определение линейной модели статической характеристики системы регулирования температуры в паровом промышленном пастеризаторе.

Задачи исследования: Анализ упрощенных способов определения линейной модели статической характеристики.

Оценка рассмотренных моделей и рекомендации по использованию в системах автоматики.

Автоматическая система регулирования температуры и статические характеристики в кожухотрубном паровом теплообменнике.

В производственных процессах передачи тепла наиболее просто передача тепла производится через стенки теплообменника. Регулирование температуры жидкости на выходе теплообменника представляет собой достаточно простую задачу за исключением случаев когда требуется высокая точность поддержания регулируемого параметра, что в данном случае возможно упрощенными методами. Рассматриваются теплообменники с постоянной температурой стенки, например такие у которых на внешней поверхности трубы происходит конденсация чистого пара [3].

Рассмотрим теплообменник, у которого по трубам протекает паровоздушная смесь а на наружной поверхности труб происходит конденсация пара общий вид установки представлен на рисунке 1.

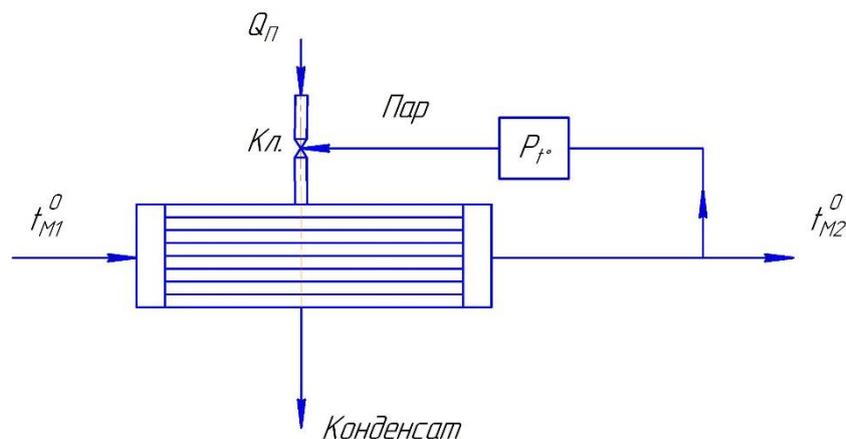


Рисунок 1 - Блок- схема регулирования температуры паровом теплообменнике:

где  $Q_{\text{п}}$  – давление пара;

$P_{t^0}$  – регулятор температуры молока на выходе;

$t_{M1}^0$  – входная температура молока;

$t_{M2}^0$  – выходная температура молока;

$K_{\text{Д}}$  – регулирующий клапан пара.

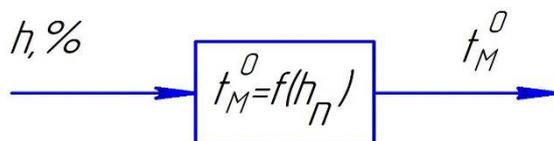
Нас интересуют характеристики зависимости температуры молока на выходе от положения клапана пара в установившихся режимах, вида:

$$t_M^0 = f h_{\text{П}}(\%),$$

где  $t_M^0$  - установившееся значение температуры молока на выходе;  
 $h_{\text{П}}(\%)$  - ход парового клапана в процентах.

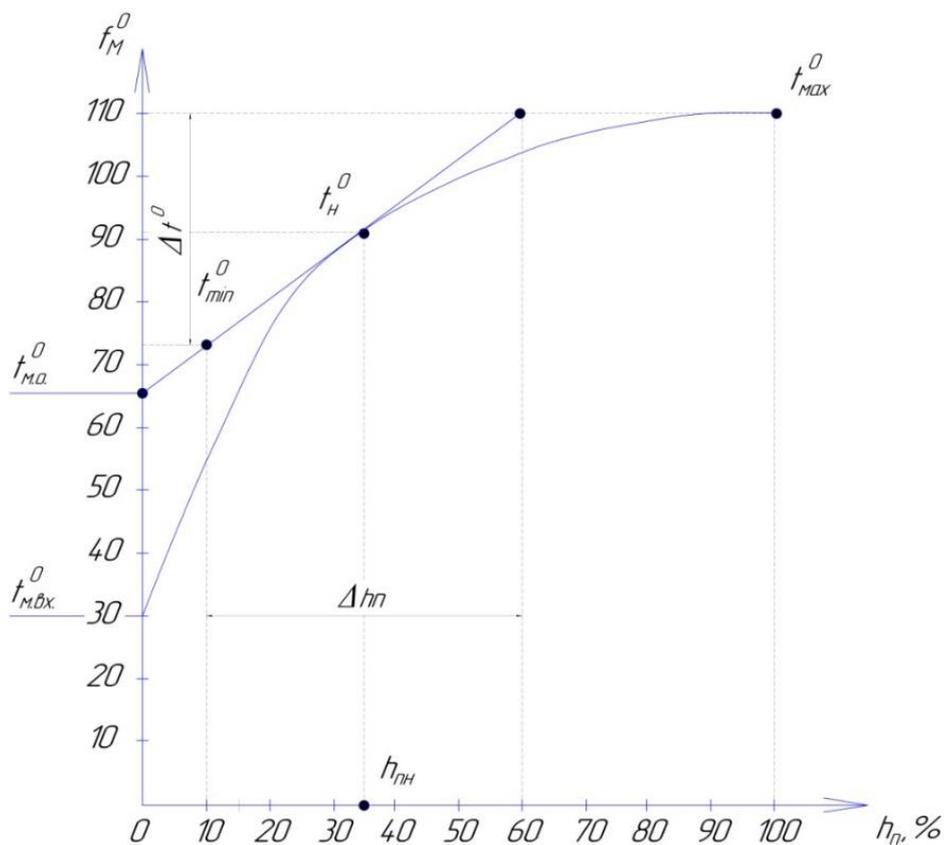
Для упрощения нахождения математического уравнения описывающего работу автоматизированной системы управления систему разбивают на отдельные элементы, переходные процессы в которых описываются относительно простыми зависимостями. Однако такой метод применим только в частных случаях, так как в большинстве случаев в реальных элементах системы связь между входными и выходными величинами является нелинейной. При этом даже если и будет получено дифференциальное уравнение системы, то оно будет нелинейным. Однако если в переходном процессе при изменении входной величины изменение выходной величины звена является непрерывной функцией времени, то, учитывая, что в процессе регулирования отклонения всех изменяющихся величин от их установившихся значений малы, то можно допустить линеаризацию нелинейных зависимостей [2].

В простейшем случае функциональная схема может быть представлена в виде одноемкостного объекта (рисунок 2).



**Рисунок 2 - Модель одноемкостного объекта**

Статическая характеристика и линейная модель вид представлена на рисунке 3.



**Рисунок 3 - Линеаризация статической характеристики объекта**  
где  $t_M^0$  - регулируемая номинальная температура;

$h_{\Pi\Pi}(\%)$  - номинальное положение клапана пара при  $t_{\text{MH}}^0=90^0\text{ C}$ ;  
 $\Delta h_{\Pi}(\%)$  - ход клапана пара при регулировании на 50% (60%-10%);  
 $\Delta t_M^0$  - изменение температуры молока при ходе клапана на 50% ( $37^0\text{C}=110^0-73^0$ );  
 $t_{\text{MВХ}}^0$  - входная температура молока ( $30^0\text{C}$ );  
 $t_{\text{M0}}^0$  - минимально-регулируемая температура молока по линеаризованной модели ( $65^0\text{C}$ ).

Таким образом, математическая модель линеаризованной статической характеристики объекта имеет уравнение вида  $t_M^0 = 65 + 0,74h_{\Pi}$ .

Выводы.

1. Полученная зависимость между ходом клапана и температурой характеризует процесс нагрева только в точке равновесного состояния ( $t_M=90^0$  при  $h_{\Pi}=35\%$ ). При удалении от точки равновесного состояния погрешность возрастает тем быстрее, чем больше кривизна нелинейной зависимости.

2. При большой кривизне в случае перестройки систем на новый режим работы, значительно отличающегося от расчетного, необходимо выполнить линеаризацию  $t^0 = f(h_{\Pi})$  для области нового равновесного состояния.

#### Список литературы:

1. Шкатов Е.Ф. Основы автоматизации процессов химических производств / Е.Ф. Шкатов, В.В. Шувалов. - Москва: Химия, 1988. — 304 с.
2. Бородин И.Ф. Практикум по основам автоматики и автоматизации производственных процессов / И.Ф. Бородин, Н.И. Кирилин. - Москва: Колос, 1974. — 255 с.
3. Эриот П. Регулирование производственных процессов – Текст: непосредственный. / П. Эриот Пер. с англ. А. Я. Серебрянского. - Москва: Энергия, 1967. - 480 с.
4. Ключев А. С. Автоматическое регулирование – Текст: непосредственный. / А.С. Ключев. - Москва: Энергия, 1973. - 392 с.

УДК 625.7/8:625.096

### КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ И ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ДОРОЖНО-УЛИЧНОЙ СЕТИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

**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.** В статье авторы предлагают концептуальный подход к оценке и повышению надежности функционирования дорожно-уличной сети в экстремальных погодных условиях на основе вероятностных закономерностей на автомобильном транспорте.

**Ключевые слова:** дорожное движение, дорожно-уличной сети, дорожно-эксплуатационная подсистема, дорожно-надзорная подсистема, надежность

# A CONCEPTUAL APPROACH TO ASSESSING AND IMPROVING THE RELIABILITY OF THE ROAD AND STREET NETWORK IN EXTREME WEATHER CONDITIONS BASED ON RELIABLE LAWS ON ROAD TRANSPORT

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

**Abstract.** In the article, the authors propose a conceptual approach to assessing and improving the reliability of the road and street network in extreme weather conditions based on probabilistic patterns in road transport.

**Keywords:** traffic, road and street network, road maintenance subsystem, road surveillance subsystem, reliability

Значительная часть территории РФ располагается в климатической зоне, где число дней, приходящихся на зимний и предзимний периоды, достигают более 260. В этот период наблюдается наибольший рост ДТП, связанный с дорожно-климатическими условиями [1]. Особенно остро эта проблема стоит в крупных населенных пунктах.

Системный подход к решению вопросов безопасности и организации движения автомобилей в широком аспекте рассмотрены в известном источнике [2]. Однако, некоторые задачи актуальны и не решены в полной мере.

Под эффективностью функционирования дорожно-уличной сети (ДУС) понимается пропускная способность при низком уровне ДТП. Эффективность функционирования ДУС зависит множества факторов, которые косвенно можно оценить по ряду параметров: пропускная способность, отсутствие автомобильных «пробок», снижение интенсивности движения по сравнению с благоприятным периодом эксплуатации, аварийность на дорогах по причине дорожно-климатических условий и др.

В общем ДУС можно рассматривать как систему одновременно управляемую и саморегулируемую. Для оценки эффективности ДУС представляет интерес ее управляемая составляющая. В качестве объектов системы можно рассматривать: количество и расположение дорожно-эксплуатационных подразделений; оснащение их людскими ресурсами, специальной техникой, дорожными материалами; применение эффективных способов и технологий при ликвидации неблагоприятных дорожных условий; активное регулирование транспортных потоков; информация и прогнозирование метеословий и т. д.

Эффективное управление ДУС как системы, в экстремальных условиях, возможно при высокой надежности объектов - подсистем, входящих в ее состав.

Подсистемы, в свою очередь, состоят из ряда элементов. При системном подходе надежность функционирования системы определяется функцией большого числа факторов.

Системный подход к оценке надежности функционирования ДУС заключается в оценке всех составных частей, обеспечивающих транспортный процесс

Для определения структурной надежности системы необходимо представить в виде типовой структуры. Под структурной надежностью понимается результирующая надежность системы при заданной ее структуре и известных параметрах надежности всех входящих в нее элементов. Элементы в системе могут иметь последовательное, параллельно и последовательно-параллельное соединения. Такой подход к оценке надежности системы может быть применим и к рассматриваемой системе функционирования ДУС.

С точки зрения надежности функционирования рассматриваемую систему можно представить состоящей из двух подсистем:

- собственно ДУС;

- транспортное средство;
- водитель;
- состояние внешней среды (метеоусловия);
- дорожно-эксплуатационная подсистема (ДЭП), выполняющая плановые и «аварийные» (в экстремальные дни) мероприятия по поддержанию дорожного покрытия в допустимом эксплуатационном состоянии по условиям обеспечения безопасности дорожного движения [3];
- дорожно-надзорная подсистема, управляющая транспортными потоками в экстремальных условиях.

Надежность дорожно-уличной сети может характеризоваться вероятностью возникновения ДТП, вероятностью возникновения автомобильных «пробок»  $P_{отп}$ , интенсивностью потока требований на аварийное устранение недопустимого состояния дорожного покрытия на рассматриваемом промежутке времени и длине (месте), либо другими параметрами.

Надежность транспортного средства, с точки зрения безопасности движения, может характеризоваться вероятностью появления средства с отклонениями от технических требований  $P_{НА}$  на дорожно-уличной сети. В данном случае, под отклонениями от технических требований, могут быть рассмотрены состояние протектора и тип шин, состояние рабочей тормозной системы и другие элементы.

Подсистема водитель может характеризоваться вероятностью появления «ненадежного» участника движения  $P_{В}$  в ДУС.

Надежность подсистемы «внешняя среда» может быть оценена через вероятность своевременного получения прогноза об изменении метеоусловий  $P_{М}$ , обуславливающих экстремальные дорожные условия - гололед, снежный накат, снегопад, туман и т. д.

Надежность дорожно-эксплуатационной подсистемы может характеризоваться:

- вероятностью доставки ДЭП к месту работ в заданное время  $P_{Д}$ ;
- вероятностью соответствия укомплектованности ДЭП техникой и персоналом характеру выполняемых работ  $P_{У}$ ;
- вероятностью того, что продолжительность выполняемых работ не превысит установленной величины  $P_{ПР}$ ;
- вероятностью соответствия уровня качества выполненных работ установленным требованиям  $P_{КАЧ}$ .

Надежность дорожно-надзорной подсистемы (ДНП) характеризуется вероятностью своевременного принятия управляющих решений в экстремальных условиях по перераспределению транспортных потоков на резервные магистрали, прибытия на ДТП, приведшего к образованию автомобильных «пробок»  $P_{ДУ}$ .

Надежность каждого элемента ДЭП в значительной мере определяется надежностью используемых специальной дорожно-эксплуатационной техники, т.к. эта подсистема, наряду с ДНП, вносит наиболее весомый вклад в повышение эффективности функционирования ДУС. Несоответствие укомплектованности ДЭП исполнителями и техникой, нарушение технологии выполняемых работ может быть вызвано не только отсутствием необходимой техники вообще, но и тем, что имеющаяся техника в данный момент неработоспособна.

Учитывая тот факт, что негативное проявление большинства факторов носит стохастический внезапный характер предлагается использовать модели из теории массового обслуживания, а именно закон Пуассона. Для этого необходима статистическая информация по частоте и продолжительности «отказов» ДУС за прошлые года. Усредненные показатели параметров «отказов» могут быть использованы в оценке вероятностей возникновения событий.

Принцип оценки надежности функционирования ДУС основан на оценке всех составных элементов, влияющих на рассматриваемый процесс, при условии, что вероятность сложного события состоит из последовательных проявлений независимых событий. Тогда оценка надежности ДУС производится:

$$P_{ДУС} = P_{отп} \cdot P_{НА} \cdot P_{В} \cdot P_{М} \cdot (P_{Д} \cdot P_{У} \cdot P_{ПР} \cdot P_{КАЧ}) \cdot P_{ДУ} \quad (1)$$

Недостатком представленной схемы реализации надежности ДУС (при последовательном соединении элементов), является то, что надежность одного элемента не может быть скомпенсирована высокой надежностью другого.

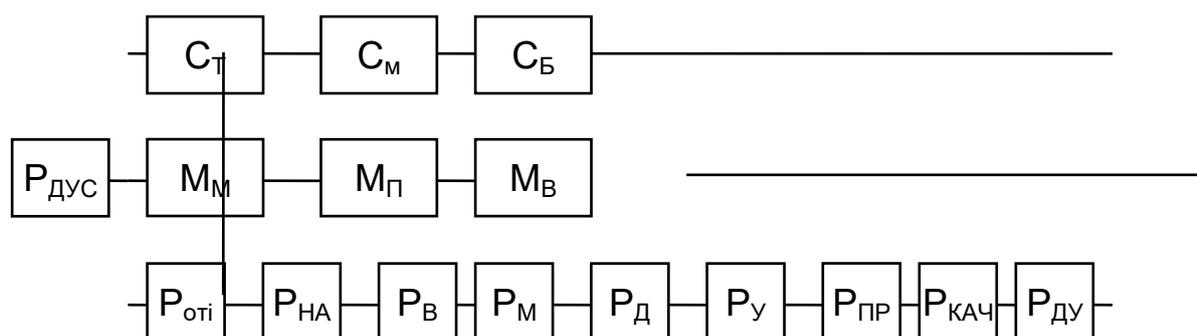
Однако, рассматриваемая система ДУС будет иметь недопустимо низкую надежность. Повышение ее надежности и эффективности возможно путем резервирования, под которым понимается возможность включения резервного элемента при выходе из строя одного из элементов системы. Надежность работы такой системы описывается теоремой сложения вероятностей.

Резервирование в системе дает возможность компенсации низкой надежности какого - либо элемента. В рассматриваемых случаях основными способами резервирования являются:

- увеличение количества специальной дорожно-эксплуатационной техники  $C_T$ , которыми оснащены ДЭП, по сравнению с расчетной потребностью;
- увеличение специальных дорожных материалов  $C_M$ ;
- приближение временных баз содержания специальной техники и дорожных материалов к ключевым транспортным узлам ДУС, где проходят основные транспортные потоки  $C_B$ , используя информацию по метеопрогнозам;
- выделение обводных магистралей и дорог для объезда рискованных с точки зрения проезда маршрутов  $M_M$ ;
- увеличение персонала ДНП, управляющего дорожным движением в экстремальных условиях  $M_{П}$ ;
- ограничение движения транспортных средств, не приспособленных (технически неисправным) к экстремальным условиям движения  $M_B$ .

Выбор целесообразного способа резервирования в каждом конкретном случае осложняется из случайности многих событий и должен носить корректирующий характер.

Учитывая изложенное, можно представить структурную схему надежности системы ДУС следующим образом (рис. 1).



**Рисунок 1 - Структурная схема обеспечения надежности системы ДУС**

Для данной структурной схемы надёжность системы ДУС, может быть рассчитана по формуле:

$$P_{ДУС}^P = P_{ДУС} \cdot [(P_{от1} \cdot P_{НА} \cdot P_B \cdot P_M \cdot P_Д \cdot P_У \cdot P_{ПР} \cdot P_{КАЧ}) + (M_M \cdot M_{П} \cdot M_B) + (C_T \cdot C_M \cdot C_B)] \quad (2)$$

Как правило, обеспечение надежности системы с резервными элементами происходит путем включения в нее аналогичных элементов. В данном же случае надежность системы ДУС обеспечивается резервным включением не только аналогов, но и качественно иных элементов, которые позволяют в случае низкой надежности элементов достигать высокой надежности системы в целом.

Введение резервных элементов для повышения надежности системы требует дополнительных затрат. Недостаточная надежность системы (без резервирования) приводит к потерям, вызванными ДТП, потерями времени на простой в очередях и т. д. В связи с чем возникает необходимость решения задачи обоснования таких требований к надежности системы, способам резервирования и степени их использования в конкретных ситуациях, способными обеспечит максимальную эффективность системы в целом.

#### **Список литературы:**

1. Васильев А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. М.: Транспорт, 1976, 224 с.

2. Ротенберг Р. В. Основы надежности системы водитель – автомобиль - дорога – среда. – М.: Машиностроение, 1986. – 216 с.

3. ГОСТ Р 50597-97. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.

УДК 631.3

## ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРИЦЕПНОГО КУЛЬТИВАТОРА МОДУЛЬНОГО ТИПА

**Козлов Владимир Александрович**, кандидат технических наук  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: vovkakozylov@mail.ru

**Полюшкин Николай Геннадьевич**, кандидат технических наук  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: nigenn@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрен анализ технологических схем и конструктивных исполнений серийно выпускаемых машин для предпосевной обработки, и приведено обоснование конструкторско-технологической схемы прицепного культиватора модульного типа.

**Ключевые слова:** конструктивно-технологическая схема, культиватор, почвообрабатывающая машина, предпосевная обработка, пружинная борона, лапы, кольчато-шпоровый каток.

*Статья подготовлена при финансовой помощи краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках реализации проекта № 2023092009843 «Разработка энергоэффективного многофункционального почвообрабатывающего орудия, адаптированного для условий Красноярского края»*

## JUSTIFICATION OF THE DESIGN AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF A TRAILER-MOUNTED CULTIVATOR OF A MODULAR TYPE

**Kozlov Vladimir Alexandrovich**, Candidate of technical science  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: vovkakozylov@mail.ru

**Polyushkin Nikolay Gennadievich**, Candidate of technical science  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: nigenn@mail.ru

**Abstract.** The article examines the analysis of process flow charts and design versions of serially produced machines for pre-sowing cultivation, and provides a rationale for the design and process flow chart of a modular type trailed cultivator.

**Keywords:** design and technological scheme, cultivator, soil-cultivating machine, pre-sowing cultivation, spring harrow, paws, ring-spur roller.

*The article was prepared with the financial assistance of the regional state autonomous institution "Krasnoyarsk Regional Fund for Support of Scientific and Scientific-technical activities" in the framework of the implementation of project No. 2023092009843 "Development of an energy-efficient multifunctional tillage tool adapted to the conditions of the Krasnoyarsk Territory"*

Качество предпосевной обработки почвы оценивается степенью ее крошения и рыхления, уничтожения сорной растительности, измельчения растительных остатков на поверхности и их заделки, а также уплотнением подповерхностного капиллярного и формирования поверхностного влагосберегающего слоя [3].

Практика показывает, что такие условия в обрабатываемой почве создаются воздействием рабочих органов на обрабатываемый слой без длительного временного промежутка между отдельными

технологическими операциями. Такой процесс обработки достижим последовательным совмещением технологических операций применением комбинированных машин и агрегатов.

Применяемые однооперационные машины и орудия исчерпали свои возможности в повышении качества технологических операций и производительности агрегатов, а применяемые технологии не способствуют созданию благоприятных условий для роста урожайности.

Стремление снизить затраты, уменьшить отрицательное воздействие движителей машины на почву и выполнение обработки почвы в сжатые агротехнические сроки с высоким качеством при сохранении почвенной влаги, вызвало потребность в совмещении операций культивации, прикатывания и рыхления верхнего слоя почвы.

Создание и использование комбинированных машин, выполняющих за один проход несколько технологических операций, стало одним из основных направлений внедрения почвозащитных ресурсо- и энергосберегающих технологий при возделывании сельскохозяйственных культур [4].

Обоснование конструктивно-технологической схемы культиватора по предполагаемой технологии с учетом конструктивных условий, проведем исходя из следующих требований:

а) мелкосемянные культуры особо требовательны к соблюдению агротехнических требований к предпосевной обработке почвы. Необходимо обеспечить стабильность глубины обработки как по ширине захвата машины, так и по длине гона.

б) сокращение количества проходов по полю и применяемой для этого техники, а, следовательно, и сокращение сроков, и повышение качества обработки;

в) создаваемый прицепной культиватор модульного типа должен качественно выполнять обработку почвы в различных природно-климатических условиях Красноярского края и республики Хакасия [1, 2].

Исходя из вышеизложенного, очевидна необходимость совмещения операций почвообработки. Для обоснования конструктивно-технологической схемы культиватора проведем анализ существующих комбинированных почвообрабатывающих машин.

Проанализировав технологические схемы и конструктивное исполнение серийно выпускаемых и перспективных машин, мы предлагаем схему культиватора для поверхностной обработки почвы.

Ширина захвата определялась из возможности полной загрузки тракторов пятого тягового класса и была принята с учётом расстановки рабочих органов 9,2 метра.

Рама представляет собой сложную сварную конструкцию, состоящую из центральной секции и двух шарнирно прикрепленных крыльев. Основные несущие балки выполнены из профильной трубы сечением 100 на 100 мм в системе T-Flex CAD 17 (рис. 1) [5].



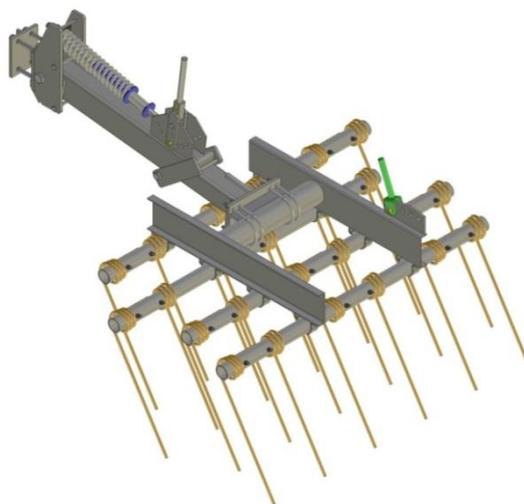
*Рисунок 1 – Предлагаемая схема пропашного культиватора*

Для снижения вероятности забивания лап предлагается разместить их в пять рядов, увеличив расстояния между соседними лапами в ряду.

Соблюдение требования стабильности глубины обработки возможно только при наличии у орудия собственной опорно-ходовой системы. При этом если орудие будет полуприцепным, то есть его передняя часть через дышло будет опираться на трактор, то вертикальные перемещения трактора при движении по неровностям поля неизбежно будут передаваться и орудью, вызывая изменение глубины обработки. Поэтому предлагается прицепной вариант культиватора с двухосной опорно-ходовой системой. Передняя часть должна опираться на самоустанавливающиеся (флюгерные) колеса для обеспечения поворота орудия. Необходима жесткая связь между передними и задними колёсами, обеспечивающая сохранение параллельного положения рамы культиватора при подъеме и опускании орудия.

По территории Енисейской Сибири имеются значительные различия в природно-производственных условиях: в северных районах Красноярского края преобладают тяжёлые суглинистые почвы, чернозёмы в западной группе районов, легкие супесчаные почвы на юге. В Хакасии почвы подвержены водно-ветровой эрозии [3, 4]. Для качественного выполнения предпосевной обработки почвы необходимы различные рабочие органы.

При работе на парах для выравнивания поверхности за культиваторными лапами и вычесывания сорняков наиболее подходящими являются пружинные (штригельные) бороны. Предлагается четырехрядная секционная пружинная борона с регулировкой угла наклона зубьев и глубины обработки (рис. 2). Крепление шести секций выполнено на индивидуальной стойке к заднему брусу рамы культиватора.



**Рисунок 2 – Штригельная борона**

Для выполнения предпосевного прикатывания предлагается вариант комплектования культиватора с серийно выпускаемым кольчато-шпоровым катком ККШ-9 (рис. 3).



**Рисунок 3 – Каток кольчато-шпоровый ККШ-9**

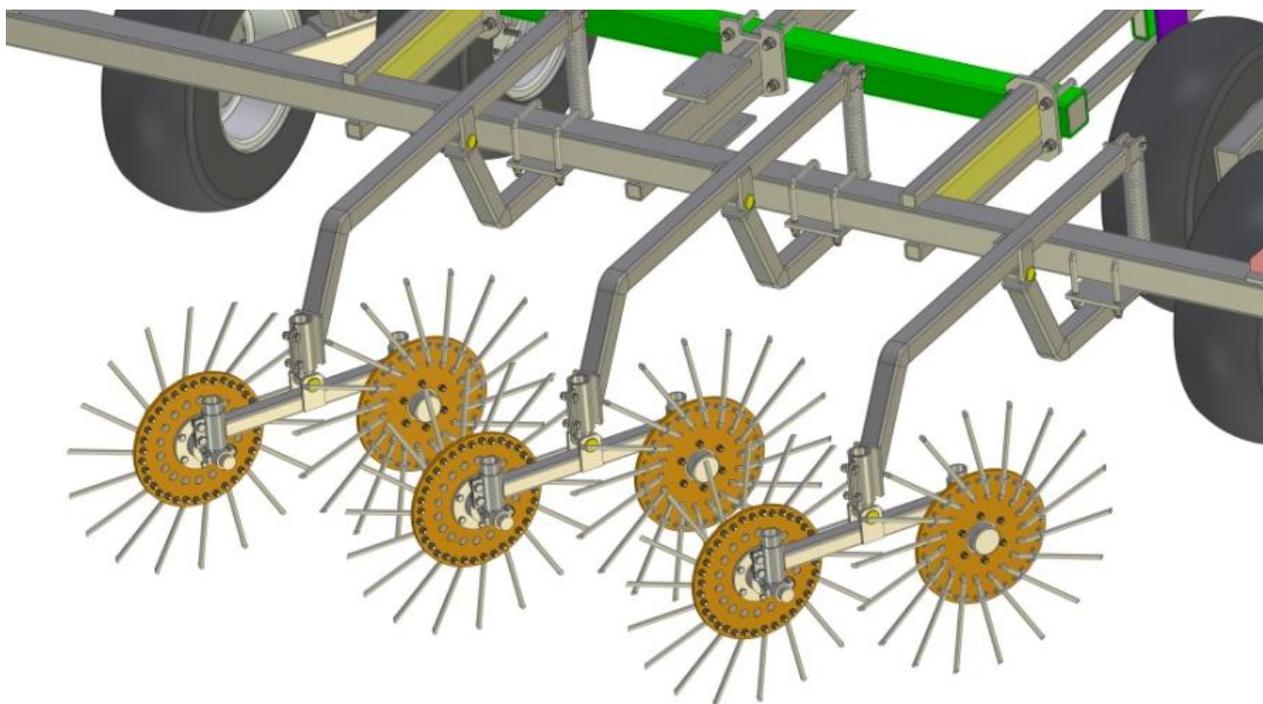
Для присоединения изготовлен центральный брус с буксирным крюком, к которому присоединяется дышло катка (рис. 4).



**Рисунок 4 – брус для крепления катка ККШ-9**

При работе на тяжёлых суглинистых почвах с повышенной влажностью возможно забивание батареи кольчато-шпоровых колес катка.

Штригельные бороны плохо справляются с работой на полях с большим количеством пожнивных остатков. В этих случаях предлагается комплектовать культиватор игольчатыми дисками (рис. 5).



**Рисунок 5 – Секции игольчатых дисков на 3D модели культиватора**

Игольчатые диски крепятся попарно на балансирах через подпружиненный кронштейн к задней балке культиватора. За счёт угла атаки пальцы диска, проникая в почву, незначительно перемещают её в поперечном направлении, выравнивая тем самым поверхность. Активно воздействуя, палец диска измельчает крупные комки и выносит на поверхность подрезанные культиваторными лапами сорняки. При этом, установленные в два ряда диски не дают забиваться друг другу: при движении вперёд пальцы переднего и заднего рядов дисков движутся в противоположных направлениях, что приводит к их самоочищению.

На основании проведённого анализа конструкторско-технологических схем серийно выпускаемых машин, предложена схема прицепного культиватора модульного типа для поверхностной обра-

ботки почвы под трактора пятого тягового класса. Пространственная конструкция рамы, состоящая из трёх секций, центральная часть и крылья, имеет ширину 9,2 м и выполняется из профильной трубы различного сечения - 50x50, 50x100, 100x100. В качестве рабочих органов предложены стрельчатые лапы шириной 305 мм и размещаемые в пять рядов, а также четырёхрядная секционная пружинная борона с регулировкой угла наклона зубьев и глубины обработки. Выполнение предпосевного прикапывания предлагается обеспечивать кольчато-шпоровым катком ККШ-9. Такое сочетание рабочих органов позволит более качественно выполнять предпосевную обработку почвы.

#### **Список литературы:**

1. ГОСТ 26244-84 Обработка почвы предпосевная Требования к качеству и методы определения. – Стандартиформ, Москва. 1984. – 12 с.
2. ГОСТ Р 52778-2007. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – Введ. 01.07.2007. – М.: Стандартиформ, 2008. – 24с.
3. Лисунов В.В. Обработка почвы в Восточной Сибири // РАСХН. Сиб. отд. КНИИСХ. Новосибирск, 2002. – 276 с.
4. Лисунов О.В. Обработка почвы в зональных технологиях возделывания полевых культур в Красноярском крае. // Ресурсосберегающие технологии механизации сельского хозяйства: прил. к «Вестнику КрасГАУ»: сб. науч. ст. Вып. 10 / Краснояр. гос. аграр. ун-т – Красноярск, 2015 / с. 37-41.
5. Полюшкин, Н. Г. Применение параметризации и библиотек типовых элементов при проектировании рамы культиватора / Н. Г. Полюшкин, А. П. Батрак, М. П. Полюшкина // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 16–18 апреля 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 154-157.

УДК 631.372

### **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОРУДИЯ ДЛЯ СПЛОШНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

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

**Кузьмин Николай Владимирович**, кандидат технических наук  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: kuznetsov1223@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

**Будьков Вячеслав Александрович**, старший преподаватель  
Сибирский государственный университет науки и технологий, Красноярск, Россия  
e-mail: budkoff@bk.ru

**Аннотация.** Традиционные технические решения по изменению положения рабочих органов почвообрабатывающих орудия затрудняют настройку глубины обработки почвы. Для улучшения работы систем управления одним из направлений является использование цифровых технологий. В статье авторы предлагают устройство для регулировки положения рабочих органов многофункционального почвообрабатывающего орудия, для повышения качества обработки почвы.

**Ключевые слова:** регулировка, обработка почвы, изменение глубины, система управления

## SYSTEM OF CONTROLLING THE POSITION OF WORKING ELEMENTS OF MULTIFUNCTIONAL SOIL TILLAGE TOOL FOR CONTINUOUS SOIL TILLAGE

**Kuznetsov Alexander Vadimovich**, Candidate of technical sciences, associate professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

**Kuzmin Nikolay Vladimirovich**, Candidate of technical sciences  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: kuznetsov1223@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

**Budkov Vyacheslav Alexandrovich**, Senior lecturer  
Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: budkoff@bk.ru

**Abstract.** Traditional technical solutions for changing the position of soil tillage implements' working bodies make it difficult to adjust the tillage depth. To improve the operation of control systems, one of the directions is the use of digital technologies.

**Key words:** adjustment, soil tillage, depth change, control system

*Исследование и публикация статьи выполнены при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в ходе выполнения научных исследований в интересах НОЦ «Енисейская Сибирь» по проекту «Разработка энергоэффективного многофункционального почвообрабатывающего орудия, адаптированного для условий Красноярского края»*

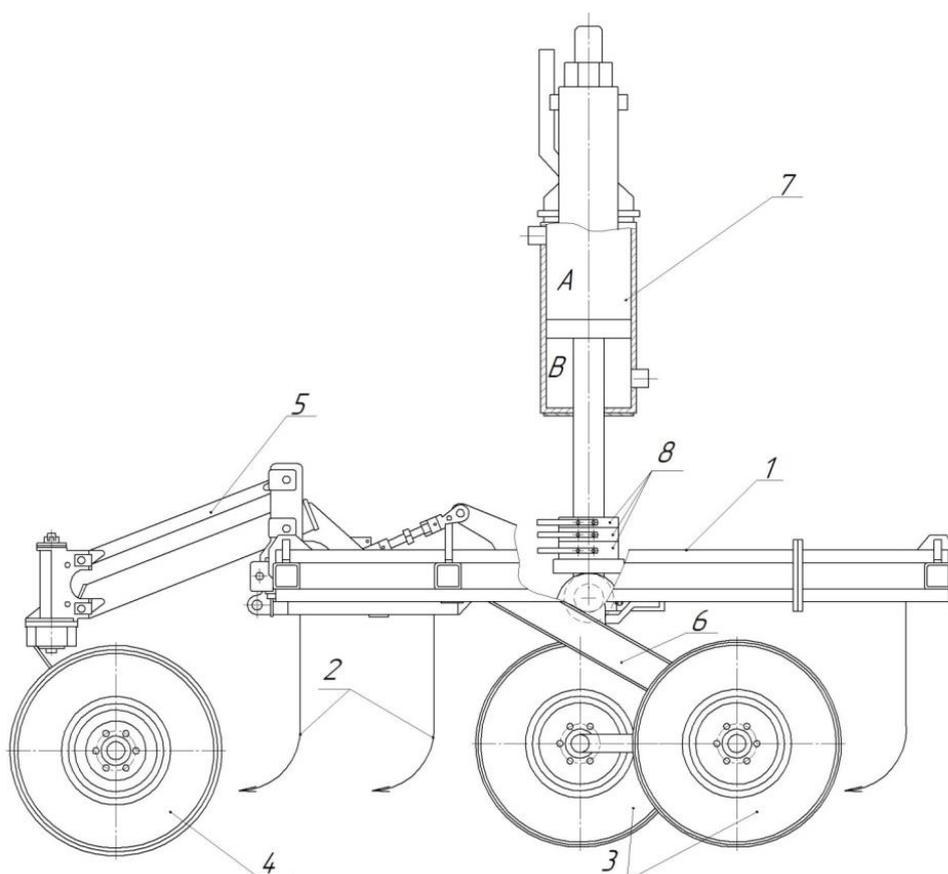
Качественная обработка почвы увеличивает мощности пахотного поля и необходима для создания наилучших условий для роста и развития сельскохозяйственных культур. При сплошной обработке почвы почвообрабатывающее орудие выполняет рыхление пахотного поля на определенную глубину, но сам плодородный слой остается на месте. Культиватор рыхлит и крошит верхний почвенный пласт, перемешивая его.

Глубина обработки пахотного слоя почвы является основным параметром, который должен задаваться и выдерживаться в диапазоне от 5 до 18 см.

Необходимая рабочая глубина обработки почвы опытного образца многофункционального почвообрабатывающего орудия обеспечивается изменением положения рабочих органов на задаваемое расстояние относительно всех опорных колес синхронно. Следовательно, погружение рабочих органов почвообрабатывающего орудия в почву завесит от величины выдвинутой части штока гидроцилиндров, которая устанавливается предварительно и не изменяется в процессе рабочего хода.

Конструкцией систем управления многофункционального почвообрабатывающего орудия предусматривается возможность осуществлять фиксацию штока гидроцилиндра двумя способами.

Первый способ регулирования (рис. 1) заключается в ограничении хода гидроцилиндров 7 при помощи одинакового набора ограничителей глубины 8 каждого гидроцилиндра. Снимая клипсы ограничителей глубины со штока гидроцилиндра, увеличивается глубина обработки почвы, а вставляя, соответственно уменьшается, таким образом, изменяется ход рабочих органов относительно опорных колес почвообрабатывающего орудия.



**Рисунок 1 – Устройство для регулировки положения рабочих органов культиватора клипсами:**

*1 – рама; 2 – рабочий орган; 3 – колёса опорные тандемные; 4 – флюгерные колёса; 5 – подвеска параллелограммная; 6 – рычаг подвески; 7 – гидроцилиндр; 8 – комплекта клипс ограничителей глубины*

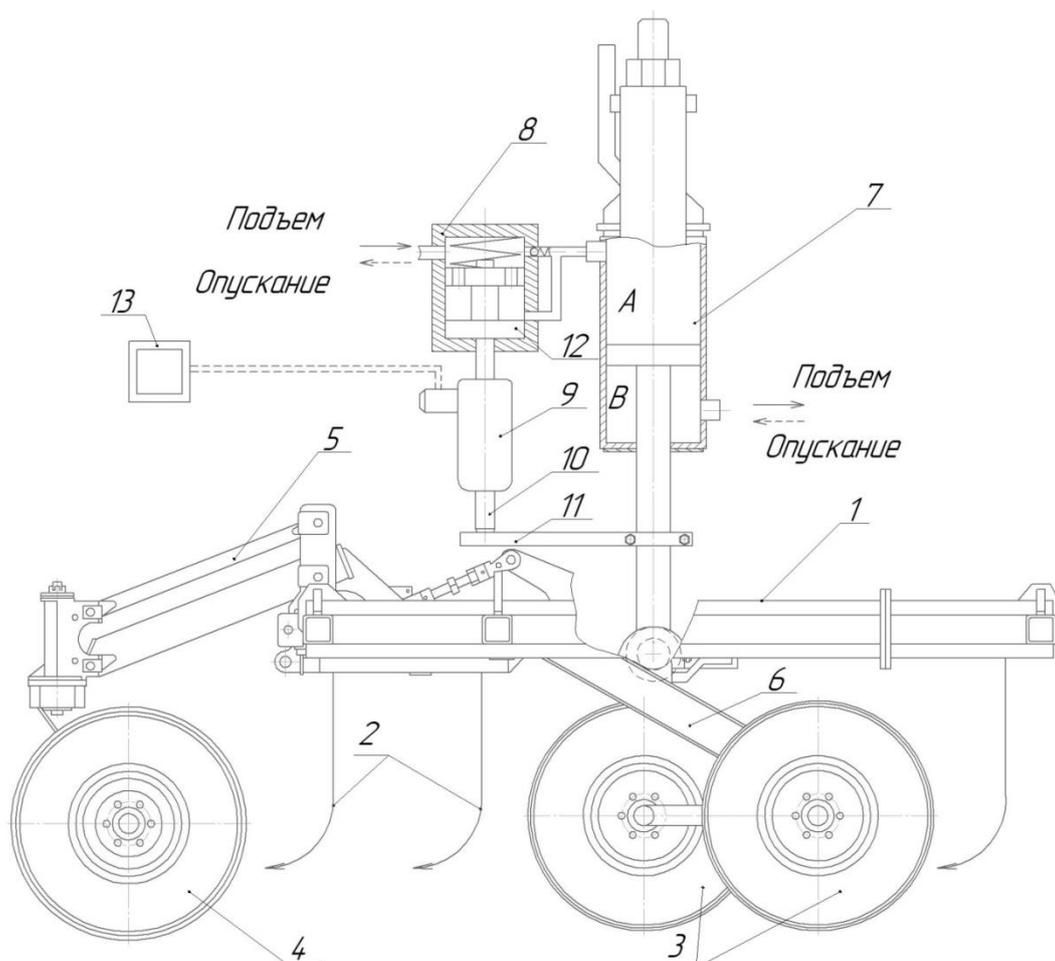
Второй способ регулирования (рис. 2) заключается в изменении и фиксировании хода штока гидроцилиндров 7 перед опусканием рабочих органов 2 культиватора в почву. Штоки гидроцилиндров фиксируются запорными гидроклапанами 8 управляемыми линейными актуаторами 9 дистанционно. Использование данного способа позволяет достичь повышения производительности труда и улучшения качества работы за счет использования информатизации и визуализации технологических процессов контроля и управления путем оснащения культиватора комплексом приборов и датчиков.

Культиватор содержит раму 1, с закрепленными на ней рабочими органами 2, опорные тандемные колёса 3 и флюгерные колёса 4, соединенные параллелограммной подвеской 5, механизм регулирования глубины обработки почвы, включающий в себя шарнирно соединенные с рычагами подвески 6 гидроцилиндры 7 с пластиной контроля глубины 11, гидропривод выполнен в виде параллельно соединенных гидроцилиндров 7, нагнетательные полости *A* которых связаны гидравлическими линиями с запорными гидроклапанами 8, управляемыми дистанционно сенсорным контроллером 13 и линейными актуаторами 9 одинаково для всех рабочих органов культиватора.

Перед подготовкой культиватора к работе необходимо опустить раму 1 культиватора так, чтобы рабочие органы 2 (стрельчатые лапы) только касались поверхности почвы (ровной площадки). Изменением длины штока 10 линейного актуатора 9 добиться одновременного момента соприкосновения штока 10 актуатора 9 с пластиной контроля глубины 11 на всех гидроцилиндрах 7.

Установку рабочей глубины проводят с поднятой рамой 1. Уровень глубины опускания рабочих органов 2 задается с помощью сенсорного контроллера 13, предварительно запрограммированного и откалиброванного, при этом одновременно подаются сигналы на изменения длины штока 10 линейных актуаторов 9. При опускании рамы 1 с рабочими органами 2 гидросистемой трактора подается давление в полость *B* гидроцилиндра 7, а с полости *A* через запорный гидроклапан 8 осуществляется слив жидкости, при этом происходит опускание рамы с рабочими органами до момента, когда пластина контроля глубины 11 коснется штока 10 актуатора 9, что вызовет перемещение золотника

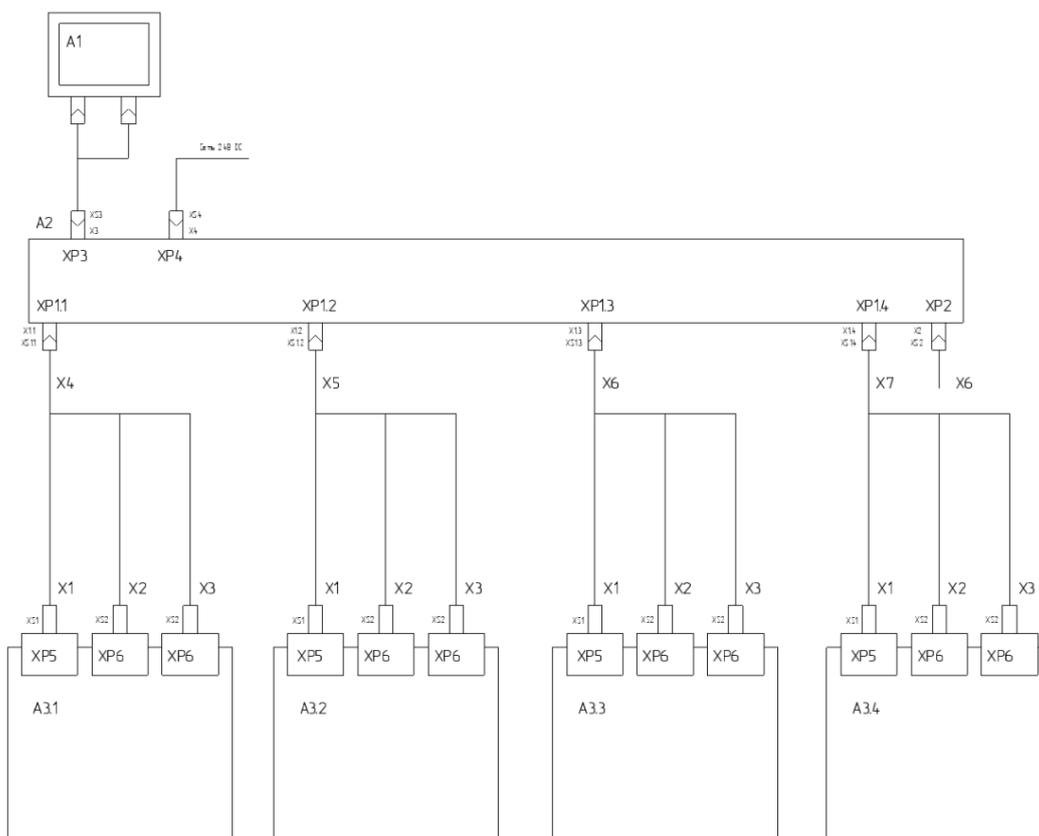
12 запорного гидроклапана 8, который закроется и движение прекратится. Таким образом, положение рамы относительно колес будет зафиксировано.



**Рисунок 2 – Устройство для регулировки положения рабочих органов почвообрабатывающего орудия линейными актуаторами:**

1 – рама; 2 – рабочий орган; 3 – колёса опорные тандемные; 4 – флюгерные колеса; 5 – подвеска параллелограммная; 6 – рычаг подвески; 7 – гидроцилиндр; 8 – гидроклапан запорный; 9 – актуатор линейный; 10 – шток актуатора; 11 – пластина контроля глубины; 12 – золотник запорного гидроклапана; 13 – контроллер сенсорный

Схема электрическая соединений элементов регулировки положения рабочих органов опытного образца почвообрабатывающих орудия (рис. 3) включает в себя силовой шкаф А2, к которому посредством кабелей к разъему ХР3 подключаются управляющая панель оператора А1, выполненная на базе программируемого контроллера со встроенным сенсорным экраном СПК110, электроприводы колес АЗ.1 ... АЗ.4 (разъемы ХР1.1 ... ХР1.4), выполненные на базе линейных актуаторов FY020-200-390-24-13-10000 со встроенным потенциометром. Разъем ХР4 используется для подключения питания (от системы электроснабжения трактора) напряжением + 24В.



**Рисунок 3 - Схема электрическая соединений системы регулировки положения рабочих органов почвообрабатывающего орудия**

Использование первого варианта по предварительным результатам полевых испытаний системы управления положением рабочих органов опытного образца многофункционального почвообрабатывающего орудия показали простоту и неприхотливость в работе, а второго варианта, высокую точность настройки рабочей глубины обработки почвы и удобство настройки. Тем самым, за счет выполнения НИОКР при разработке новых и совершенствовании существующих образцов сельскохозяйственной техники обеспечивается, повышая ее потребительского уровня.

#### **Список литературы:**

1. Селиванов, Н. И. Реализация потенциальных возможностей колесных тракторов в зональных технологиях почвообработки / Н. И. Селиванов, А. В. Кузнецов, Н. В. Кузьмин // *Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы IV международной научной конференции*, Красноярск, 23–24 ноября 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 152-157.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУНКЕРА ПЕРЕГРУЗЧИКА-НАКОПИТЕЛЯ ВО ВРЕМЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И СОИ

**Лонцева Ирина Александровна**, кандидат технических наук, доцент  
Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия  
e-mail: largoil@mail.ru,

**Коновалова Анастасия Руслановна**, студент  
Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия  
e-mail: akonovalova329@gmail.com

**Аннотация.** В данной статье предлагается технология уборки зерновых культур и сои с использованием дополнительной машины в виде накопителя-перегрузчика, которая позволит сократить непроизводительные операции связанные с организацией разгрузки в автомобили, а также позволит выполнить контроль убранный зерна от каждого комбайна. Приведена и описана схема уборки зерновых культур с использованием бункера-перегрузчика, предложена марка отечественного накопителя БНП-401. Определены оптимальные соотношения марочного состава комбайнов с предлагаемой маркой бункера перегрузчика-накопителя.

**Ключевые слова:** уборка зерновых и сои, бункер перегрузчик-накопитель, транспортировка, зерноуборочный комбайн

## USE OF BUNKERS OF A STORAGE LOADER DURING HARVESTING GRAIN CROPS AND SOYBEANS

**Lontseva Irina Aleksandrovna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia  
e-mail: largoil@mail.ru,

**Konovalova Anastasia Romanovna**, student  
Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia  
e-mail: akonovalova329@gmail.com

**Abstract.** This article proposes a technology for harvesting grain crops and soybeans using an additional machine in the form of a storage loader, which will reduce unproductive operations associated with the organization of unloading into cars, and will also allow you to control the harvested grain from each combine. The scheme of harvesting grain crops using a hopper loader is presented and described, and the brand of the domestic storage BNP-401 is proposed. The optimal ratios of the brand composition of combines with the proposed brand of the hopper of the loader-accumulator have been determined.

**Keywords:** harvesting of cereals and soybeans, hopper loader, transportation, combine harvester

Во время сбора урожая, особенно при уборке зерновых культур, в сельском хозяйстве наблюдается значительный рост грузоперевозок.

Сбор урожая зерновых — это сложный и многоэтапный процесс. Он начинается со срезания колосьев и завершается измельчением соломы и её транспортировкой к месту дальнейшей переработки.

В странах с развитым сельским хозяйством при сборе урожая зерновых культур большинство фермерских хозяйств используют специальные устройства для перегрузки зерна. Такие устройства называются бункерами-перегрузчиками [1,2].

Цель — повышение эффективности уборочно-транспортного процесса за счет использования бункера-перегрузчика.

Задача — рассмотреть технологию уборки с использованием бункера-перегрузчика

Бункер-перегрузчик представляет собой прицеп к трактору, оснащённый системой выгрузки с помощью шнека. Он предназначен для приёма зерна от комбайнов во время движения и последующей перегрузки в автотранспорт, который находится на краю поля.

Применение бункеров-перегрузчиков позволяет выполнить посевные работы в оптимальные сроки и помогает уменьшить:

- вложения в приобретение сельскохозяйственной техники;
- потери урожая во время посевных работ;
- снизит затраты.



**Рисунок 1 – Схема уборки зерновых культур с использованием бункера-перегрузчика**

Перегрузка зерна из комбайна происходит с применением бункера-перегрузчика.

При заполнении комбайны разгружаются на ходу в бункер-перегрузчик, не останавливая процесс сбора урожая. После того как зерно собрано одним или несколькими комбайнами, трактор с бункером-перегрузчиком выгружает его в самосвалы, которые стоят на краю поля. А затем самосвалы отвозят зерновую культуру на склад или в дальнейшее место переработки [3,4].

Следовательно, бункер-перегрузчик служит своего рода посредником между комбайном и грузовым транспортом.

Преимущества бункера-перегрузчика:

- контроль количества полученного от комбайна зерна и передача данных другим службам;
- сокращение простоев зерноуборочных комбайнов;
- оптимальное соотношение количества техники в уборочном звене;
- минимизация перемещений по полю сельхозтехники.

Для работы на полях с переувлажнением почвы необходимо использовать технику с повышенной проходимостью. Для крупных хозяйств, с площадями от 5 тысяч гектар посевных площадей рекомендуем перегрузчик-накопитель БНП-401 отечественного производства.



**Рисунок 2 – Бункер накопитель перегрузчик БНП-401 (фото взято с сайта <https://gritan.com/bunker-nakopitel-peregruzchik-bnp-401>)**

Основные технические характеристики бункера перегружчика БНП-401 представлены в таблице 1.

**Таблица 1 - Технические характеристики бункера перегружчика БНП-401**

Технические характеристики	БНП-401
Объем бункера, м <sup>3</sup>	40
Грузоподъемность, т	32
Разгрузочная высота шнека, м	3,035...4,482
Диаметр выгрузного шнека, мм	430
Производительность выгрузного шнека, т/ч	До 500
Тяговый класс трактора	IV (от 200л.с.)

Для определения соответствия грузоподъемности и объема бункера определим массу зерна в бункере зерноуборочного комбайна.

$$M = V \cdot q \quad (1)$$

где  $q$  – среднее значение объемной массы зерна, т/м<sup>3</sup>,

$V$  – объем бункера.

Для анализ были взяты наиболее распространенные марки и модели зерноуборочных комбайнов высокой производительности (табл. 2)

**Таблица 2 – Масса зерновых культур и сои в бункере**

Марка зерноуборочного комбайна	Вместимость бункера, м <sup>3</sup>	Масса зерна в бункере, т			
		пшеница	ячмень	овёс	соя
Vector 410 (450)	6	4,8	3,9	2,7	4,5
Acros	9	7,2	5,85	4,1	6,75
Gomselmash GS12	9,5	7,6	6,175	4,3	7,125
Claas Tucano 450	10	8	6,5	4,5	7,5
Torum 785	12	9,6	7,8	5,4	9

Таким образом, зная массу зерна в бункере для различных зерновых культур можно рассчитать количество комбайнов для эффективной работы бункера накопителя перегружчика БНП-401.

**Таблица 3 – Количество комбайнов для эффективной работы звена зерноуборочные комбайны – бункер перегружчик-накопитель БНП-401**

Марка зерноуборочного комбайна	Количество зерноуборочных комбайнов, шт.
Vector 410 (450)	6,67
Acros	4,44
Gomselmash GS12	4,21
Claas Tucano 450	4
Torum 785	3,33

Из таблицы 3 видно, что использование зерноуборочного комбайна Claas Tucano 450 отвечает требованиям заполнения объема бункера перегружчика-накопителя БНП-401.

В период уборочных работ оптимальным способом транспортировки зерновых культур является применение бункеров-перегружчиков. Бункер-перегружчик позволяет сократить сроки уборки зерновых культур, оптимизировать процесс посева, снизить затраты на трудовые ресурсы и повысить производительность уборочного процесса.

### Список литературы:

1. Кислов, А. А. Результаты исследований транспортировки сои бункером-перегрузчиком БП-25/31 / А. А. Кислов, В. А. Мунгалов, А. А. Крючков // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции. В 5 томах, Благовещенск, 18–19 апреля 2024 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. – С. 83-91. – DOI 10.22450/978-5-9642-0633-0-83-91. – EDN SWOLII.
2. Кузьмин, А. В. Технология трёхзвенной уборки с бункерами-перегрузчиками / А. В. Кузьмин // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 104-13. – С. 73-75. – DOI 10.18411/trnio-12-2023-721. – EDN GPIJKX.
3. Лонцева, И. А. Методы повышения эффективности уборочно-транспортного звена / И. А. Лонцева, И. М. Кураш, О. Ф. Овчинникова // Дальневосточный аграрный вестник. – 2022. – Т. 16, № 3. – С. 107-114. – DOI 10.22450/199996837\_2022\_3\_107. – EDN GNXOKV.
4. Ступницкий, Д. Н. Потери урожая при уборке сои / Д. Н. Ступницкий, И. Ю. Павлов // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы IV международной научной конференции, Красноярск, 23–24 ноября 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 279-281. – EDN ERNYYJ.

УДК 631.171

### КАК ПОВЫСИТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ОСОБЕННОСТИ И МЕТОДЫ НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА

**Максимов Игорь Сергеевич**, аспирант

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

**Аннотация.** Статья посвящена систематическому анализу нормирования труда как ключевого элемента организации производственного процесса в сельском хозяйстве. Основная мысль заключается в том, что эффективное нормирование труда позволяет не только оптимизировать затраты и повысить производительность, но и адаптировать трудовые нормы к специфическим природным и производственным условиям. Важнейшим мероприятием является внедрение в практику рациональной организации труда и производства работ, предусмотренной нормами.

**Ключевые слова:** труд, нормирование, нормы, хронометраж, паспортизация

### HOW TO INCREASE LABOR PRODUCTIVITY IN AGRICULTURE: FEATURES AND METHODS OF LABOR RATIONING

**Maximov Igor Sergeevich**, postgraduate student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: igor.m4ximoff@yandex.ru

**Abstract:** The article is devoted to the systematic analysis of labor rationing as a key element of the organization of the production process in agriculture. The main idea is that effective labor rationing allows not only to optimize costs and increase productivity, but also to adapt labor standards to specific natural and industrial conditions. The most important event is the introduction into practice of the rational organization of labor and production of works provided for by the norms.

**Keywords:** labor, rationing, norms, timekeeping, certification

Труд - основа любого производственного процесса, и его количественная оценка происходит через нормирование. Нормирование труда, как часть системы управления трудом на предприятии, направлено на формирование оптимальной структуры трудовых процессов, что в конечном итоге способствует повышению эффективности производства. Элемент организации труда и инструмент управления трудом, нормирование труда занимается контролем за затратами труда, его результатами и соотношением численности работников к используемым орудиям труда.

В сельском хозяйстве, как и в любой другой отрасли, нормирование труда играет важную роль в организации производственных процессов. Оно позволяет определить оптимальное количество работников, необходимое для выполнения конкретных задачских операций, а также оценить эффективность использования трудовых ресурсов.

Методы нормирования труда в сельском хозяйстве:

**Аналитический метод.** Этот метод предполагает детальный анализ трудовых процессов с целью определения оптимальных норм выработки. Он включает в себя изучение технологических картских операций, определение времени на их выполнение и расчёт необходимых затрат труда. Аналитический метод позволяет учесть все факторы, влияющие на производительность труда, и разработать научно обоснованные нормы.

**Суммарный метод.** В отличие от аналитического метода, суммарный метод не требует детального анализа трудовых процессов. Вместо этого он основывается на статистических данных о затратах труда на аналогичные операции работы в прошлом. Суммарный метод прост в использовании и применении, но может привести к менее точным результатам, так как не учитывает все особенности конкретной ситуации.

**Метод фотографии рабочего дня.** Этот метод заключается в наблюдении за работой сотрудников в течение определённого времени (обычно одного рабочего дня). Наблюдатель фиксирует все действия сотрудника, включая перерывы и простои. Метод фотографии рабочего дня позволяет выявить потери рабочего времени и разработать меры по их устранению.

**Хронометраж.** Хронометраж — это метод изучения затрат времени на отдельные трудовые операции. Он позволяет определить время, необходимое для выполнения каждой операции, и использовать эти данные для расчёта норм выработки.

**Моментные наблюдения.** Моментные наблюдения — это метод, который позволяет получить информацию о структуре рабочего времени без непосредственного наблюдения за работой каждого сотрудника. Наблюдатель периодически фиксирует, чем занят сотрудник в данный момент. Моментные наблюдения позволяют быстро получить общую картину использования рабочего времени.

**Микроэлементное нормирование.** Микроэлементное нормирование основано на разбиении трудовых операций на мельчайшие элементы (микроэлементы). Для каждого микроэлемента определяется время его выполнения, а затем эти данные используются для расчёта норм выработки. Микроэлементное нормирование позволяет учесть даже самые мелкие аспекты трудовых процессов и разработать точные нормы выработки.

Выбор метода нормирования труда зависит от конкретных условий и целей. В любом случае, нормирование труда является важным инструментом для повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

**Поэлементное (или микроэлементное) нормирование** — это метод, который позволяет детально анализировать трудовые процессы и разбивать их на мельчайшие элементы. Этот подход обеспечивает высокую точность при определении затрат времени на выполнение каждой операции.

Суть поэлементного нормирования заключается в том, чтобы разбить трудовой процесс на основные элементы (микроэлементы), определить время на каждый из них и затем использовать эти данные для расчёта норм выработки. Это позволяет учесть все аспекты работы и создать научно обоснованные нормы труда.

В сельском хозяйстве поэлементное нормирование особенно полезно при работе с различными машинами и оборудованием. Оно помогает определить оптимальные параметры работы техники и разработать рекомендации по её эффективному использованию.

Преимущества поэлементного нормирования: высокая точность и детализация; учёт всех аспектов трудового процесса; возможность разработки научно обоснованных норм; повышение эффективности производства [1].

Применение поэлементного нормирования в сельском хозяйстве способствует более рациональному использованию трудовых ресурсов и повышению производительности труда. Этот метод позволяет выявить потери рабочего времени и оптимизировать производственные процессы, что особенно важно в условиях современного сельскохозяйственного производства. Существуют два основных метода поэлементного (микроэлементного) нормирования труда: аналитически-исследовательский и расчётно-аналитический.

Аналитически-исследовательское поэлементное нормирование включает детальное изучение трудовых процессов с использованием различных методов исследования, таких как хронометраж, фотография рабочего дня и другие. Этот метод требует проведения наблюдений и экспериментов на рабочих местах для сбора данных о затратах времени на отдельные элементы работы. Результаты ис-

следований используются для разработки нормативов времени, которые могут быть применены в аналогичных условиях труда.

Расчётно-аналитическое поэлементное нормирование, в свою очередь, основывается на математических моделях и формулах, позволяющих рассчитать время, необходимое для выполнения отдельных элементов работы. Этот метод предполагает использование стандартных нормативов и коэффициентов, учитывающих различные факторы, такие как сложность задачи, условия труда и квалификация работника. Расчётно-аналитическое нормирование позволяет быстро и точно определить нормы времени для большого количества операций, что делает его удобным инструментом для планирования и организации труда. Существует два основных подхода к нормированию по элементам: аналитическое исследование и аналитический расчет, каждый из которых имеет свои особенности и принципы. Существуют **два основных метода** поэлементного (микроэлементного) нормирования труда: аналитически-исследовательский и расчётно-аналитический.

Аналитически-исследовательское нормирование связано с проведением множества наблюдений, опытов, специальных исследований по изучению отдельных факторов (каменистости, изрезанности полей препятствиями, сложной конфигурации, полеглости убираемых культур и т. д.) на производительность труда, поэтому в хозяйствах использовать его трудно. Оно применяется только нормативными организациями — нормативно-исследовательскими станциями и нормировочными пунктами.

В хозяйствах проводят паспортизацию природно-производственных условий выполнения трудовых процессов и внедрения нормативов и норм труда применительно к конкретным условиям.

Расчётно-аналитическое нормирование основано на расчете норм труда по типовым нормативам времени на выполнение отдельных элементов операций и режимов работы машин и оборудования, разработанных дифференцированно по природным условиям и организационно-технологическим вариантам выполнения трудовых процессов на основании многочисленных наблюдений.

Разработка норм труда при расчётно-аналитическом нормировании складывается:

- из проектирования рационального построения трудового процесса;
- из расчета норм труда для запроектированного трудового процесса на базе обоснованных нормативов для отдельных элементов трудового процесса;
- из проведения паспортизации природно-производственных условий выполнения трудовых процессов в хозяйстве;
- из проверки (апробации) проектных норм труда в производственных условиях;
- из внедрения в установленном порядке апробированных норм труда на основе запроектированных, организационно-технологических условий выполнения трудовых процессов. Расчётно-аналитическое нормирование основано на инженерном расчете и требует для его выполнения специалистов высокой квалификации, поэтому эту работу целесообразнее выполнять специалистам нормативно-исследовательских станций.

С помощью аналитически-исследовательского и расчётно-аналитического методов специалисты нормативной сети разрабатывают сборники типовых норм труда для всех отраслей сельскохозяйственного производства. Для правильного их внедрения в производство в каждом сельскохозяйственном предприятии необходимо провести паспортизацию условий производства по соответствующей методике паспортизации (полей, лугов, культурных пастбищ, многолетних насаждений, внутрихозяйственной дорожной сети, животноводческих ферм, ремонтных мастерских и т. д.), затем выбрать из сборника организационно-технологический вариант выполнения трудового процесса, соответствующий конкретным организационно-технологическим и природным условиям хозяйства. В производство внедряют нормы, выбранные из сборника по каждому виду работ, составу агрегата и организационно-техническому варианту, которые уже соответствуют конкретным природно-производственным условиям или могут соответствовать им после необходимых организационно-технических мероприятий [2].

В целях упрощения принято устанавливать нормы выработки на тракторные работы, как правило, не индивидуально для каждого поля (участка), а усредненные для бригады или звена. В этом случае для расчета норм по данным паспортизации полей определяют средневзвешенные значения основных нормообразующих факторов для полей звена или бригады.

В каждом агропромышленном предприятии, опираясь на данные паспортизации полей и экспериментальные сведения об удельных сопротивлениях различных типов и видов почв, специалисты могут определить оптимальные методы обработки земли и ухода за культурами. Это позволяет повысить урожайность и качество продукции, а также снизить затраты на топливо и ресурсы.

Паспортизация полей даёт информацию о рельефе, составе почвы, её влажности и других важных параметрах. Эти данные помогают выбрать наиболее подходящие сельскохозяйственные машины и инструменты для работы на каждом участке поля.

Экспериментальные данные об удельном сопротивлении почв позволяют рассчитать оптимальную глубину вспашки, посева и других операций. Это помогает сохранить плодородие почвы и предотвратить её эрозию.

Таким образом, использование данных паспортизации и экспериментальных сведений позволяет агропромышленным предприятиям эффективно управлять своими ресурсами и достигать высоких результатов в производстве сельскохозяйственной продукции

При определении средневзвешенных значений величин следует учесть также отклонения их от указанных расчетных в случае стохастического характера этих величин при нелинейных зависимостях определяют средневзвешенные значения удельных сопротивлений  $k_{\text{ср}}$ , класса длины гона  $L_{\text{ср}}$  и обобщенного коэффициента на местные условия для пахотных ( $K_{\text{общ}}^{\text{п}}$ ) и непахотных ( $K_{\text{общ}}^{\text{нп}}$ ) работ. Обобщенный поправочный коэффициент рассчитывают как произведение частных нормативных поправочных коэффициентов на неровный рельеф  $\delta_a$ , каменистость  $\delta_k$ , наличие препятствий виз, сложность (искривленность) конфигурации полей  $\delta_{\text{ск}}$  и др. Кроме того, вводят поправочный коэффициент  $\delta_t$ , который учитывает влияние на производительность агрегата снижения тяговых усилий тракторов на песчаных и супесчаных почвах. Как правило, эти коэффициенты в качестве нормативных даны отдельно для пахотных и непахотных работ.

$$K_{\text{общ}} = \delta_a \delta_{\text{из}} \delta_k \delta_{\text{ск}} \delta_t \quad (1)$$

По основным средневзвешенным характеристикам условий работы (в целом по хозяйству или, если имеются значительные отклонения, – по отдельным подразделениям) – удельному сопротивлению почв и классу длины гона с учетом обобщенного поправочного коэффициента – определяют нормативную группу (по пахотным и непахотным работам), к какой относится данное хозяйство (или подразделение). Нормы выработки и расхода топлива на все основные сельскохозяйственные работы устанавливают по типовым (групповым) республиканским нормативам. Для тракторно-транспортных, погрузочно-разгрузочных, землеройных и культур технических работ утверждены единые по стране типовые нормы в зависимости от расстояния перевозок, характеристики дорог и других условий.

Как правило, нормы расхода топлива и нормы выработки разрабатывают на основе одних и тех же зависимостей от нормообразующих факторов и взаимосвязанных, что не всегда оправдано, так как характер зависимости выработки и расхода топлива от того или иного фактора неодинаков. Например, каменистость, неровный рельеф и другие факторы не в одинаковой степени влияют на изменение норм выработки и расхода топлива [3].

Вообще расход топлива зависит главным образом от фактических энергозатрат и в принципе его можно нормировать, исходя из того, что

$$G_{\text{см}}^{\text{н}} = A_{\text{есм}}^{\text{н}} g_{\text{еср}}^{\text{н}} \quad (2)$$

В методиках нормирования тракторных работ допускается неточность – средневзвешенные значения поправочных коэффициентов  $\delta_{\text{из}}$ ,  $\delta_k$ ,  $\delta_{\text{ск}}$ , являющихся по своему характеру частными коэффициентами использования времени (имеют значения меньше 1), определяют по выражению. Во избежание этого и для характеристик условий необходимо вводить показатели по классам (аналогично углу склона).

Откуда

$$g_{\text{еср}}^{\text{н}} = C_{\text{см}}^{\text{н}} / A_{\text{есм}}^{\text{н}} \quad (3)$$

Такой подход позволит в дальнейшем при наличии энергосчетчиков (работомеров), установленных на тракторе, нормировать расход топлива по действительным энергозатратам, соответствующим фактическим условиям работы, и нормативному удельному расходу топлива – среднесменному или по режимам.

Система нормирования расхода топлива по фактическим энергозатратам (аналогично тому, как на автотранспорте расход топлива устанавливают по фактическому, а не нормативному пробегу автомобиля) стимулировала бы работу тракторов на более рациональных режимах, при которых фактический средний удельный расход топлива был бы меньше нормативного ( $g_{\text{факт}} < g_{\text{норм}}^{\text{н}}$ ).

Следует иметь в виду, что техническое нормирование не ограничивается установлением норм. Важнейшим мероприятием является внедрение в практику рациональной организации труда и производства работ, предусмотренной нормами.

В целях контроля и выявления резервов повышения производительности и экономичности работы машинно-тракторных агрегатов следует применять хронометраж и хронографию рабочего дня, энергохронометраж, диагностирование работоспособности (функционирования) машин и сравнение фактических и нормативных данных по всем элементам.

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 рабочих органов и узлов для посевного комплекса, адаптированного к природно-производственным условиям Красноярского края»

#### **Список литературы:**

1. Шапиро С.Б. Нормирование труда в сельском хозяйстве / Н.Б. Шапиро, С.В. Соусь, Р.В. Мазолевская и др. // Барановичская укрупненная типография. - Барановичи, 2009. – 299 с.
2. Ивченко, В. К. Влияние ресурсосберегающих технологий основной обработки почвы на засоренность посевов яровой пшеницы / В. К. Ивченко, З. И. Михайлова, А. Г. Филиппов, С. В. Кокин // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 3(156). – С. 35-43.
3. Система земледелия Красноярского края. Новосибирск.: Сибирское отделение ВАСХНИЛ, 1982. - 630 с.

## АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИХ К СКАРМЛИВАНИЮ

**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.** Кормление сельскохозяйственных животных относится не только к трудоемким технологическим процессам, но и к энергозатратным. На долю технологических операций, обеспечивающих кормление животных приходится около 60% затрат от суммарных на предприятии. В зависимости от принятого типа кормления крупного рогатого скота доля концентрированных (зерновых) кормов составляет от 10 до 40%, свиней 60-70%, птицы 95-97%. Для хорошей усвояемости животными питательных веществ, содержащихся в концентрированных кормах, перед скармливанием их подвергают предварительной обработке. Одним из способов обработки является приготовление жидкой кормовой патоки, которая при скармливании позволяет повысить их усвояемость на 25-30%. Для приготовления жидкой зерновой патоки применяются установки, основным рабочим органом которых является насос-диспергатор. Как показывает практика, существующие насосы-диспергаторы имеют невысокую производительность и небольшой рабочий ресурс. Цель работы – провести анализ устройств для диспергирования кормовых материалов на основе зерна.

**Ключевые слова:** зерно, жидкая зерновая патока, насос-диспергатор, кавитация, суспензия, установка, технология.

## ANALYSIS OF DEVICES FOR DISPERSING GRAIN MATERIALS IN PREPARATION FOR FEEDING

**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.** Feeding farm animals refers not only to labor-intensive technological processes, but also to energy-intensive ones. The share of technological operations providing animal feeding accounts for about 60% of the total costs at the enterprise. Depending on the accepted type of feeding for cattle, the proportion of concentrated (grain) feeds ranges from 10 to 40%, pigs 60-70%, poultry 95-97%. For good assimilation by animals of the nutrients contained in concentrated feeds, they are pretreated before feeding. One of the processing methods is the preparation of liquid feed molasses, which, when fed, increases their digestibility by 25-30%. For the preparation of liquid grain molasses, installations are used, the main working body of which is a dispersant pump. As practice shows, existing dispersant pumps have low productivity and a small working life. The purpose of the work is to analyze devices for dispersing grain-based feed materials.

**Keywords:** grain, liquid grain molasses, dispersant pump, cavitation, suspension, installation, technology

Развитие сельского хозяйства и одной из его основных отраслей животноводства зависит от состояния кормопроизводства. В себестоимости продукции животноводства затраты на корма составляют около 60% [1,3].

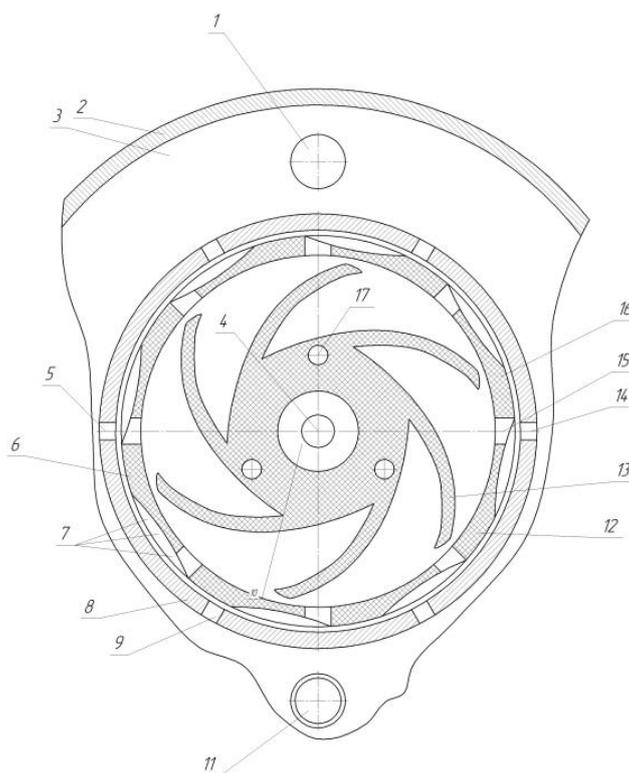
Поэтому технология подготовки кормов к скармливанию должна быть направлена на обеспечение максимальной их усвояемости организмом животных с целью снижения количества потребления корма.

Зерновые компоненты являются самыми дорогостоящими в структуре кормового рациона. Одним из способов подготовки зерновых кормов к скармливанию является получение жидкой кормовой патоки [5,6]. Как показывает опыт, существующие и предлагаемые установки для осуществления данного процесса материалоемки, имеют не высокую производительность и надёжность в работе. Поэтому разработка новых установок для получения зерновой патоки и совершенствование существующих является актуальной задачей.

Целью данной работы является анализ устройств для диспергирования зерновых и других кормовых материалов.

Одним из главных узлов установок для получения зерновой патоки является насос диспергатор, который осуществляет тонкое измельчение зерновой части и равномерное ее распределение в водной среде.

Насос – диспергатор [4] состоит из корпуса 2 (Рисунок 1), внутри которого расположена торообразная камера 3, статор 6 с радиальными прорезями 5,9,14,15. Внутри статора на валу и закреплено рабочее колесо 13 с разгрузочными отверстиями 17 и обечайкой 12, имеющей клиновидные полости 7 и цилиндрические участки 16. Между статором и обечайкой образуется зазор 8. Для ввода сырья в устройство имеется патрубок 10, для вывода крупнодисперсной фракции продукта патрубок 1, мелкодисперсной – 11.



**Рисунок 1 – Схема насоса-диспергатора:**

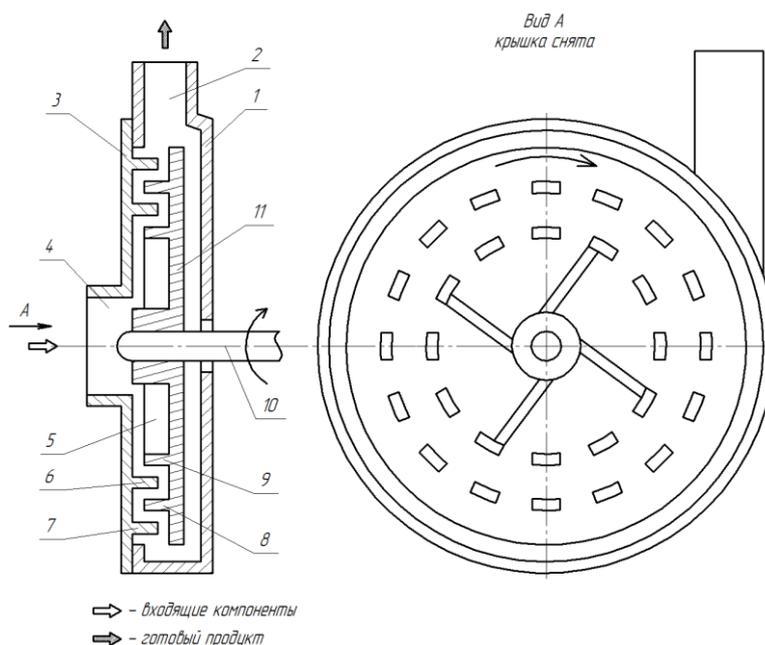
1 – патрубок ввода крупнодисперсной фракции; 2 – корпус; 3 – торообразная камера; 4 – вал; 5,9,14,15 – радиальные прорези; 6 – статор; 7 – клиновидная полость; 8 – радиальный зазор; 10 – патрубок ввода сырья; подвижный патрубок; 12 – обечайка; 13 - рабочее колесо; 16 – цилиндрический участок; 17 - разгрузочное отверстие.

Работает насос-диспергатор следующим образом. Компоненты для диспергирования поступают в зону вращения рабочего колеса. Под действием центробежных сил на периферии рабочего колеса создается повышенное давление, обрабатываемый материал через разгрузочные отверстия 17

перемещается с одной стороны рабочего колеса в другую, что способствует его перемешиванию, затем через прорези 15 поступают в зазор 8, где подвергаются истиранию, далее через прорези 5,9,14 поступает в торообразную камеру 3, где происходит его вращательное движение, обеспечивающее перемешивание. Более тяжелые частицы материала под действием центробежной силы прижимаются к стенкам торообразной камеры и выводятся наружу через патрубок 1, а легкие, находясь в центре, через патрубок 11. Патрубок 11 может двигаться в осевом направлении и забирать материал в центре торообразной камеры.

Преимуществом насоса-диспергатора является его многофункциональность и возможность настройки на определенный режим работы. Недостаток – сложность конструкции.

Роторно-пульсационные аппараты (РПА) [2] предназначены для перекачивания, диспергации, смешивания как жидких сред, так и сред «жидкость – твердое тело». Состоит (Рисунок 2) из корпуса 1 с тангенциально установленным нагнетательным патрубком 2. Внутри корпуса на валу 10 установлен ротор 11, на котором имеются лопасти 5 и выступы 8 и 9. Корпус закрыт крышкой 3 на внутренней поверхности которой расположены выступы 6 и 7, в центральной части всасывающий патрубок 4.



**Рисунок 2 – Схема роторно-пульсационного аппарата:**

1 – корпус; 2 – нагнетательный патрубок; 3 – крышка; 4 – всасывающий патрубок; 5 – лопасть; 6,7,8,9 – выступы; 10 – вал; 11 – ротор.

Принципы работы роторно-пульсационного аппарата заключаются в следующем. Ингредиенты смеси в необходимых количествах через всасывающий патрубок 4 поступают в зону работы вращающегося на валу 10 ротора 11, захватываются лопастями 5 и под действием центробежных сил движутся в радиальном направлении. Попадая в зазор между неподвижными выступами 6,7 и подвижными 8,9 обрабатываемый материал испытывает гидродинамическое воздействие и подвергается кавитации. Диспергированный материал через нагнетательный патрубок 2 отводится наружу.

Преимущества роторно-пульсационных аппаратов – простота конструкции, небольшие габаритные размеры. Недостаток – небольшая производительность, наличие кавитационных явлений приводит к неустойчивой работе аппарата.

Вывод. Рассмотренные устройства для диспергирования кормовых материалов имеют как преимущества, так и недостатки. Общими недостатками являются – невысокая производительность, в ряде устройств сложность конструкции, наличие кавитационных явлений приводит к неустойчивой работе.

Поэтому необходимо вести работу по поиску новых технических решений и совершенствованию существующих конструкций диспергаторов, направленную на увеличение производительности и рабочего ресурса.

### Список литературы:

1. Дегтярев Г.П. Технологии и средства механизации животноводства / Г.П. Дегтярев. – Москва: Столичная ярмарка, 2010. – 384 с.
2. Диспергатор-эмульгатор РПА 10/20К5 – 11/2. – Текст: электронный // <https://russkayaferma.ru/> (дата обращения 02.11.2024).
3. Кирсанов В.В. Механизация и технология животноводства / В.В. Кирсанов, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич [и др.]. – Москва: ИНФРА-М, – 2013. – 585 с.
4. Патент № 2041395 С1 Российская Федерация МПК F 04 D 7/00. Насос-диспергатор: № 5021211/29 заявл. 15.07.1991: опубл. 09.08.1995 / Р.Б. Валитов, А.П. Щелбанов, А.В. Казачанский [и др.]; заявитель Научно-исследовательский технологический институт гербицидов и регуляторов роста растений А.Н. Башкортостана.
5. Технические характеристики (на примере УЖК – 1000). – Текст: электронный // <https://ecostar43.ru/> (дата обращения 23.10.2024).
6. Ценный углеводный продукт из зерна ржи. – Текст: электронный <https://agropost.ru/> (дата обращения 23.10.2024).

УДК 519.649.181

### ХАРАКТЕР РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ЭКСКАВАТОРАМИ

**Оразмухаммедов Хандурды** преподаватель  
Туркменский сельскохозяйственный институт, Дашогуз, Туркменистан  
**Комеков Атамырат Какаджанович**, преподаватель  
Туркменский сельскохозяйственный институт, Дашогуз, Туркменистан  
**Бердиев Берди Аразгулыевич**, преподаватель  
Туркменский сельскохозяйственный институт, Дашогуз, Туркменистан  
**Баллыев Оразмат Мырадович**, преподаватель  
Туркменский сельскохозяйственный институт, Дашогуз, Туркменистан  
**Бекметова Дженнет Базарбаевна**, преподаватель  
Туркменский сельскохозяйственный институт, Дашогуз, Туркменистан  
e-mail: mahemowjusup@gmail.com

**Аннотация.** В данной статье описано применение и характеристики прямоконечных экскаваторов в дорожном строительстве и строительстве каналов, оросительных систем, карьерах, выемке строительных материалов, расчистке обрушившихся конструкций и строительных площадок. Описана и показана с помощью фотографий рытье траншей, траншей, траншей для фундаментных работ экскаваторами-экскаваторами и очистка траншей. Показано применение экскаваторов в гидротехнике, мелиорации и дорожном строительстве, рытье траншей и уплотнении грунта, добыче строительных материалов, очистке и дноуглублении рек и каналов.

**Ключевые слова:** Экскаватор, гидравлический, мелиорация, строительство дорог, рытье траншей

### THE NATURE OF THE WORK PERFORMED BY EXCAVATORS

**Orazmuhammedov Handurdy**, Lecturer  
**Komekov Atamyrat Kakajanovich**, Lecturer  
**Berdiyev Berdi Arazgulyevich**, Lecturer  
**Ballyyev Orazmat Myradovich**, Lecturer  
**Bekmetova Jennet Bazarbayevna**, Lecturer  
Turkmen Agricultural Institute, Dashoguz, Turkmenistan  
e-mail: mahemowjusup@gmail.com

**Abstract.** This article describes the use and characteristics of straight-edge excavators in road construction and canal construction, irrigation systems, quarries, excavation of construction materials, clearing of collapsed structures and construction sites. Excavation of trenches, trenches, trenches for foundation works with backhoe excavators and cleaning of trenches is described and shown through photographs. Excavator appli-

cations in hydraulic engineering, land reclamation and road construction, trenching and soil compaction, mining of construction materials, cleaning and dredging of rivers and canals are shown.

**Keywords:** Excavator, hydraulic, reclamation, road construction, trenching

**Введение.** Экскаватор (exawo) происходит от латинского слова, которое означает ударить без остановки, разбить.

Одноосный экскаватор — это самоходная землеройная машина, работающая в повторяющемся движении. С помощью лопаты извлекают грунт из земли и перемещают его на определенное расстояние, укладывают на борт или загружают на транспортер [1].

В зависимости от назначения механические тросовые экскаваторы подразделяются на следующие категории:

1). Экскаваторы-краны для строительных и строительно-карьерных работ. Объем маломощного бака 0,1-1,75 м<sup>3</sup>; объем бака средней прочности – 2-4 м<sup>3</sup>; Объем бака большой емкости 4,5-6 м<sup>3</sup>.

2). Объем карьерных экскаваторов средней и большой мощности составляет 2-20 м<sup>3</sup>; используются для погрузки на транспортные средства твердых и твердоскальных строительных материалов;

3). Вместимость большого ковша 6-15 м<sup>3</sup>, используется при работах по вскрытию поверхности твердых и скальных строительных материалов, отводу площади в сторону и разбрасыванию.

4). Рабочие экскаваторы используются с ковшами средней и большой вместимости 4-100 м<sup>3</sup>, т.е. на открытых горных работах и крупных гидротехнических строительных работах.

5). Объем погрузчиков с рабочими органами составляет 0,5-1 м<sup>3</sup> и предназначен для проходческих и горных работ.

6). Размер ковша экскаваторов составляет 0,5-10 м<sup>3</sup> и предназначен для карьерных работ;

7). Плавающие и неповоротные сваебойные ковши объемом 0,25-20 м<sup>3</sup> и грейферные экскаваторы применяют при строительстве каналов на понтонах для дноуглубления и в тяжелых каменистых грунтах.

Рабочие органы экскаваторов делятся на разные типы в зависимости от выполняемых ими задач:

- перекопать почву выше уровня прямого дренажа;
- обратный дренаж и драглайн - для перекапывания грунта ниже его уровня;
- кран-инструмент для погрузочно-разгрузочных и монтажных работ.
- грейфер для погрузки и разгрузки крупнозернистых материалов, рытья колодцев, рытья небольших котлованов;
- для выравнивания поверхности скрепера-земли и для рытья ям;
- копировальный аппарат- для пошива сумочек (булавок);
- для размягчения дизель-молотовых, шинно-мерзлых грунтов;
- корчевка – расчистка открытых территорий или пней во время строительства;

**Условия, материал и метод.** Экскаваторы с живой водой используются при строительстве дорог и каналов, ирригационных систем, карьерах, выемке строительных материалов поверхностным способом, расчистке обрушившихся конструкций и строительных площадок.

Экскаваторы-погрузчики используются для рытья котлованов, котлованов, траншей для фундаментных работ, очистки котлованов.

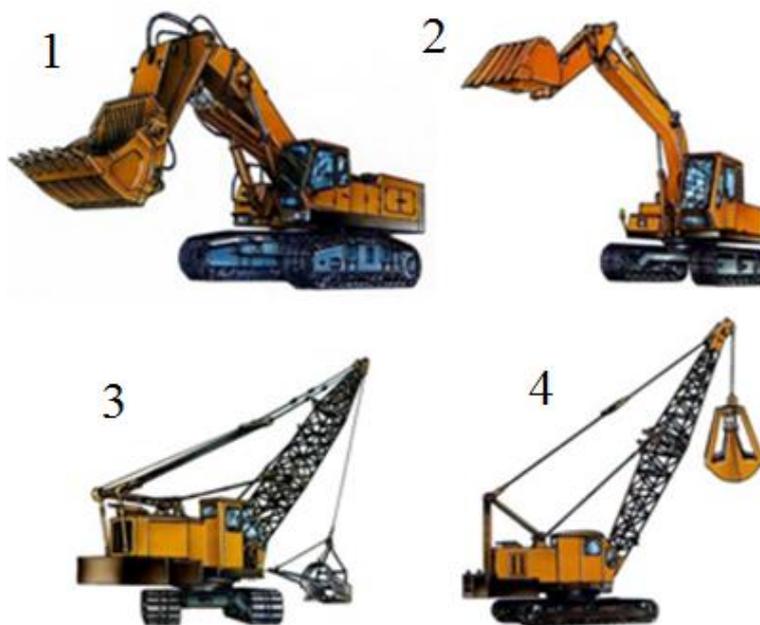
Экскаватор-драглайн применяется в гидротехнике, мелиорации и дорожном строительстве, для рытья котлованов и подготовки грунта, добычи строительных материалов, очистки и углубления рек и каналов (рис. 1 и 2).



*Рисунок 1 – Плавающие экскаваторы используются для дноуглубления рек и водохранилищ*

*Рисунок 2 – Экскаватор, используемый на болотах*

Карьерные экскаваторы, шаговый драглайн. Этот тип экскаваторов применяется на открытых горных работах, для погрузки минеральных пород в транспортные средства, в строительстве - на земляных площадях для строительства крупных гидротехнических сооружений и водохранилищ (рис. 3).



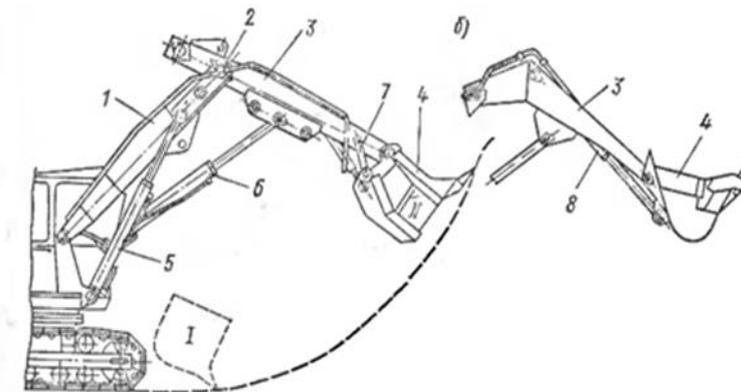
*Рисунок 3 – 1-2 гусеничных экскаватора прямого и обратного хода; Экскаваторы, оснащенные 3-4 рабочими агрегатами, драглайном и грейфером*

Гидравлические экскаваторы. Принципиальная схема одноковшового экскаватора, оснащенного гидравлическим прямым ковшом, представлена на рисунке 4. Рычаг 3 прикреплен к стреле 2 на конце стрелы. Сусак имеет 4 наружных кармана. Гидроцилиндром 5 осуществляется перемещение стрелы вверх и вниз, а гидроцилиндром 6 осуществляется вращение стрелы 3 вокруг оси 2. Гидроцилиндр 7 открывает и закрывает основание клапана [2].

**Методика исследований.** Вот так проходит деловое мероприятие. Они вращают стрелу, потянув шток гидроцилиндра по часовой стрелке. Переключитесь в положение I, чтобы сверлить по прибытии стрела опускается одновременным потягиванием 6 штоков гидроцилиндра. С помощью гидроцилиндра 5 стрела поднимается и опускается для регулирования толщины и глубины выкапываемого грунта. Наполнение клапана и вращение рычага осуществляются за счет выдвижения

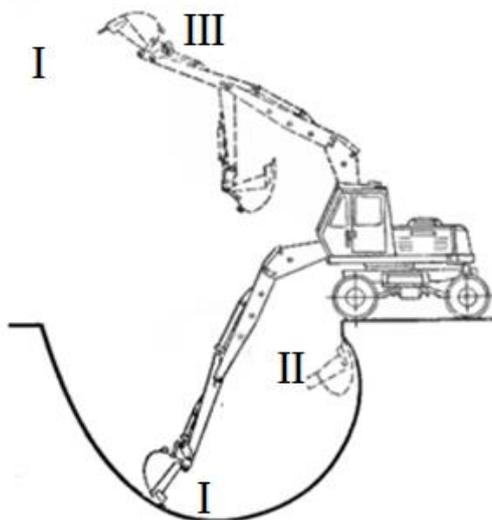
вверх поршня 6 гидроцилиндра (случай II). После возвращения глушителя стрела поднимается и снимается с планки сверления. Чтобы поднять стрелу на большую высоту, помимо поднятия стрелы поворачивают руку. Для удаления грунта из резервуара открывают его дно гидроцилиндром 7 [3].

Соединение гидравлических экскаваторов с стрелой также разблокируется в направлении вращения. Вращение клапана осуществляется гидроцилиндром 8. Вращение прямого шнека позволяет выравнивать зону выемки, не ограничиваясь только обработкой и погрузкой грунта.



**Рисунок 4 – Производительность рабочих процессов на гидравлических экскаваторах с прямым приводом**

Экскаваторы оснащены реверс-редуктором. Экскаваторы-экскаваторы в основном оснащены гидравлическим оборудованием. Во время работы хвост экскаватора движется снизу вверх. Глушитель устанавливается в положение I. Гидроцилиндр поворота стрелы находится в конечном положении, приклад полностью втянут в гидроцилиндр. При подборе грунта рабочее движение машины должно сохраняться с соблюдением последовательности, запас цилиндров стрелы и рукояти должен быть обеспечен согласно выполняемой работе [4].



**Рисунок 5 – Производительность работ на гидравлических экскаваторах с обратной лопатой**

**Заключение.** В непрерывном режиме ковш вставляется в почву с помощью гидравлического цилиндра рукояти, затем прикрепляется гидравлический цилиндр, который вскоре после этого вращает ковш. При этом вода продолжает поступать в почву за счет гидроцилиндра стрелы. Когда толщина срезаемого участка грунта достигает максимума, движение штока рычага прекращается, а вращение вала продолжается до тех пор, пока он не заполнится грунтом. (Случай II). Когда клапан заполнен на 50%, начинает работать цилиндр, вращающий стрелу.

После того, как ковш завершит поворот и сойдет с ленты копания, активируется механизм, вращающий платформу. В то же время бум и спад продолжают нарастать. Вращающаяся платформа поворачивает грунт к месту разгрузки или к транспортному средству, перевозящему грунт (вариант III). Платформа возвращается в исходное состояние. Стрелка и рычаг занимают исходное положение на полосе сверления и цикл повторяется.

Показан пример реверсивного гидравлического экскаватора (рисунок 5) по обозначению сборочных единиц рабочего органа.

Преимуществом трансмиссий с гидроприводом является возможность индивидуального управления ими для управления сборочными единицами силового оборудования.

#### **Список литературы:**

1. Васильев В.А., Мер И.И., Прудников Г.Т., Рябов Г.А. Мелиоративные и строительные машины. М.: Агропромиздат 2016.
2. Черкавский С.А. и др. Курсовое проектирование деталей машин. М.: Машиностроение, 2018.
3. Строительные машины для механизации гидромелиоративных работ. Под «Агропромиздат» 2005.
4. Строительные машины. Справочник. Том 1. Под ред. Васильев В.А, М.,2016.

**УДК 631.1:620.197**

### **МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

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

**Аннотация.** Детали сельскохозяйственной техники, изготовленные из черных и цветных сплавов, подвергаются различным видам коррозии и нуждаются в проведении мероприятий по борьбе с коррозионными разрушениями. В статье представлены сведения о наиболее популярных методах борьбы с коррозией сельскохозяйственной техники во время ее эксплуатации и хранения.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, стали, чугуны, цветные сплавы, коррозия

### **METHODS OF PROTECTION AGAINST CORROSION OF AGRICULTURAL EQUIPMENT PARTS**

**Romanchenko Natalia Mitrofanovna**, Candidate of technical science, Associate professor  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: girenkov@mail.ru

**Abstract.** Agricultural machinery parts made of ferrous and non-ferrous alloys are subject to various types of corrosion and require measures to combat corrosion damage. The article provides information about the most popular methods of combating corrosion of agricultural machinery during its operation and storage.

**Keywords:** agricultural machinery, steels, cast irons, non-ferrous alloys, corrosion

Конструкционные материалы, из которых изготавливают сельскохозяйственные машины – это сплавы черных и цветных металлов, полимеры, резина. Все перечисленные материалы подвергаются коррозии и в процессе эксплуатации техники, и во время ее хранения. Скорость коррозии раз-

нится от малой (титановые сплавы, коррозионностойкие и жаростойкие стали) до высокой (тонколистовая углеродистая сталь) [1].

В зависимости от условий протекания коррозионного процесса и от характера коррозионного разрушения различают около десяти видов коррозии, и большинство из них наблюдают на деталях сельскохозяйственной техники:

- газовая;
- атмосферная;
- грунтовая;
- биокоррозия;
- жидкостная;
- межкристаллитная;
- фреттинг-коррозия;
- коррозия под напряжением;
- подповерхностная.

Практически любые материалы сельскохозяйственной техники нуждаются в применении различных методов защиты от коррозии. Наиболее применяемыми из них являются защитные покрытия, использование легированных сталей, обработка коррозионной среды, рациональное конструирование.

В Красноярском ГАУ несколько лет ведется преподавание учебной дисциплины «Защита сельскохозяйственной техники от коррозии». Слушателями курса являются студенты бакалавриата, обучающиеся по направлению «Агроинженерия» профиля «Технические системы в агробизнесе». Теоретический материал дисциплины по мере развития науки о материалах, появления на рынке новых антикоррозионных покрытий, средств противокоррозионной защиты нуждается в обновлении.

Цель работы – обобщение информации о современных способах защиты от различных видов коррозии деталей сельскохозяйственной техники, изготовленных из различных конструкционных материалов.

Результаты научных исследований представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Сведения о методах защиты от коррозии деталей сельскохозяйственной техники [1–7]**

Вид коррозии	Защищаемый объект	Конструкционный материал	Метод защиты от коррозии
Атмосферная коррозия	Кабины автомобилей, комбайнов тракторов, фары, картеры и другие детали	Низкоуглеродистые стали 05кп, 08кп, 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- лакокрасочные покрытия (атмосферостойкие грунты и эмали (МС-0141, 11Ф-042, ПФ-И26, ПФ-1127, КО-198, ВН-30 и др.), тонкопленочные ингибированные покрытия (ЛСП, ВАП-2, НГ-216 и др.), модификаторы ржавчины (МС-0152 и др.), восковые составы (автоконсервант, ПЭВ-74 и др.), рабочеконсервационные масла и т.д.);</li> <li>- цинковые покрытия;</li> <li>- полимерные покрытия;</li> <li>- пластичные смазки;</li> <li>- жидкие консервационные смазки;</li> <li>- защитные битумные составы;</li> <li>- солидол;</li> <li>- отработанное моторное масло;</li> <li>- при хранении или транспортировке стальных деталей применять летучий ингибитор нитрат натрия <math>\text{NaNO}_2</math> для пропитки бумаги, в которую заворачивают</li> </ul>
	Корпусные детали (блоки цилиндров, картера, корпуса коробок передач) и рамы	Серые чугуны (СЧ15, СЧ18, СЧ21, СЧ28). Стали обыкновенного качества группы А (Ст 3, Ст 4)	

			<p>детали;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- соблюдение рекомендаций (очистка и консервация) на время хранения.</li> </ul>
Биокоррозия	Оборудование животноводческих ферм. Зернохранилища.	<p>Углеродистые стали обыкновенного качества.</p> <p>Углеродистые стали.</p> <p>Бронзы.</p> <p>Бетон, железобетон.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- лакокрасочные покрытия (грунты и эмали МС-0141, 11Ф-042, ПФ-И26, ПФ-1127, КО-198, ВН-30);</li> <li>- битумные покрытия;</li> <li>- полимерные эпоксидные покрытия;</li> <li>- проветривание помещений;</li> <li>- состав «Биокор»;</li> <li>- средство «Электроконтакт-ДБА»</li> <li>- водно-восковой состав «ВВС-К3»</li> <li>- преобразователь продуктов коррозии «ПКС-1»;</li> <li>- многослойно-композиционное покрытие «КМК-ЦФ»</li> </ul>
Грунтовая коррозия	Лемехи плугов, лапы культиваторов, диски сеялок	<p>Углеродистые стали 65, 70</p> <p>Легированные стали 65Г, 70Г, Л53, Л65</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- термические методы (поверхностная закалка);</li> <li>- химико-термические методы (цементация, азотирование, цианирование, борирование);</li> <li>- холодная механическая обработка (дробеструйная обработка, наклеп взрывом);</li> <li>- нанесение электролитических покрытий (хромирование, воронение);</li> <li>- наплавка износостойких сплавов (индукционная, электродуговая, газопламенная, термитная);</li> <li>- плакирование;</li> <li>- соблюдение рекомендаций (очистка и консервация) на время хранения.</li> </ul>
Газовая коррозия. Жидкостная коррозия	<p>Детали двигателей внутреннего сгорания.</p> <p>Блоки цилиндров, гильзы</p> <p>Шатуны бензиновых двигателей, - дизельных двигателей</p>	<p>Для выпускных клапанов 40Х9С2, Х10СМ, 40СХ10МА.</p> <p>Для впускных клапанов 40, 40Х, 40ХН, 40Х9С2.</p> <p>Серые и белые чугуны, алюминиевые сплавы.</p> <p>Легированные стали 45Г2, 40Г, 40ХН; высокопрочные стали 18ХНВА, 18Х2Н4А, 40ХН3А, 40Х2МА</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- цинковые покрытия;</li> <li>- хромовые покрытия;</li> <li>- никелевые покрытия.</li> </ul>

Межкристаллитная коррозия. Щелевая коррозия	Детали машин, вносящих ядохимикаты или удобрения	Высоколегированные коррозионно-стойкие (нержавеющие стали) X18H9, X18H10T и др.	Необходимо выполнять следующие требования: - не допускать контакта разнородных металлов (а в случае конструктивной необходимости такого контакта разъединять металлы изолирующими прокладками); - аппараты не должны иметь острых углов, щелей, труднодоступных углублений, способствующих оседанию твердых частиц и застаиванию сред; по этой же причине следует избегать нахлесточных сварных соединений; - избегать контакта аппаратов, трубопроводов, запорной арматуры из нержавеющей сталей с асбестом, войлоком, бетоном, деревом, а также другими пористыми материалами, имеющими свойство впитывать среды - соблюдение рекомендаций (очистка и консервация) на время хранения.
Щелевая, межкристаллитная, подповерхностная	Поршни, головки и блоки цилиндров, корпуса топливных насосов, картеры коробок передач легковых автомобилей, шкивы, колесные диски.  Кузова грузовых автомобилей поршни, заклепки, бамперы, радиаторы охлаждения, отопителей, балки, рамы тяжелых грузовых автомобилей	Литейные алюминиевые сплавы  Деформируемые алюминиевые сплавы	- плакирование чистым алюминием; - искусственное утолщение защитной оксидной пленки путем анодной обработки и химического оксидирования; - соблюдение рекомендаций (очистка и консервация) на время хранения.

Представленный в статье материал рекомендуется для использования как при преподавании учебной дисциплины «Защита сельскохозяйственной техники от коррозии», так и при проведении практических мероприятий на предприятиях агропромышленного комплекса.

#### Список литературы:

1. 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.
2. 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.
3. Романченко Н.М. Коррозия сооружений объектов животноводства // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практич. конф.; Ч. II: Наука: опыт, проблемы, перспективы развития / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – с. 55-57.

4. Золотарев Д.С. Коррозионное разрушение материалов объектов животноводства // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века [Электронный ресурс]: Сборник XI международной студенческой научной конференции. – Ачинск, 2023. – с. 84-87.

5. Никитина М.А., Кривцов С.В. Защитные покрытия промышленного и пищевого назначения// Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века: Сборник VIII международной студенческой научной конференции. – Ачинск, 2020. – с. 143-146.

6. 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.

7. Оценка консервационных материалов для защиты от коррозии рабочих органов сельскохозяйственной техники [Электронный ресурс]. – URL <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-konservatsionnyh-materialov-dlya-zaschity-ot-korrozii-rabochih-organov-selskohozyaystvennoy-tehniki/viewer> (дата обращения 06.11.2024)

УДК 681.11.031.12

### ОБОСНОВАНИЕ ТИПА АККУМУЛЯТОРОВ ДЛЯ АВТОНОМНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ЗАКАЗНИКА «ПОЗАРЫМ» ХАКАССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

**Садакова Алена Павловна**, студентка

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: sadakova.alena01@mail.ru

**Чебодаев Степан Александрович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: step-chebodaev@yandex.ru

**Чебодаев Александр Валериевич**, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: ale-chebodaev@yandex.ru

**Аннотация.** В статье ставится задача рассмотреть применение аккумуляторных батарей в солнечных станциях. В результате анализа авторы определяют особенности выбора аккумуляторных батарей для солнечных станций, что может позволить в дальнейшем более эффективно использовать подобные системы.

**Ключевые слова:** аккумуляторные батареи, солнечные станции, инверторы, контроллеры

### JUSTIFICATION OF THE TYPE OF BATTERIES FOR AN AUTONOMOUS PHOTOVOLTAIC PLANT OF THE “POZARYM” RESERVE OF THE KHAKASS STATE NATURAL BIOSPHERE RESERVE

**Sadakova Alyona Pavlovna**, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: sadakova.alena01@mail.ru

**Chebodaev Stepan Alexandrovich**, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: step-chebodaev@yandex.ru

**Chebodaev Alexander Valerievich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: Ale-chebodaev@yandex.ru

**Abstract.** The article aims to consider the use of rechargeable batteries in solar power plants. As a result of the analysis, the authors determine the specifics of choosing batteries for solar power plants, which may allow for more efficient use of such systems in the future.

**Keywords:** rechargeable batteries, solar stations, inverters, controllers

Энергетика, основанная на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ) сегодня находится на подъеме. Ветроэнергетические установки, солнечные фотоэлектрические станции выпускаются в промышленных условиях в значительных объемах. Вместе с тем, возможность решения технических задач при строении малых электростанций стала широкодоступной. Принцип действия устройств за-

ложенных в основе этих станций и законы физики, на которые они опираются, диктуют оптимальные технические решения с хорошими энергетическими показателями. Однако игнорирование авторами самоделок этих правил приводит к тому, что желаемый результат остается лишь желаемым и затраченные ресурсы времени, капиталов уходят лишь на демонстрационную модель, никак не востребованную в качестве рабочей. Интересным представляется анализ составляющих подобных энергетических систем с целью обоснования выбора оптимальных элементов под заданные технические параметры установки.

Для электроснабжения объектов хакасского государственного природного биосферного заповедника заказника «Позарым» [1] (рис. 1, 2), установлена фотоэлектрическая станция (ФЭС), представленная на рис. 3. Используемые фотоэлектрические модули (ФЭМ) в количестве 26 единиц, суммарной мощностью 7200Вт, способные генерировать значительное количество электрической энергии в течение светового дня. Так ФЭС является автономной, то в ее составе имеются свинцово-кислотные аккумуляторные батареи (АБ) выполненные по технологии AGM, напряжением 12В, номинальной емкостью 250А·ч, в количестве восьми единиц. Однако, несмотря на первоначальную успешную работу ФЭС в первый год эксплуатации, вскоре возникли проблемы: из-за циклического суточного режима работы АБ резко начали терять емкость и способность длительно питать расчетную нагрузку. Следовательно, при разработке ФЭС для заказника «Позарым» были допущены технические просчеты при обосновании режимов работы, выборе и согласования технологического оборудования ФЭС.



*Рисунок 1 – Визит центр заказника «Позарым»*



*Рисунок 2 – Стела на въезде на объекты заказника «Позарым»*



*Рисунок 3 – ФЭС для электроснабжения объектов заказчика «Позарым»*

В статье [2] разработано техническое задание на проектирование автономной фотоэлектрической станции для энергообеспечения объектов заказчика «Позарым» хакасского государственного природного биосферного заповедника, в нем изложены требования, которым должна соответствовать автономная ФЭС.

В связи с тем, что существующая ФЭС, в настоящий момент времени, не может обеспечить надлежащее качество электроснабжения объектов, электроснабжение объектов заказчика «Позарым» выглядит следующим образом. Каждый раз, когда в заказник приезжает группа посетителей, для обеспечения работоспособности системы включают дизельную электростанцию, которая, хотя и решает проблему временно, ставит под сомнение экологические устремления рекреационной зоны заказника «Позарым». После выполнения работы, ДЭС выключается, оставляя следы своего присутствия в уголке нетронутой природы.

Анализируя условия эксплуатации ФЭС, ее элементный состав и режимы работы, составили список возможных причин преждевременного выхода из строя АБ:

1. Цикличный режим работы АБ со значительной степенью разряда, мог возникнуть вследствие несогласованности выбора параметров оборудования ФЭС. Известно, что АГМ АБ хорошо работают в буферном режиме работы, до 10-12 лет эксплуатации. В циклическом режиме работы у этих же АБ значительно снижается ресурс, в зависимости от глубины разряда АБ [3, 4], и может составлять 400-600 циклов при глубине разряда до 80%.

2. Неполный заряд АБ в течение светового дня, с последующим глубоким разрядом в темное время суток. Согласно фото 3, ФЭМ установлены стационарно, с постоянным углом наклона равным  $52^\circ$ , ориентированы на юг, в два ряда на расстоянии шести метров между радами. Вокруг ФЭС расположена высокогорная местность, вблизи имеется молодняк кедра. В течение года продолжительность работы ФЭС будет сильно различаться, в связи с положением солнца относительно горизонта. В летний период особых проблем не наблюдается, единственное, из-за высоких окрестных гор будут позднее наблюдаться восход солнца и раньше закат, чем на равнинной местности, что несколько снизит выработку электрической энергии ФЭС. В зимний период, солнце проходит низко над горизонтом, который еще ограничен высокими окрестными горами, следовательно, световой день зимой может значительно сократиться, кроме того, вблизи имеется молодняк кедра, который может частично перекрывать часть ФЭМ, что еще больше усугубит проблему. Таким образом, в зимний период АБ будут систематически недозаряжаться, что в отсутствии резервного источника электрической энергии приведет к быстрому выходу их из строя.

3. Недостаточная емкость АБ ФЭС, приводит к тому, что за цикл АБ вынуждены разряжаться более глубоко, что снижает их срок службы [3, 4], повышает эксплуатационные расходы и стоимость владения ФЭС, за счет необходимой своевременной замены АБ. Кроме того, АБ необходимо заряжать «правильным током», для свинцово кислотных аккумуляторов рекомендуемый ток заряда составляет  $0,1C$ , что составляет 10% от номинальной емкости в А·ч. На ФЭС установлены как монокристаллические, так и поликристаллические ФЭМ, рассчитанные на номинальное напряжение 24 В, автономные инверторы имеют встроенный ШИМ контроллер заряда-разряда АБ, следовательно, схема из ФЭМ собрана на напряжение 48В, то есть по два модуля соединенных последовательно, и 13 параллельных цепей. При токе одного ФЭМ порядка 8,5А, 13 параллельных цепей дадут нам суммарный ток равный 110,5А. Восемь АБ собраны по схеме четыре АБ последовательно, в две параллельные ветви на напряжение 48В. При емкости одной АБ в 250А·ч, ее нужно заряжать током не более 25А, у нас две параллельных ветви АБ, следовательно, максимальный ток должен быть не более 50А. Из этого следует, что система не согласована. При максимальной мощности ФЭС можно программно ограничить величину зарядного тока АБ на уровне 50А, тогда система будет работать не на полную мощность, в случае если мы не ограничиваем величину зарядного тока на АБ, ФЭС работает на полную мощность, но повышенный ток заряда приводит к ускоренному выходу АБ из строя. Следовательно, необходимо было установить в два раза больше АБ. Емкость АБ выбирают из расчета обеспечения непрерывной работы нагрузки объекта в течение нескольких дней подряд, с учетом дней без солнца. Если нагрузка способна быстро разрядить АБ и при этом нет возможности своевременно восполнить заряд АБ, то в свинцово-кислотных АБ начинается процесс сульфатации пластин, что также снижает их емкость и срок службы.

4. Неверно выбран тип АБ. До недавнего времени основным типом АБ были свинцово кислотные и их разновидности, применяемые в системах автономного электроснабжения (AGM и Gel) [4]. Данные АБ достаточно эффективно работают в таких системах, но при ограниченной глубине разряда АБ. В настоящее время появляется все больше типов АБ на основе лития. Новые АБ имеют выдающиеся характеристики по глубине разряда и по количеству циклов работы (в 6-10 раз). Для автономных ФЭС можно рекомендовать литий-железо-фосфатные АБ ( $LiFePO_4$ ), которые имеют значительно меньший вес, большую энергоемкость, значительно больший ресурс работы в циклическом режиме [4]. Недостатками приведенных АБ являются: большая стоимость (в 2-4 раза), разбалансировка ячеек по емкости и напряжению в процессе работы. Повышенная стоимость с лихвой компенсируется повышенным ресурсом, а проблема разбалансировки ячеек решается применением специальных балансиров [5, 6].

Обобщая все вышеперечисленное, можно сделать вывод, что на срок службы используемых в ФЭС свинцово-кислотных (AGM) АБ повлиял набор факторов, таких как:

- неверный (устаревший) выбор типа АБ;
- недостаточная емкость (количество) выбранных АБ;
- недостаточная проработка природно-климатических факторов и рельефа местности, влияющих на эксплуатационную надежность работы ФЭС в целом.

Возможные пути решения сложившейся проблемной ситуации:

1. Замена аккумуляторов на более эффективные: переход на литий-ионные (Li-ion) или литий-железо-фосфатные ( $LiFePO_4$ ) аккумуляторы [3, 7, 8]. Эти типы аккумуляторов характеризуются более длительной эксплуатацией, повышенной безопасностью и способностью выдерживать большее количество циклов зарядки-разрядки.

2. Увеличение емкости аккумуляторов: расчетное определение количества АБ по общепринятым методикам [9, 10], в соответствии с расчетными нагрузками объектов заказчика «Позарым», глубине разряда АБ, количеству дней без солнца, и пр.

3. Выбор и согласование параметров автономных инверторов: интеграция системы управления зарядкой и разрядкой, внедрение интеллектуальных контроллеров заряда, которые будут управлять процессом зарядки и разрядки аккумуляторов, предотвращая их перезаряд и глубокий разряд.

4. Оптимизация энергопотребления: анализ текущих потребностей в электрической энергии и внедрение мер по оптимизации энергопользования. Это может включать использование энергоэффективных приборов, регулирование нагрузок и внедрение систем автоматического отключения неиспользуемых устройств [11].

5. Применение резервного источника электрической энергии: внедрение в схему ФЭС дизельного генератора, способного в автоматическом режиме восполнять заряд АБ при недопустимо низком разряде АБ.

В последние годы технологии аккумуляторов претерпели значительные изменения, и одним из самых заметных инновационных решений стало применение литий-железо-фосфатных (LiFePO<sub>4</sub>) АБ вместо традиционных свинцово-кислотных. Этот переход обусловлен рядом факторов, которые делают LiFePO<sub>4</sub> АБ предпочтительным выбором для многих потребителей.

1. LiFePO<sub>4</sub> АБ обладают более высокой энергетической плотностью, что позволяет уменьшить размер и вес батарей при сохранении или увеличении их мощности.

2. Срок службы LiFePO<sub>4</sub> составляет более 10 лет даже в цикличном режиме работы, в отличие от свинцово-кислотных аккумуляторов, которые требуют частой замены уже через 3-5 лет. Это значительно снижает общие затраты на эксплуатацию и обслуживание [3, 4].

Замена свинцово-кислотных аккумуляторов на LiFePO<sub>4</sub> имеет несколько весомых причин:

1. Безопасность и стабильность работы. LiFePO<sub>4</sub>-аккумуляторы обладают высокой термостойкостью и устойчивостью к перегреву, что снижает риск возгорания и взрыва. Это делает их более безопасными в использовании по сравнению со свинцово-кислотными или Li-ion АБ. В отличие от свинцово-кислотных АБ, которые используют жидкий электролит, LiFePO<sub>4</sub> АБ имеют твердый электролит. Это исключает возможность утечки кислоты и связанных с этим проблем безопасности [4, 7].

2. Долговечность. Высокая цикличность: LiFePO<sub>4</sub> способны выдержать значительно больше циклов заряда/разряда (до 5000 циклов) по сравнению с традиционными свинцово-кислотными АБ (обычно около 400–600 циклов). Это означает, что такие аккумуляторы прослужат дольше, даже если используются интенсивно. Меньший саморазряд: LiFePO<sub>4</sub> АБ практически не теряют емкость во время хранения, тогда как свинцово-кислотные АБ могут терять до 20% своей емкости за месяц без использования [4].

3. Эффективность. Более высокая эффективность заряда: LiFePO<sub>4</sub> АБ могут принимать заряд быстрее и эффективнее, чем свинцово-кислотные АБ. Это позволяет сократить время зарядки и повысить общую производительность системы [3, 4]. Улучшенная разрядная характеристика: Свинцово-кислотные аккумуляторы быстро теряют напряжение под нагрузкой, что приводит к снижению эффективности работы устройств. LiFePO<sub>4</sub> АБ поддерживают стабильное напряжение вплоть до почти полной разрядки, обеспечивая постоянную мощность.

4. Экологическая чистота. LiFePO<sub>4</sub> считаются более экологически чистым вариантом по сравнению с свинцово-кислотными, так как они не содержат тяжелых металлов, таких как свинец, и меньше загрязняют окружающую среду при утилизации [4].

5. Гибкость использования. Благодаря широкому диапазону рабочих температур (-20°C до +60°C) и устойчивости к механическим воздействиям, LiFePO<sub>4</sub> АБ подходят для различных условий эксплуатации, включая экстремальные температуры и вибрации [4].

Таким образом, переход на LiFePO<sub>4</sub> АБ и установка дополнительных инверторов позволят:

- увеличить срок службы АБ;
- повысить надежность и стабильность системы электроснабжения;
- уменьшить зависимость от ДЭС, сократив расходы на топливо и обслуживание;
- обеспечить более эффективное использование выработанной солнечными панелями электроэнергии.

Вывод. Комплексный подход поможет решить проблему, связанную с выходом из строя свинцово-кислотных аккумуляторов ФЭС заказчика «Позарым». Обоснованный выбор и применение LiFePO<sub>4</sub> АБ позволит обеспечить надежную работу, повысить эффективность и производительность накопления и использования электрической энергии автономной ФЭС заказчика «Позарым».

#### Список литературы:

1. Хакасский государственный природный биосферный заповедник [Официальный сайт]. URL.: <https://zapovednik-khakassky.ru> (дата обращения 10.11.2024 г).
2. Садакова, А. П. Разработка технического задания на проектирование автономной фотоэлектрической станции для энергообеспечения объектов заказчика «Позарым» хакасского государственного природного биосферного заповедника / А. П. Садакова, С. А. Чебодаев // Инновационные тенденции развития Российской науки : Материалы XVII международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 04–06 марта 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 256–262. – EDN UWQGCW.
3. Афанасьева, А. О. Выбор типа аккумуляторов для автономных фотоэлектрических станций / А. О. Афанасьева // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 27–29 февраля 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 94–98. – EDN GVGEZK.

4. Аккумуляторы для солнечных батарей и ИБП. – Текст: электронный // URL: <https://e-solarpower.ru/batteries> (дата обращения: 19.02.2024).
5. Чебодаев, С. А. Обзор оборудования для балансирования ячеек литий-железо-фосфатных аккумуляторов / С. А. Чебодаев // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 27–29 февраля 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 130-135. – EDN KMPHEF.
6. Ваш солнечный дом. Балансир [Электронный ресурс] Url.: [https://shop.solarhome.ru/cat-batteries/battery-balansir/?rdrf\[attr\]\[19\]\[\]=для%20литиевых%20АБ](https://shop.solarhome.ru/cat-batteries/battery-balansir/?rdrf[attr][19][]=для%20литиевых%20АБ) (дата обращения 10.11.2024 г.).
7. Савин, Р.В. Аккумуляторные батареи для солнечных станций и особенности их выбора / Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: [сайт]. – 2018. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/akkumulyatornye-batarei-dlya-solnechnyh-stantsiy-i-osobennosti-ih-vybora?ysclid=m39xleldss515542859> ( дата обращения: 08.11.2024)
8. LiFePo4 Аккумуляторы и комплектующие [Электронный ресурс] / Раздел сайт URL: <https://lifepo4.ru/litievye-akkumulyatory> (дата обращения 10.11.2024).
9. Дубов, В.А. Методика расчета системы автономного электроснабжения на основе ФЭС для страусиной фермы / В.А. Дубов, А.В. Чебодаев // Инновационные тенденции развития российской науки : Материалы VII Международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 24–26 марта 2014 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2015. – С. 160-165. – EDN VQRQEP.
10. Дубов В.А., Чебодаев А.В. Оценка эффективности использования ФЭС для автономного электроснабжения крестьянско-фермерского хозяйства // Научно-практический журнал «Вестник ИрГСХА», 2015, № 68. - С. 89 - 94. EDN: TYMFUJ
11. Чебодаев, С. А. Оценка эффективности применения датчиков присутствия в системах автоматического управления внутридомового освещения / С. А. Чебодаев, А. С. Поминчук // 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. 224-228. – EDN CYJMXU.

## ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ КОЛЕСНЫХ 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.** Обоснованы критерии и дана оценка уровня адаптации энергонасыщенных колесных 4к4 тракторов базовой комплектации с регулируемыми параметрами – адаптерами к технологиям почвообработки разных по энергоемкости групп. Оценка выполнена для эталонного и оптимальных значений удельной эксплуатационной массы: 1 гр. –  $m_{удЭ}^* = 67,3$  кг/кВт при  $V_{Н1}^* = 2,50$  м/с; 2 гр. –  $m_{уд2}^* = 58,0$  кг/кВт,  $V_{Н2}^* = 2,90$  м/с; 3 гр. –  $m_{уд3}^* = 50,5$  кг/кВт,  $V_{Н3}^* = 3,33$  м/с. Степень реализации потенциальных возможностей трактора характеризует комплексный показатель технологического уровня, представляющий совокупность оценочных критериев эффективности по производительности, удельным энергозатратам и агротехническим свойствам с учетом экспертной оценки их весомости. Рациональные скоростные интервалы тракторов с оптимальными значениями  $m_{удi}^*$  составляющий (0,860-1,120)  $V_{Hi}$ . По уровню реализации потенциальных возможностей в операционных технологиях установленных групп наиболее адаптированным является трактор с  $m_{уд2}^*$  с регулируемым размещением съемного балласта.

**Ключевые слова:** колесный трактор, комплектация, удельная масса, адаптация, технологический уровень, операции почвообработки

## EFFICIENCY INDICATORS OF TECHNOLOGICAL ADAPTATION OF ERGO-SATISFYING WHEELED 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.** The criteria are substantiated and the level of adaptation of energy-rich wheeled 4k4 tractors of basic configuration with adjustable parameters - adapters to tillage technologies of different energy-intensive groups is evaluated. The estimation is carried out for the reference and optimal values of specific operational weight: 1 gr.  $m_{удЭ}^* = 67,3$  kg/kW at  $V_{Н1}^* = 2,50$  m/s; 2 gr.  $m_{уд2}^* = 58.0$  kg/kW,  $V_{Н2}^* = 2.90$  m/s; 3 gr.  $m_{уд3}^* = 50.5$  kg/kW,  $V_{Н3}^* = 3.33$  m/s. The degree of realization of the tractor's potential capabilities is characterized by a complex indicator of technological level, which represents a set of evaluation criteria of efficiency in terms of productivity, specific energy consumption and agro technical properties, taking into account the expert assessment of their weighting. Rational speed intervals of tractors with optimal values are (0,860-1,120). According to the level of realization of potential possibilities in operational technologies of the established groups the most adapted is the tractor with adjustable placement of removable ballast.

**Keywords:** wheeled tractor, equipment, specific weight, adaptation, technological level, tillage operations

**Введение.** Основу обновления при формировании инновационного тракторного парка разных категорий сельских товаропроизводителей Восточно-Сибирской агрозоны составляют энергонасыщенные колесные 4к4б и 4к4а тракторы номинальной мощностью 250-315кВт (340-430л.с.) и 45-200кВт (60-270л.с.) соответственно отечественного, белорусского и китайского производства [1], с достигающим 18-30% уровнем ступенчатого регулирования эксплуатационной массы до начала технологического процесса установкой съемного балласта и сдвигания колес, при изменении базовой (1к) комплектации, для адаптации к ресурсосберегающим технологиям основной и предпосевной обработки почвы с обоснованными [9,10] скоростными интервалами использования агрегатов по агротехническим требованиям и удельным энергозатратам.

С учётом рекомендаций изготовителей, отзывов сельских производителей и установленных эталонных параметров-адаптеров [6,7], актуальным является обоснование допустимого уровня реализации потенциальных возможностей тракторов при использовании на операционных технологиях разных по энергоёмкости групп.

**Цель работы** – обоснование критериев и оценка уровня адаптации энергонасыщенных колесных 4к4 тракторов базовой комплектации с регулируемыми параметрами – адаптерами к технологиям почвообработки разных по энергоёмкости групп.

**Задачи исследования:** обосновать рациональные тягово-скоростные диапазоны использования тракторов по критериям адаптации эксплуатационных параметров к технологиям почвообработки; дать оценку показателей технологического уровня тракторов с установленными параметрами-адаптерами на операциях почвообработки разных групп.

**Условия и методы исследования.**

В основу оценки эффективности технологической адаптации тракторов положены установленные нормативы [2] и научно-практические рекомендации [4,5] по реализации потенциальных возможностей на операциях почвообработки разных по энергоёмкости групп.

Основным условием эффективного использования энергонасыщенных колесных 4к4 тракторов в технологиях почвообработки разных по агротребованиям и энергоёмкости трех групп является, оптимизация съемным балластом уровня и распределения по осям эксплуатационной массы  $m_{э}^*$ , обеспечивающей реализацию потенциальных возможностей в установленных скоростных интервалах  $(V_H \pm \Delta V_i)^*$  за счет функционирования в зоне максимального тягового КПД по потенциальной характеристике, ограниченной режимами  $\varphi_{крmin} (\eta_{Т max}, P_{крmini})$  и  $\varphi_{крmax} (\delta_{max}, P_{крmaxi})$  при соответствии номинальному  $\varphi_{крн} = 0,40 (\eta_{ТН}, P_{крни})$  скорости  $V_{Hi}^*$  и  $m_{эi}^*$ .

Главным параметром – адаптером трактора к технологии почвообработки при этом является удельная, отнесенная к единице реализуемой номинальной мощности  $N_{ep} = \xi_N \cdot N_{ен}$  в номинальном режиме  $(\varphi_{крн}, V_{Hi})$ , эксплуатационная масса  $m_{удi}^* = m_{эi}^* / \xi_N \cdot N_{ep}$ , определяющая границы рациональных тягового  $(P_{крудmin} - P_{крудmax})_i^*$  и скоростного  $(V_{max} - V_{min})_i^*$  диапазонов в пределах зоны максимального тягового КПД, а также частные критерии эффективности по чистой производительности  $W_{уд} (м^2/кДж)$  и удельным энергозатратам  $E_{П} (кДж/м^2)$  с оценкой оптимальной ширины захвата агрегата  $B_{руд}^*$ .

$$\left\{ \begin{array}{l} m_{удi}^* = \eta_{ТН} \cdot 10^3 / g \cdot \varphi_{крн} \cdot V_{Hi}^*; \\ P_{крудHi} = m_{удi}^* \cdot g \cdot \varphi_{крн}; \\ (P_{круд min} - P_{круд max})_i^* = m_{удi}^* \cdot g (\varphi_{кр min} - \varphi_{кр max})_i^*; \\ V_{max i} = \eta_{Т max} \cdot 10^3 / g \cdot \varphi_{крmin}^* \cdot m_{удi}^*; \\ V_{min i} = \eta_{Т min} \cdot 10^3 / g \cdot \varphi_{крmax}^* \cdot m_{удi}^*; \\ W_{удi}^* = \eta_{ТН} / (K_0 \cdot \mu_{кн})_i = m_{удi}^* \cdot g \cdot \varphi_{крн} \cdot V_{Hi}^* / (K_0 \cdot \mu_{кн})_i; \\ E_{Pi} = (K_0 \cdot \mu_{кн})_i / \eta_{ТН}; \\ B_{руд}^* = W_{уд}^* / V_{Hi}^*. \end{array} \right. \quad (1)$$

Степень реализации потенциальных возможностей трактора базовой комплектации с эталонной [2,5,6,7] удельной массой:  $m_{удэ}^* = 67,3 (кг/кВт)$  для первой группы операций при  $V_{H1}^* = 2,50 м/с$  с полным балластом; в операционных технологиях второй  $V_{H2}^* = 2,9 м/с$   $m_{уд2}^* = 58,0 (кг/кВт)$  и третьей группы  $m_{уд3}^* = 50,5 (кг/кВт)$   $V_{H3}^* = 3,33 м/с$  соответственно характеризует произведение частных критериев эффективности по чистой производительности  $K_W$ , энергетическим затратам (расходу топлива)  $K_E$  и агротехническим свойствам (удельной массе)  $K_m$ , определяющее комплексный показатель технологического уровня  $K_э$  [7].

$$\begin{cases} K_W = 2 - [\lambda(m_{уд} \cdot \varphi_{кр} \cdot V) / \lambda(K_0 \cdot \mu_K)]; \\ K_E = 2 - (\lambda(K_0 \cdot \mu_K) / \lambda_{\eta T})^2; \\ K_m = 2 - \lambda_{\eta T} / \lambda(\varphi_{кр} \cdot V); \\ K_{\Sigma} = K_W \cdot K_E \cdot K_m, \end{cases} \quad (2)$$

где  $\lambda(m_{уд} \cdot \varphi_{кр} \cdot V) = (m_{уд} \cdot \varphi_{кр} \cdot V)_i / (m_{уд} \cdot \varphi_{кр} \cdot V)_H$ ;  $\lambda(K_0 \cdot \mu_K) = (K_0 \cdot \mu_{Ki}) / (K_0 \cdot \mu_K)_H$ ;  $m_{удH}^*$ ,  $\eta_{TH}$ ,  $V_H^*$ ,  $\varphi_{крH}$  – номинальные значения удельного параметра, режимов и показателей работы трактора для установленной группы операций при удельном сопротивлении рабочей машины  $(K_0 \cdot \mu_K)_H$ ;  $\eta_{Ti}$ ,  $V_i$ ,  $\varphi_{кри}$  – фактические значения при  $m_{уди} \neq m_{удH}$  и  $(K_0 \cdot \mu_K)_i \neq (K_0 \cdot \mu_K)_H$ .

При условии, что максимальное значение  $K_{\Sigma max} = 1,0$  установлены ограничения:  $K_W = K_{EP} = K_m = 1,0$  при  $\lambda_{Wуд} = \lambda_{\eta T} / \lambda(K_0 \cdot \mu_K) > 1,0$ ,  $\lambda_{EP} = 1 / \lambda_{Wуд} < 1,0$  и  $\lambda_{муд} = m_{уди} / m_{удH}^* < 1,0$ .

Наиболее объективным является значение показателя технологического уровня с учетом экспертной оценки [3,5,6,8] весомости  $S_i$  обобщенных критериев.

$$\bar{K}_{\Sigma}^0 = S_W \cdot K_W + S_E \cdot K_E + S_m \cdot K_m \leq 1,0 \quad (3)$$

#### Результаты исследования.

Результаты моделирования по уравнениям (1) при установленной [7] зависимости  $\eta_T = f(\varphi_{кр})$  позволили обосновать рациональные скоростные интервалы тракторов 4к4 (1к) с оптимальными, соответствующими  $\varphi_{крH} = 0,40$  ( $\eta_{TH} = 0,660$ ) и  $V_{H1}^*$ , значениями удельного параметра-адаптера  $m_{уди}^*$  на операциях почвообработки разных групп (табл. 1). При использовании в зоне максимального тягового КПД, ограниченной  $\varphi_{крmin} = 0,360$  ( $\eta_{Tmax} = 0,665$ ) и  $\varphi_{крmax} = 0,450$  ( $\eta_{Tmin} = 0,640$ ) на каждой группе операций  $(V_{min} - V_{max})_i^* = (0,860-1,120) V_{Hi}^*$ , что обеспечивает на этих режимах соответственно  $W_{удmaxi} = (1,021-1,027) W_{уди}^*$  и  $W_{удmini} = (0,962-0,964) W_{уди}^*$  при  $B_{руди} = (1,188-0,855) B_{руди}^*$ . Превышение оптимального значения  $V_{maxi}^*$  достигает 12,0 %.

Результаты показывают целесообразность использования трактора с  $m_{уди}^*$  на каждой операции в тяговой зоне  $\bar{\varphi}_{кр}^*$  (1,0-1,1)  $\varphi_{крH}^*$  при  $\bar{V}_i^* = (1,00-0,89) V_{Hi}^*$  с  $\bar{B}_{руди}^*$  (1,00-1,05)  $B_{руди}^*$ .

**Таблица 1 – Рациональные скоростные интервалы и критерии эффективности тракторов базовой комплектации при адаптации к технологиям почвообработки**

Группа операций и параметры удельного сопротивления	$m_{уд},$ кг/кВт	Значения при $\varphi_{крH}^* / \varphi_{крmin}^* / \varphi_{крmax}^*$						
		$P_{круд},$ кг/кВт	$V^*,$ м/с	$W_{уд},$ м <sup>2</sup> /кДж	$E_{П},$ кДж/м <sup>2</sup>	$\lambda_W$	$\lambda_{EP}$	$\lambda_{муд}$
1. $\bar{K}_{01} = 11,45$ кН/м, $\mu_{K1} = 0,036V^2 + 0,930$	67,3 (эталон)	0,264	2,50	0,050	20,04	1,00	1,00	1,00
		0,238	2,80	0,048	20,83	0,962	1,039	1,119
		0,297	2,15	0,051	19,61	1,021	0,976	0,862
2. $\bar{K}_{02} = 6,80$ кН/м, $\mu_{K2} = 0,028V^2 + 0,945$	58,0	0,228	2,90	0,082	12,16	1,00	1,00	1,00
		0,205	3,25	0,079	12,65	0,963	1,038	1,119
		0,256	2,50	0,084	11,90	1,024	0,976	0,862
3. $\bar{K}_{03} = 4,80$ кН/м, $\mu_{K3} = 0,025V^2 + 0,951$	50,5	0,198	3,33	0,112	8,93	1,00	1,00	1,00
		0,178	3,73	0,108	9,26	0,964	1,037	1,120
		0,223	2,87	0,115	8,70	1,027	0,974	0,870

Установленные обобщенные показатели эффективности позволили определить технологический уровень трактора с полным  $m_{уд\Delta}^*$  и частичным ( $m_{уд2}^*$  и  $m_{уд3}^*$ ) балластированием в номинальном режиме при использовании на операциях разных групп (табл. 2) при  $K_{\Sigma max} = 1,0$ .

**Таблица 2 – Обобщенные и комплексный показатели технологического уровня колесных 4к4 тракторов на операциях почвообработки**

Группа операции	$V_H^*$ , м/с (км/ч)	Показатель	Значения показателей при $m_{уд1K}^*$ кг/кВт		
			67,3 (эталон)	58,0	50,5
1. (эталон) Отвальная вспашка ( $h = 0,21-0,23$ м)	2,50 (9,0)	$K_W$	1,0	0,970	0,940
		$K_E$	1,0	0,937	0,865
		$K_m$ ( $\lambda_{муд}$ )	1,0 (1,0)	1,0 (0,862)	1,0 (0,750)
		$K_{\Sigma}$	1,00	0,909	0,81
2. Безотвальная основная обработка ( $h = 0,12-0,18$ м) чизелевание ( $h = 0,20-0,30$ м) и посев	2,90 (10,5)	$K_W$	1,0	1,0	0,970
		$K_E$	1,0	1,0	0,937
		$K_m$ ( $\lambda_{муд}$ )	0,840 (1,16)	1,0 (1,0)	1,0(0,871)
		$K_{\Sigma}$	0,840	1,0	0,909
3. Поверхностная основная и предпосевная обработка ( $h = 0,06-0,12$ м) и прямой посев	3,33 (12,0)	$K_W$	0,970	1,0	1,0
		$K_E$	0,937	1,0	1,0
		$K_m$ ( $\lambda_{муд}$ )	0,667 (1,33)	0,851(1,15)	1,0 (1,0)
		$K_{\Sigma}$	0,606	0,851	1,00

Использование трактора с  $m_{уд\Delta}^* = 67,3$  кг/кВт на операциях 2 гр. при  $V_{H2} = 2,90$  м/с (10,5 км/ч) переводит тяговый режим в зону  $\varphi_{кр\ min}^* = 0,35 - 036$  ( $\eta_T\ max$ ), это обеспечивает  $K_{W2} = K_{E2} = 1,0$  с одновременным увеличением  $\lambda_{м\ уд} = m_{уд\Delta}^* / m_{уд2}^* = 1,16$  и снижением  $K_{m2}$  и  $K_{\Sigma2}$  до 0,840. На операциях 3 гр. при  $V_{H3} = 3,33$  м/с (12,0 км/ч) тяговый режим смещается в зону  $\varphi_{кр\ min} \leq 0,30$  ( $\eta_T \approx \eta_T\ min$ ), снижая  $K_{W3}, K_{E3}, K_{m3}$  до 0,970, 0,937 и 0,667, обеспечивая в основном за счет существенно (33%) приращения массы, уровень  $K_{\Sigma3} = 0,606$ , что является нерациональным.

Оптимальный уровень  $m_{уд2}^* = 58,0$  кг/кВт. на операциях 1 гр. при  $V_{H1} = 2,50$  м/с (9,0 км/ч) переводит режим работы трактора в зону  $\varphi_{кр\ max}^*$ , при  $K_W = 0,970, K_E = 0,937$  и  $K_m = 1,0$  за счет  $\lambda_{муд} = m_{уд2}^* / m_{уд\Delta}^* = 0,862$ , что обеспечивает снижение комплексного показателя  $K_{\Sigma1} = 0,909 > K_{\Sigma\ min}$ . На операциях 3 гр. тяговый режим перемещается в зону  $\varphi_{кр\ min}^*$  ( $\eta_T\ max$ ), обеспечивая  $K_{W3} = K_{E3} = 1,0$  при  $K_{\Sigma3} = K_{m3} = 0,851$  за счет избыточной на 15% удельной массы.

При  $m_{уд3}^* = 50,5$  кг/кВт на операциях 1 и 2 гр. тяговый режим переходит границу допустимого буксования  $\varphi_{кр\ max}^*$  за счет недостаточной массы (1гр.) снижая уровень реализации потенциальных возможностей до  $K_{\Sigma1} = 0,814$  и  $K_{\Sigma2} = 0,909$ .

При одинаковой по времени занятости трактора на операциях всех групп, наиболее высокий уровень реализации потенциальных возможностей  $\bar{K}_{\Sigma} = 0,920$  достигается при  $m_{уд2}^*$ . Наименьший уровень  $\bar{K}_{\Sigma} = 0,815$  обеспечивается при  $m_{уд\Delta}^* = 67,3$  кг/кВт в основном за счет её существенного превышения оптимальных значений на 2 и 3 гр. операций. Поэтому в интервале рабочих скоростей 2,50-3,30 м/с (9,0-12,0 км/ч) целесообразно использовать трактор с  $m_{уд2}^* = 58,0$  кг/кВт при корректировке абсциссы центра масс на операциях первой группы с навесными машинами за счёт установки дополнительных передних съемных балластных грузов удельной массой  $\Delta m_{удБП}^* = 2,0 - 2,3$  кг/кВт. На операциях 1 и 2 гр. в скоростном интервале 2,15-2,90 м/с (7,7-10,5 км/ч) эталонное значение  $m_{уд\Delta}^* = 67,3$  кг/кВт является базовым при  $\bar{K}_{\Sigma} = 0,92$ . В составе прицепных агрегатов целесообразно уменьшение удельной массы переднего балласта на указанную выше величину.

Экспертная оценка [6] весомости  $S_i$  обобщенных критериев реализации потенциальных возможностей  $K_W, K_E, K_m$  при формировании комплексного показателя технологического уровня  $\bar{K}_{\Sigma}^0$  (табл. 3) подтвердила целесообразность предлагаемых вариантов использования трактора с регулируемой, за счет балластирования, удельной массой. При  $m_{уд2}^* = 58,0$  кг/кВт на операциях 1 и 3 гр. комплексный показатель достигает уровня  $\bar{K}_{\Sigma3/1}^0 = 0,96 - 0,97$ . Повышение удельной массы до  $m_{уд\Delta}^* = 67,3$  кг/кВт обеспечивает на операциях 2 гр.  $\bar{K}_{\Sigma2} = 0,95$  при  $K_{\Sigma3} = 0,87$ . Обеспечивая достигнутый уровень технологической адаптации, предлагаемые варианты использования тракторов практически не повышают трудоемкость их эксплуатации, однако требуют соответствующей квалификации механизаторов с применением дополнительных технических средств для регулирования удельной массы.

**Таблица 3 – Показатели технологического уровня колесных 4к4 тракторов базовой комплектации на операциях почвообработки разных групп**

Показатель	Коэф. весом. $S_i$	Тенденция развития	Значения коэффициента уровня $k_i/k_i^0$					
			1 гр. ( $V_{H1}^* = 2,50$ м/с)		2 гр. ( $V_{H2}^* = 2,90$ м/с)		3 гр. ( $V_{H2}^* = 3,33$ м/с)	
			$m_{уд2}^*$	$m_{уд3}^*$	$m_{уд1}^*$	$m_{уд3}^*$	$m_{уд1}^*$	$m_{уд2}^*$
$K_W/K_W \cdot S_W(K_W^0)$	0,46	+	$\frac{0,970}{0,45}$	$\frac{0,940}{0,43}$	$\frac{1,00}{0,46}$	$\frac{0,970}{0,45}$	$\frac{0,970}{0,45}$	$\frac{1,00}{0,46}$
$K_m/K_m \cdot S_m(K_W^0)$	0,29	+	$\frac{1,00}{0,29}$	$\frac{1,00}{0,29}$	$\frac{0,860}{0,24}$	$\frac{1,00}{0,29}$	$\frac{0,667}{0,19}$	$\frac{0,851}{0,25}$
$K_E/K_E \cdot S_E(K_W^0)$	0,25	+	$\frac{0,937}{0,23}$	$\frac{0,866}{0,21}$	$\frac{1,00}{0,25}$	$\frac{0,937}{0,23}$	$\frac{0,937}{0,23}$	$\frac{1,00}{0,25}$
$\bar{K}_3^0$	1,0	+	0,97	0,93	0,95	0,97	0,87	0,96

Сдваивание всех (2к) колес тракторов 4к4б и только задних (2к1) 4к4а приводит к повышению тягового КПД на 7,6 и 4% [6] при соответствующем росте уровня  $m_{удi}^*$ . Однако закономерности формирования обобщённых критериев эффективности и уровень реализации потенциальных возможностей в технологиях почвообработки остаётся практически неизменными.

**Выводы.** Рациональные скоростные интервалы использования тракторов с установленным удельным параметром-адаптером в технологиях почвообработки разных групп при допустимом снижении показателей эффективности составляют (0,860-1,120)  $V_H$ . По уровню реализации потенциальных возможностей при  $\bar{K}_3 \geq 0,90$  наиболее адаптированным в операционных технологиях почвообработки установленных групп является трактор базовой (1к) комплектации с удельной массой  $m_{уд2}^* = 58,0$  кг/кВт и регулируемым размещением съёмного балласта. Обеспечение достигнутого уровня технологической адаптации тракторов предлагаемым вариантом использования практически не повышает трудоемкость их эксплуатации при соответствующей квалификации механизаторов.

#### Список литературы:

1. Агропромышленный комплекс Красноярского края в 2020-2023гг. / Информ. аналит. материал МСХ Красн. кр. Красноярск [Электронный ресурс] //URL: <https://www.krsk.kp.ru/daily/27465/4670789> (дата обращения 04.03.2024).
2. ГОСТ 27021-86 Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные тяговые классы. М: ИПК Издательство стандартов, 1986 – 14 с.
3. Кутьков Г.М., Грибов И.В., Перевозчикова Н.В. Балластирование тракторов // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. Т. 84, №9. – С. 52 – 60.
4. Макеева Ю.Н. Повышение эффективности использования почвообрабатывающих агрегатов при балластировании энергонасыщенных колесных тракторов: автореферат дис. кандидата технических наук: 05.20.01; – Барнаул, 2017. – 18 с.
5. Потенциальные возможности повышения технологического уровня колесных тракторов высокой мощности // Селиванов Н.И. [и др.]; Тракторы и сельхозмашины. 2023 Т. 90, №4 С. 351 – 359.
6. Селиванов Н.И., Грищенко С.В. Технологический уровень колесных тракторов разной комплектации // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – №2. С. 106-112.
7. Селиванов Н.И. Технологические свойства колесных тракторов: учебное пособие. – Красноярск: КрасГАУ, 2019. – 308 с. [Электронный ресурс] // Лань: электронно-библиотечная система. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/149612> (дата обращения 04.03.2024).
8. Selivanov N., Averyanov V., Zaprudsky V., Kuznetsov A., Makeeva Yu (2020). Parameters adapters of wheeled tractors. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 548.062009. DOI: 10.1088/1755-1315/548/6/062009.
9. Тракторы Lovol, инструкция по эксплуатации [Электронный ресурс] // URL:<https://lovol.com> (дата обращения 04.03.2024).
10. Тракторы Agroapollo, инструкция по эксплуатации [Электронный ресурс] // URL:<https://agroapollo.ru> (дата обращения 04.03.2024).

## ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

**Сидорский Виктор Максимович**, магистрант  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: volezin@gmail.com

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

**Аннотация.** В статье описываются результаты патентных исследований систем отопления индивидуальных жилых домов, в том числе сельских домов. Приведены преимущества геотермальных и инфракрасных систем отопления, а также примеры изобретений по указанной тематике.

**Ключевые слова:** система отопления, обогрев сельского дома, альтернативные источники обогрева, обогрев дома, ПЛЭН, повышение энергоэффективности отопления, геотермальное отопление

## PATENT STUDIES OF HEATING SYSTEMS FOR INDIVIDUAL RESIDENTIAL BUILDINGS

**Sidorsky Victor Maksimovich**, graduate students  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: volezin@gmail.com

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

**Abstract.** The article describes the results of patent studies of heating systems of individual residential buildings, including rural houses. The advantages of geothermal and infrared heating systems, as well as examples of inventions on this topic, are given.

**Keywords:** heating system, heating of a rural house, alternative sources of heating, house heating, PLEN, improving the energy efficiency of heating, geothermal heating

Современные технологии не стоят на месте, и отопление не является исключением. С появлением новых инновационных решений, дома могут быть эффективно обогреты, при этом снижая затраты на энергию и вредные выбросы в атмосферу. Рассмотрим некоторые из самых новых и уникальных изобретений, которые сегодня доступны.

Одним из ключевых направлений развития в области отопления стали энергосберегающие технологии. Новые системы отопления позволяют существенно сократить потребление энергии при сохранении комфортной температуры в помещении. Такие решения основаны на использовании новых материалов, энергоэффективных систем и интеллектуальных управляющих систем, которые способны оптимизировать работу системы отопления в зависимости от внешних условий, а также предпочтений пользователей.

Одними из интересных инновационных решений в области отопления являются системы отопления с использованием возобновляемых источников энергии: система отопления с использованием солнечной энергии [1, 6] и теплонасосная система геотермального отопления [1, 7]. Эта технология позволяет использовать низкопотенциальную энергию земли для обогрева помещений. Геотермальное отопление эффективно работает в любое время года, так как земля всегда обладает относительно постоянной температурой. Более того, геотермальные системы могут использоваться также для охлаждения помещений в жаркое время года.

Кондиционирование воздуха в помещениях дома [8] при регулировании воздухообмена в зависимости от выделяемых вредностей (углекислого газа, влаги и неприятных запахов при пищепоготовлении, посещении жильцами туалета и ванной комнаты и т.п.) [4] – следующее направление повышения комфорта жилища и повышения эффективности систем воздухообмена и отопления домов.

Другая интересная технология в области отопления – это инфракрасные системы обогрева [2, 3, 5]. Они работают на основе излучения инфракрасных лучей, которые проникают непосредственно в тела людей и объекты, обогревая их. Такой способ обогрева является эффективным и энергосберегающим, так как не требует нагрева всего объема воздуха в помещении. Благодаря этому, с помощью инфракрасных систем обогрева можно достичь высокой эффективности при снижении расходов на энергию.

Патентные исследования для разработки энергоэффективных систем отопления и воздухообмена сельских жилых домов выполнены по российским и зарубежным базам данных и частично приведены в таблице 1.

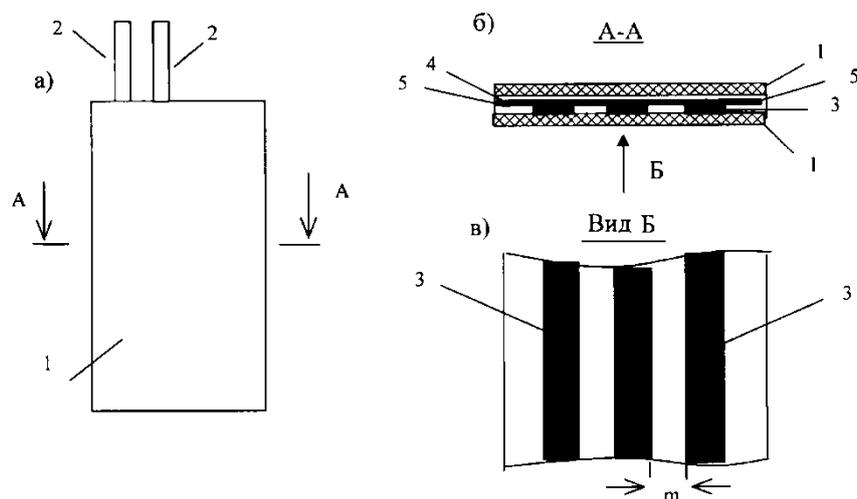
**Таблица 1 – Патентные исследования систем отопления и воздухообмена**

№ п/п	Наименование разработки	Источник	Цель изобретения	Краткое описание технического решения
1	Нагреватель, работающий на солнечной энергии и способ нагрева с использованием солнечной энергии	Патент № 2526675 РФ [6]	Создание нагревателя, использующего тепло воздуха, выходящего из солнечного коллектора для нагрева в течение всего дня	Содержит солнечный коллектор, тепловой насос, теплообменник, соединенный с тепловым насосом и средство аккумулирования тепла, где тепловой насос соединен со средством аккумулирования тепла. При этом солнечный коллектор содержит первую коллекторную панель и вторую коллекторную панель, причем воздух, идущий от первой коллекторной панели, подается через выпускной воздуховод в средство для нагрева, а воздух, идущий от второй коллекторной панели, подается через выпускной воздуховод в теплообменник, соединенный с тепловым насосом, причем тепловой насос передает тепло в средство аккумулирования энергии
2	Геотермальный тепловой насос	Патент № 2818610 РФ [7]	Обеспечение работоспособности геотермального теплового насоса с фреоном, содержащего холодильный контур, объединенный с геотермальными зондами, и контур системы отопления, при зондах до 150 м, уменьшение площади, необходимой для использования устройства	Содержит теплонасосную установку и геотермальные зонды. Теплонасосная установка содержит компрессор, маслоотделитель, теплообменник-конденсатор, отделитель жидкости. Теплонасосная установка снабжена контроллером, который выполнен с возможностью обеспечения отключения электромагнитного клапана при отключении компрессора, а также с возможностью обеспечения контроля температуры на входе в теплообменник-конденсатор и обеспечения контроля разницы температур на входе в теплообменник-конденсатор и температурой конденсации фреона
3	Термотрансформаторная установка	Патент № 2131560 РФ [8]	Повышение эффективности за счет расширения функциональных возможностей	Термотрансформаторная установка снабжена четырехходовым электромагнитным клапаном на трубопроводе хладагента, при этом первый воздуховод с клапаном присоединен к выбросной шахте и к выходу второго вентилятора одновременно со вторым возду-

				ховодом, другим концом, который присоединен к приточному воздуховоду помещения, а третий воздуховод присоединен к выбросной шахте первым по ходу движения воздуха и к приточному воздуховоду помещения за местом присоединения второго воздуховода
4	Способ управления электроприводом вентиляционной установки	Патент № 2031323 РФ [4]	Повышение качества управления электроприводом вентиляционной установки	Каждого потребителя воздуха подключают к магистральному воздуховоду через ответвление с заслонкой по случайному закону. Положение каждой заслонки фиксируют концевыми выключателями и по положению последних формируют управляющий параметр блока управления электроприводом. В качестве управляющего параметра используют суммарный ток, протекающий через дополнительные резисторы и пропорционально суммарному току изменяют производительность вентиляционной установки путем изменения числа оборотов электропривода
5	Пленочный электронагреватель	Патент № 2321188 РФ [5]	Нагреватель обладает хорошими теплоизлучающими свойствами, высоким КПД	Состоит из герметично заламинированной пленки, внутри которой находится слой алюминиевой фольги и резистивный нагревательный элемент, токопроводы со штепсельными разъемами типа «гнездо» для подключения инфракрасных пленочных электронагревателей
6	Потолочная инфракрасная система электрообогрева	Патент № 126098 РФ [3]	Создание энергосберегающей системы обогрева помещения при поддержании требуемого уровня комфорта жилища	Включает в себя подвесной потолок, содержащий пристенный угловой профиль, подвесы, несущие профили, поперечные профили и декоративные потолочные плитки, установленные в ячейках подвесного потолка. Инфракрасные пленочные электронагреватели выполнены размером, не превышающим габарит лицевой стороны декоративной потолочной плитки, установленной в ячейку, и установлены на части декоративных потолочных плиток, поверх которых укреплены теплоотражающая пленка и теплоизолирующий мат

Геотермальные системы отопления индивидуальных жилых домов позволяют снизить расход электрической энергии на отопление в 2,5 – 3,5 раза [1], однако сооружение вертикального грунтового теплообменника требует больших капитальных затрат. Такая система отопления может быть экономически оправдана только по сравнению с электроотоплением домов.

Как показали исследования [2], при использовании ПЛЭН потолочного типа [3, 5] (см. рисунок), тепловой комфорт в жилом помещении достигается при температуре 19 °С. Это позволяет за отопительный сезон снизить энергопотребление, по сравнению с конвективной системой обогрева, не менее чем на 20% [2].



**Рисунок 1- Плёночный электронагреватель по патенту № 2321188 [5]**

#### Список литературы:

1. 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.
2. 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.
3. Патент № 126098 С1 Российская Федерация, МПК F24D10/00. Потолочная инфракрасная система электрообогрева: 2012148021/12: заявл. 12.11.2012: опубл. 20.03.2013 / А.В. Бастрон, А.Л. Кабак; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Красноярский государственный аграрный университет".
4. Патент № 2031323 С1 Российская Федерация, МПК F24 F11/04. Способ управления электроприводом вентиляционной установки: № 5034254/29: заявл. 26.03.1992: опубл. 20.03.1995 / А.В. Бастрон, Т.Н. Бастрон, В.А. Давыдов: заявитель Бастрон Андрей Владимирович.
5. Патент № 2321188 С1 Российская Федерация, МПК H05B3/36. Пленочный электронагреватель: № 2006142921/09: заявл. 04.12.2006: опубл. 27.03.2008 / Н. Е. Епишков, Е. Н. Епишков, С. В. Глухов; заявитель Епишков Николай Егорович.
6. Патент № 2526675 С2 Российская Федерация, МПК F24D5/00. Нагреватель, работающий на солнечной энергии и способ нагрева с использованием солнечной энергии: № 2011135758/12: заявл. 25.01.2010: опубл. 27.08.2014 / Д. П. Джоунс, Р. Г. Браун; заявитель ТАТА СТИЛ ЮКЕЙ ЛИМИТЕД.
7. Патент № 2818610 С1 Российская Федерация, МПК F24T10/13, F25B 30/02. Геотермальный тепловой насос: № 2023119114: заявл. 19.07.2023: опубл. 03.05.2024 / Ю. С. Венгин, Н. А. Венгин; заявитель ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "УРАЛЬСКИЙ ЗАВОД ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ".
8. Патент № 2131560 С1 Российская Федерация, МПК F24 F 5/00. Термотрансформаторная установка: № 97110425/06: заявл. 09.06.1997: опубл. 10.06.1999 / А.В. Бастрон, Т.Н. Бастрон, Н.В. Цугленок [и др.]: заявитель Красноярский государственный аграрный университет.

**АНАЛИЗ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА 2022–2024 гг.  
И ТЕНДЕНЦИИ ИХ РАЗВИТИЯ**

**Тертерашвили Давид Геннадьевич**, аспирант  
Воронежский государственный лесотехнический университет, Воронеж, Россия  
e-mail: terterashvili26@gmail.com

**Дорохин Сергей Владимирович**, доктор технических наук, доцент,  
Воронежский государственный лесотехнический университет, Воронеж, Россия  
e-mail: dsvvrn@yandex.ru

**Глушанков Арсений Романович**, аспирант  
Воронежский государственный лесотехнический университет, Воронеж, Россия  
e-mail: glushankov2000@inbox.ru

**Аннотация.** В данной научной публикации проводится анализ грузоперевозок в Российской Федерации за 2022-2024 год, тенденции и важность развития автомобильных грузоперевозок.

**Ключевые слова:** грузоперевозки, автомобильный транспорт, транспортная компания, конкурентоспособность, объем перевозимой продукции

**ANALYSIS OF FREIGHT TRANSPORTATION IN THE RUSSIAN FEDERATION FOR 2022-2024  
AND THEIR DEVELOPMENT TRENDS**

**Terterashvili David Gennadievich**, postgraduate student  
Voronezh Forestry State Technical University, Voronezh, Russia  
e-mail: terterashvili26@gmail.com

**Dorokhin Sergey Vladimirovich**, Doctor of Engineering, Sciences, Associate Professor,  
Voronezh Forestry State Technical University, Voronezh, Russia  
e-mail: dsvvrn@yandex.ru

**Glushankov Arseniy Romanovich**, postgraduate student  
Voronezh State Forestry University, Voronezh, Russia  
e-mail: glushankov2000@inbox.ru

**Abstract.** This scientific publication analyzes freight transportation in the Russian Federation for 2022-2024, trends and the importance of the development of road freight transportation.

**Key words:** cargo transportation, road transport, transport company, competitiveness, volume of transported products

Рынок автомобильных грузоперевозок представляет собой совокупность экономических взаимодействий, связанных с предоставлением услуг по транспортировке грузов с помощью автотранспорта. Российская Федерация имеет огромную протяженность с изменением климатических зон и различным ландшафтом, на всей территории которой расположены населенные пункты, в которых проживают люди. Следовательно, для доставки различных грузов применяется следующий вид транспорта:

- автомобильный;
- трубопроводный;
- речной;
- железнодорожный;
- морской;
- воздушный.

Наиболее эффективным из вышеупомянутых транспортных средств являются морской, речной, трубопроводный и железнодорожный. Однако, морской транспорт может доставлять грузы только в порты и оборудованные причалы, речной транспорт ограничивается руслом реки, ее глубиной и временем года; трубопроводный транспорт позволяет доставлять только на дальние расстояния и жидкое или газообразное сырье, а железнодорожный транспорт ограничивается путями следования наиболее востребованных направлений. В свою очередь, воздушный транспорт является наименее эффективным из всех видов транспорта в силу своей дороговизны, обеспеченной большим расходом

топлива и амортизацией транспорта. Однако, он необходим для доставки грузов в труднодоступные места заполярного круга, на острова и т.п. Вся остальная логистика страны строится вокруг автомобильных дорог и транспорта, который доставляет эти грузы [1, 5].

Автомобильный транспорт обладает рядом преимуществ перед другими видами. К основным из них можно отнести:

- высокую манёвренность и мобильность;
- возможность осуществления прямой доставки грузов без дополнительных перегрузок в процессе движения;
- независимость транспортных средств в передвижении;
- значительную скорость доставки;
- разнообразие типов перевозимых грузов;
- возможность выбора наиболее эффективного маршрута для доставки по сравнению с другими средствами транспорта.

Эти факторы делают автомобильный транспорт незаменимым в современных логистических системах, обеспечивая удобство и быстроту в транспортировке.

Автомобильным транспортом обеспечивается бесперебойная поставка продуктов питания, различных товаров, грузов, топлива в города. Грузовой транспорт в свою очередь классифицируется по следующим критериям:

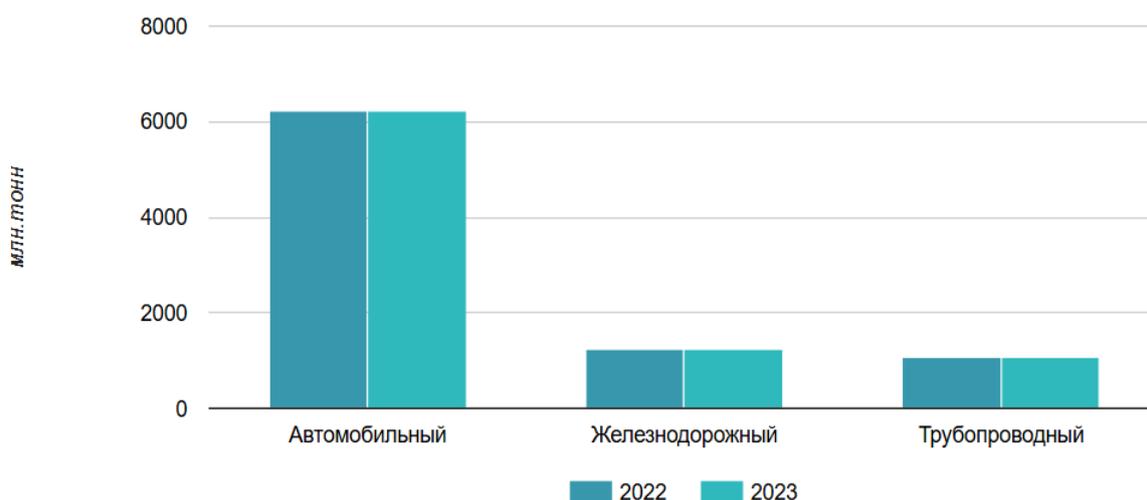
- по количеству осей;
- по осевым нагрузкам;
- по колесной формуле;
- по типу топлива;
- по грузоподъемности;
- по полной массе;
- по типу кузова;
- по составу.

Каждый класс грузового транспорта очень важен в логистической цепочке доставки грузов.

Также стоит отметить, что в условиях капиталистического строя существует высокий уровень конкурентности, что для потребителя (заказчика) оборачивается положительно, а именно: большим выбором транспортных компаний, постоянно повышающимся уровнем обслуживания, быстротой доставки, ценообразованием и т.д. В тоже время, транспортным компаниям для того, чтобы быть конкурентоспособным, приходится постоянно обновлять автопарк, дабы снизить риски, связанные с поломкой транспортного средства и дальнейшему срыву срока поставки, следить за качеством доставки груза, которое проявляется в виде внедрения в транспортное средство с завода, или на транспортном предприятии, тахографов, спутниковых датчиков «ЭРА ГЛОНАСС» и т.д. Логистическим компаниям приходится заключать контракты с топливными компаниями, с сервисами обслуживания и решать множество задач, связанных с уменьшением затрат на перевозку груза без ухудшения качества доставки. Водителям предъявляются также повышенные требования. Это проявляется в том, что им запрещается передвигаться в ночное время суток, проводятся регулярные медицинские проверки в том числе и на алкогольное опьянение перед отправкой в рейс. Для оперативного решения проблем, связанных с поломкой транспортного средства или, например, его застреванием в условиях непогоды, транспортные компании включают в свой автопарк спецтранспорт, который позволяет в определенном радиусе незамедлительно оказать помощь грузовому автотранспорту [2].

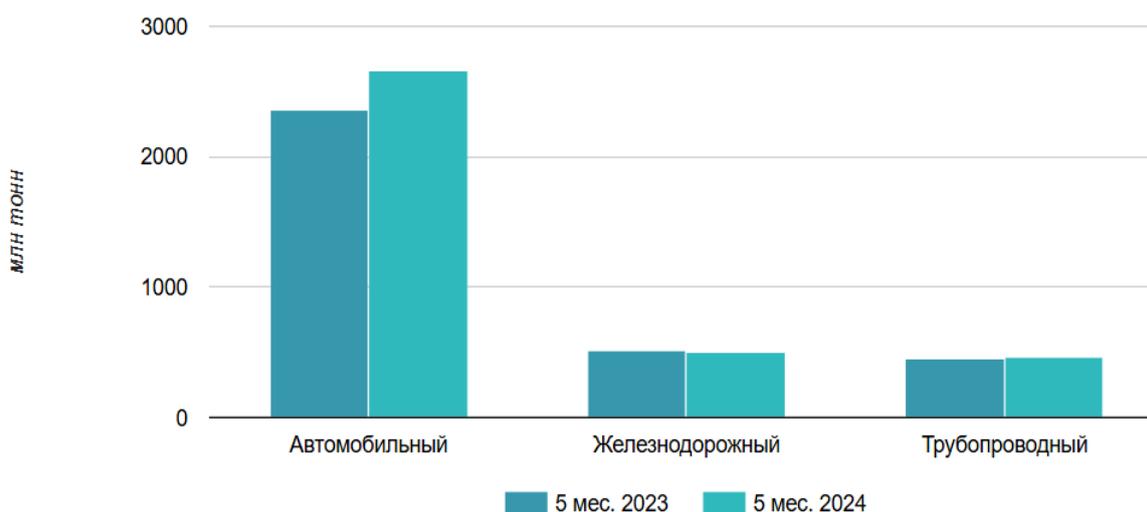
Все вышесказанное оказывает положительное влияние на постоянное улучшение работы транспорта, и увеличение эффективности использования автомобилей.

Несмотря на ограничения на ввоз товаров из ряда европейских стран и США, введенные в начале 2022 г., уровень автомобильных грузоперевозок в России, согласно информации Росстата, увеличился в 2023 г. на 0,2%, достигнув 6,22 миллиардов тонн (рис.1). При этом оборот рынка автомобильных грузоперевозок возрос на 40% и составил 4,6 триллиона рублей [3,4].



**Рисунок 1 – Динамика автомобильного, ж/д и трубопроводного транспорта за 2022–2023 гг.**

Однако в 2024 г. объем автомобильных грузоперевозок по сравнению с 2023 г. вырос на 19% и только за первые 5 месяцев 2024 г. составил 2,66 млрд тонн (рис. 2) [4].



**Рисунок 2 – Динамика автомобильного, ж/д и трубопроводного транспорта за 5 месяцев 2023–2024 гг.**

Это связано в первую очередь с тем, что в южных регионах России закрыто воздушное пространство и, самое главное, это рост экономики, который связан с различными государственными контрактами, благодаря которым, крупные предприятия металлургической, химической, автомобильной, пищевой, химической, машиностроительной отрасли и ВПК полностью загружены [3,4].

Так, по прогнозам, до 2028 года рынок будет расти в среднем на 7,5% трлн руб. в год и в 2028 году может достигнуть 6,9 трлн руб. Продолжающаяся стабилизация макроэкономических показателей создает благоприятные условия для развития рынка автомобильных перевозок крупнотоннажных грузов в России. Этому способствуют следующие факторы:

- Планомерная стабилизация темпов роста потребительских цен на уровне 4% до 2028 г.
- Восстановление темпов роста ВВП после снижения в 2022 г. на уровне не ниже 2,3% до 2028 г.

Сохранение роста реальных располагаемых доходов населения на уровне не ниже 2,6% до 2028 г.

Рынок грузовых автоперевозок с большими объемами отличается высокой конкуренцией и низкой структурой консолидации. Это приводит к ценовому давлению, оказываемому рядом крупных логистических компаний. Изменение направлений торговли стало причиной глобальной перестройки

логистических цепочек, что, в свою очередь, увеличило расстояния грузоперевозок. Таким образом, динамика рынка отражается в изменениях логистических маршрутов. Оптимизация внутренних бизнес-процессов и внедрение новых технологий способствует снижению тарифов автоперевозчиков и повышению эффективности работы автопарка. В 2023 г. тарифы на некоторые ключевые направления возросли более чем на 20%, что связано с восстановлением экономики, изменением логистики и ростом расходов. В текущий момент ожидается стабилизация тарифов. Средняя месячная выручка с одного тягача может варьироваться в зависимости от его возраста и его состояния. Ключевыми факторами, влияющими на доход, являются эффективность эксплуатации, время простоя и техническое обслуживание, а также уровень тарифов на маршрутах. В 2024 г. прогнозируется, что эта выручка составит от 310 тыс. до 1,6 млн рублей, а к 2028 г. вырастет в среднем на 4% до 739 тыс. рублей.

В ближайшее время главные направления развития автотранспорта общего использования должны быть составлены из того, что перевозки грузов будут расти, а затраты на транспортировки падать посредством загрузки на использование транспортного состава. Грузовые перевозки, неизменно растущие в объемах требуют высокого качества транспортного обслуживания. Кроме того, данный вариант грузовых перевозок приведет к постоянному улучшению функционирования транспортных систем и повышению эффективности эксплуатации автомобилей.

В завершение следует подчеркнуть, что общее экономическое положение в стране является основным фактором, оказывающим влияние на развитие автомобильных грузоперевозок и формирование цен. В 2024 году автомобильные грузоперевозки заметно выросли в сравнении с 2022–2023 гг., что свидетельствует о том, что экономика страны находится имеет положительные тенденции, а следовательно, все те факторы, что были изложены выше, влияющие на развитие автомобильных грузоперевозок, остаются наиболее актуальными сегодня и представляет интерес к дальнейшему изучению.

#### **Список литературы:**

1. Дорохин С.В. Оптимизация дальности перевозки и рациональной скорости сообщения на автомобильных дорогах // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2014. - № 9-2. - С. 212 - 218.
2. Курбасова, К. П. Применение автотранспортных средств в логистике / К. П. Курбасова, Е. Е. Витвицкий // Техника и технологии строительства. – 2016. – № 2(6). – С. 5.
3. Грузоперевозки (рынок России). – Москва. 2024. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения 08.11.2024).
4. Объем грузовых автоперевозок в 2023 году. – Москва. 2023. URL: <https://customs.gov.ru/> (дата обращения 08.11.2024).
5. Тертерашвили Д.Г. Анализ грузоперевозок в Российской Федерации за 2021-2022 год / Д.Г. Тертерашвили, С.В. Дорохин, А.Р. Глушанков // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы IV международной конференции, Красноярск, 23-24 ноября 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 175-177.

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

**Тойлыев Шатлык Дурдыбаевич**, преподаватель  
Туркменский сельскохозяйственный институт, Дашогуз, Туркменистан  
**Алиев Батыр Мамедович**, преподаватель  
Туркменский сельскохозяйственный институт, Дашогуз, Туркменистан  
**Курбанова Айлар Байраммырадовна**, преподаватель  
Туркменский сельскохозяйственный институт, Дашогуз, Туркменистан  
**Мириева Маягозел Нурмухаммедовна**, преподаватель  
Туркменский сельскохозяйственный институт, Дашогуз, Туркменистан  
**Махемов Юсуп Дадебаевич**, преподаватель  
Туркменский сельскохозяйственный институт, Дашогуз, Туркменистан  
e-mail: mahemowususup@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассматриваются экономические и экологические преимущества альтернативных источников энергии в сельском хозяйстве. Поскольку выбросы углекислого газа, являющегося загрязнителем воздуха, сокращаются в несколько раз, рекомендуется наладить производство электроэнергии из альтернативных источников. В связи с быстрым развитием технологий в сельском хозяйстве потребность в электроэнергии увеличивается с каждым годом. Производство электроэнергии увеличивает использование подземных углеводородных ресурсов, таких как нефть и газ, которые являются природным топливом. Сегодня во многих странах мира есть атомные электростанции, дающие электроэнергию. Большинство из них представляют собой мощные ядерные реакторы. В статье также говорится о ядерных реакторах.

**Ключевые слова:** альтернативные источники, электрическая энергия, производства.

## AN ALTERNATIVE SOURCE FOR ESTABLISHING ELECTRICITY PRODUCTION

**Toylyyev Shatlyk Durdybayevich**, Lecturer  
Turkmen Agricultural Institute, Dashoguz, Turkmenistan  
**Aliyev Batyr Mamedovich**, Lecturer  
Turkmen Agricultural Institute, Dashoguz, Turkmenistan  
**Kurbanowa Aylar Bayrammyradovna**, Lecturer  
Turkmen Agricultural Institute, Dashoguz, Turkmenistan  
**Miriyeva Mayagozel Nurmuhamedovna**, Lecturer  
Turkmen Agricultural Institute, Dashoguz, Turkmenistan  
**Mahemov Yusup Dadebayevic**, Lecturer  
Turkmen Agricultural Institute, Dashoguz, Turkmenistan  
e-mail: mahemowususup@gmail.com

**Abstract.** The article discusses the economic and environmental benefits of alternative energy sources in agriculture. Since emissions of carbon dioxide, which is an air pollutant, are reduced several times, it is recommended to establish the production of electricity from alternative sources. Due to the rapid development of technologies in agriculture, the need for electricity increases every year. Electricity production increases the use of underground hydrocarbon resources such as oil and gas, which are natural fuels. Today, many countries around the world have nuclear power plants that generate electricity. Most of them are powerful nuclear reactors. The article also talks about nuclear reactors.

**Keywords:** alternative sources, electric energy, production.

**Введение.** Массовое использование этого ископаемого топлива истощает мировые запасы. Эффективное использование природного топлива является одной из важнейших проблем, требующих решения сегодня. Поэтому сокращение производства электроэнергии из природного топлива и налаживание производства из альтернативных источников является одним из приоритетных направлений в науке. В связи с этим перспективными в развитии солнечной энергетики на инновационной основе считаются методы, разработанные с использованием полупроводникового кремния, полупроводниковых приборов и фотоэлектрических моделей, а также зеркал, которые

являются неотъемлемой частью гелиотехнологий. Эта проблема также находится в центре внимания в экономическом секторе. В стадии реализации находится несколько проектов, связанных с этим энергетическим направлением.

**Условия, материал и метод.** Ядерные реакторы строятся различной формы и мощности в зависимости от их назначения.

К ним относятся:

а) исследовательские реакторы. С их помощью мощные нейтроны улавливаются и используются для научных исследований.

б) Энергетические реакторы. С их помощью промышленность и жилые дома снабжаются электроэнергией.

в) Реакторы-перегреватели. С их помощью теплом обеспечиваются промышленность и жилые дома.

г) автомобильные реакторы. Они устанавливаются на кораблях и подводных лодках для питания двигателей. Кроме того, широко используются реакторы, построенные для получения изотопов химических элементов, необходимых для промышленности и других целей. Энергия, полученная с их помощью, называется атомной энергией. Атомные электростанции называются атомными электростанциями (АЭС).

Первая в мире атомная электростанция была построена в России в 1954 году. Его мощность составляет 5000 кВт, а «топливо», которое он потребляет в сутки, — 30 г обогащенного урана. ПТК составляет 16–17%. Теплоэлектростанции такой мощности потребовалось бы 100 тонн угля в сутки. После этого строительство АЭС велось в больших масштабах во многих регионах России и других странах. В 1962 году в США был построен реактор на быстрых нейтронах.

В 1964 году был сдан в эксплуатацию первый блок АЭС, построенный в Белоярске. Ее мощность составляет 10 000 кВт. В 1967 году был запущен его второй блок. Ее мощность составляет 200 000 кВт. Мощность третьего блока – 600 000 кВт. В 1970 году произведенная им электроэнергия равнялась 1208,5 млн кВтч.

Во Франции 80% всей электроэнергии, произведенной в 1989 году, было произведено на атомных электростанциях. У нас работают тепловые электростанции (ТЭЦ), и у нас достаточно природного газа для их питания.

**Методика исследований.** Одной из основных задач является постоянное обогащение и углубление содержания информации, излагаемой в курсе физики, в соответствии с требованиями сегодняшнего дня. Поэтому рекомендуется включать в содержание курса информацию о научных достижениях в области энергетики и альтернативных источников энергии.

Энергетическую отрасль информацией о достижениях физических наук. Одной из наиболее актуальных задач является подготовка пособия по систематизации и доведению до населения информации о научных достижениях, особенно об альтернативных источниках энергии.

Парогазовые электростанции привлекательны не только в экономическом, но и в экологическом плане, так как количество выбросов в атмосферу продуктов сгорания – углекислого газа – снижается в 2-3 раза [1, 93с].

Одной из важнейших задач современности является преподавание особенностей населения и окружающей среды в сельском хозяйстве. Анализируя содержание и объем информации по преподаванию электричества, мы определили важность предоставления учащимся экологического образования посредством надлежащего использования местной информации на уроках физики и во внеклассных мероприятиях. Преподавание окружающей среды на уроках физики это можно делать на разных этапах учебной деятельности: регулярные занятия, прогулки на природе и экологически значимые вечера. Основная миссия – создавать, развивать и совершенствовать экологические знания и идеи молодого поколения посредством образовательной и наставнической деятельности в классе и за его пределами.

При изучении тем, связанных с электричеством, на уроках физики:

Природные ресурсы: устойчивое и безопасное использование нефти, газа, угля;

Экологически чистые и доступные методы использования атомной, электрической, тепловой и механической энергии;

Физические методы защиты окружающей среды от загрязнения;

Особое внимание следует уделить экологическим вопросам, таким как возможность использования возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой, геотермальной энергии и энергии биомассы) в сельскохозяйственном секторе.

Информации о содержании электричества он обучает окружающей среде и предоставляет важную информацию о сельском хозяйстве. Это также поможет молодому поколению развиваться как зрелые личности, любящие свою страну, умеющие уважать материальные и духовные ценности народа, знающие об окружающей среде, образованные и обладающие широким кругозором.

Создание производства электроэнергии из альтернативных источников Современная электростанция имеет несколько газовых турбин и несколько паровых турбин всемирно известной американской компании General Electric. Работа этих установок характеризуется производством дополнительной электрической энергии за счет использования тепла выхлопных газов газовых турбин в паровых турбинах.

Осуществимость этой технологии может быть доказана численно. Но если КПД электростанции малой последовательности равен среднему фиксированному проценту, то КПД комбинированной последовательности может быть увеличен в полтора раза.

**Заключение.** Внедрение этой современной технологии в сельское хозяйство создало условия для организации безотходного производства и значительного снижения количества вредных отходов, выбрасываемых в окружающую среду. Это также позволило сэкономить природный газ, используемый для производства электроэнергии.

На этой мощной сельскохозяйственной электростанции компьютеризирован процесс производства электроэнергии из альтернативных источников. Это обеспечивает эффективный контроль всех операций из центра управления. Ввод в эксплуатацию сельскохозяйственной электростанции позволил увеличить объемы электроэнергии, подаваемой населению, еще на миллион киловатт-часов. Созданы новые современные рабочие места в сельском хозяйстве. Опыт наших специалистов обогащается.

#### **Список литературы:**

1. Бердымухамедов Г. Электроэнергетическая мощь Туркменистана. Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2022.

**УДК 631.354.2.004**

### **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ИССЛЕДОВАНИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ МАШИН СТАРЕНИЮ**

**Ушанов Владимир Анисимович**, доктор технических наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: dim-anisim@yandex.ru

**Терских Сергей Анатольевич**, кандидат технических наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: terskixsa@mail.ru

**Аннотация.** В статье приведён пример того, как набор алгоритмов и программ, в составе имитационной модели, является исполнительным инструментом искусственного интеллекта, самостоятельно воспроизводит работу сложной машины. Представленной как вероятностная система стареющих элементов с неполным восстановлением и, используя управляющие нормативы, самостоятельно принимает решения о виде ремонтно-обслуживающих работ в зависимости от фактической изношенности машины. Автоматически накапливается статистика, соответствующая репрезентативной выборке.  
**Ключевые слова:** искусственный интеллект, имитационная модель, системный подход, старение, норматив, техническое состояние, ремонт

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE STUDY OF THE CONTROL PARAMETERS OF THE AGING RESISTANCE SYSTEM OF MACHINES

**Ushanov Vladimir Anisimovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: dim-anisim@yandex.ru

**Terskikh Sergey Anatolyevich**, Candidate of technical sciences, Associate professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: terskixsa@mail.ru

**Abstract.** The article provides an example of how a set of algorithms and programs, as part of a simulation model, is an executive tool of artificial intelligence, independently reproduces the operation of a complex machine. It is presented as a probabilistic system of aging elements with incomplete restoration and, using control standards, independently decides on the type of repair and maintenance work, depending on the actual deterioration of the machine. Statistics corresponding to a representative sample are automatically accumulated.

**Keywords:** artificial intelligence, simulation model, system approach, aging, standard, technical condition, repair.

Основными инструментами искусственного интеллекта являются нейронные сети, имитационные модели и др.

Следуя современным представлениям об искусственном интеллекте (ИИ) будем представлять его как набор алгоритмов и программ [1].

Именно такая совокупность алгоритмов и программ этих продуктов естественного интеллекта, реализована в используемой здесь имитационной модели, самостоятельная работа которой имеет признаки искусственного интеллекта и является его инструментом [2].

Чтобы представить технико-экономическое содержание решаемых здесь задач, приведём краткую характеристику условий и обстоятельств, в которых осуществляется исследование.

Отметим, что в целом существующая система сопротивления машин старению (система технического сервиса машин) имеет смешанный характер, в содержании которой можно, условно, выделить две составляющие.

Первая – связана с системой ТО машин, которая носит регламентный характер, т.е. работы, предусмотренные этой системой, производятся в плановом порядке. Все технические мероприятия по обеспечению работоспособности машин за пределами системы ТО – ремонтно-обслуживающие операции, рассматриваются здесь как управляемые, осуществляемые на основе анализа апостериорной информации о техническом состоянии машин. Именно эта часть системы сопротивления машин старению исследуется в этой работе.

Термин «старение» имеет фундаментальное значение и исходит своими корнями, из второго закона термодинамики как вывод о росте энтропии (нарастание необратимых процессов) в замкнутой системе. Применительно к машинам, как рукотворным устройствам, это понятие введено в научный оборот сравнительно недавно академиком Селивановым А.И. [3].

Процесс старения технических изделий объективен, возникает как следствие их использования по назначению, хранения, технического обслуживания и ремонта, проявляется в виде физического и морального износа. В результате процесс старения выражается снижением функциональных и конкурентных возможностей машин. Стремление к более точному описанию объекта исследования, привело к необходимости представить машину как вероятностную систему изнашиваемых (стареющих) агрегатов с разной степенью восстановления их работоспособности в результате обслуживания их системой технического сервиса [4]. Таким образом, если старение машин является объективным явлением, то текущее обеспечение их работоспособности, т.е. сопротивление машин старению не является имманентным их свойством и может быть реализовано только самостоятельным, параллельным процессом вне общей системы их создания и использования. Решение этой важнейшей проблемы, направленной на максимально допустимую реализацию потенциальных возможностей машин и возложено на самостоятельную (параллельную) службу – систему технического сервиса машин.

Максимально реализовать показатели надежности машины при ее использовании можно, подобрав оптимальный комплекс ремонтно-обслуживающих работ, соответствующих ее фактическому техническому состоянию. При этом комплекс работ включает в себя как ремонты, выполняемые по потребности (т.е. после отказа), так и ремонты, носящие предупредительный (профилактический)

характер. При этом именно введение предупредительных операций позволяет управлять техническим состоянием машин в процессе эксплуатации.

Задача состоит в выборе пропорций между этими ремонтно-обслуживающими работами и разработке технологий, обеспечивающих принятие максимально выгодного решения о их составе в зависимости от фактического технического состояния (изношенности) машины.

Вернёмся к имитационной модели, как исполнительному инструменту искусственного интеллекта.

В начале работы имитационной модели, с помощью специальной программы загружается исходная технико-экономическая информация, которая характеризует работу машины, систему технического сервиса и производственные условия эксплуатации. В том числе параметры распределения до ресурсного отказа каждого нового агрегата машины (напомним, что она здесь рассматривается как вероятностная система стареющих элементов с неполным восстановлением), показатели системы технического сервиса, в том числе затраты на ремонт отдельных агрегатов и машины в целом, стоимость новых агрегатов, степень восстановления технического ресурса при капитальном ремонте –  $\varphi$ : продолжительность демонтажа и монтажа агрегатов, производственные условия – эксплуатационные затраты стоимость одного часа простоя, и др.

В начальный момент времени ( $t = 0$ )  $n$  элементов (агрегатов) машины ( $1, 2, \dots, i, \dots, n$ ) новые и обладают исходными характеристиками надежности, в том числе исходным техническим ресурсом  $R_{И1}, R_{И2}, \dots, R_{Иi}, \dots, R_{Иn}$ . Перед началом работы машины планируется проведение профилактических осмотров через промежутки времени  $\Delta T_{II}$ , в процессе которых осуществляется техническое диагностирование элементов и определяются их остаточные ресурсы  $R_{0i}$ .

Далее другая программа искусственного интеллекта, используя генератор случайных чисел, самостоятельно имитирует работу машины как вероятностной системы до ресурсного отказа каждого агрегата. При этом работа каждого агрегата имитируется в соответствии с их индивидуальными законами распределения, параметры которых определены в натурном эксперименте и введены в качестве исходной информации. Таким образом, формируется ряд периодов до ресурсного отказа агрегатов. Из сформированного ряда программа определяет период времени  $T_k$ , который соответствует наименьшей наработке какого-либо элемента, т.е. фиксируется первоначально наступивший отказ машины:  $T_k = \min T_i$ .

В этот момент производится количественная оценка текущего технического состояния машины –  $\sum R_0$  путём оценки изношенности неотказавших агрегатов к моменту  $T_k = \min T_i$ .

Обозначим через  $\sum R_0$  – параметр, количественно оценивающий текущее техническое состояние машины (или её изношенность, либо технический ресурс машины). Параметр  $\sum R_0$  представляет собой функцию остаточных ресурсов ( $R_{0i}$ ) элементов машины ( $1, \dots, i, \dots, n$ ) в момент контроля, нормированных относительно их исходной величины ( $R_{ui}$ ) с учетом весовости  $\gamma_i$  ( $\sum_{i=1}^n \gamma_i = 1$ ) каждого

элемента в общем технико-экономическом балансе машины: 
$$\sum R_0 = \sum_{i=1}^n \gamma_i R_{0i} / R_{ui} \cdot \sum R_0$$
 – безразмерная величина, изменяется в пределах от 0 до 1, т.е.  $\sum R_0 \in 0 \dots 1$ .

Чтобы продолжить объявленную в заголовке статьи исследовательскую тему введём понятия об управляющих параметрах и отметим их особенности [5].

Ниже, описаны параметры технического состояния машины, вовлечённые в процесс исследования, которые подлежат оптимизации, после которой они в качестве управляющих нормативов участвуют в принятии решений о составе ремонтно-обслуживающих работ. Математическое выражение параметров обеспечивает возможность их использования одновременно в двух направлениях.

Первое – при реализации в имитационных моделях, используемых для исследований и оптимизации с использованием искусственного интеллекта.

Второе – в производственных условиях в процедурах оценки остаточных ресурсов с помощью средств диагностики в момент принятия практических решений о содержании ремонтно-обслуживающих работ.

$R_H^{(1)}$  – параметр технического состояния, управляющий соотношением между капитальным ремонтом полнокомплектной машины ( $n_m$ ) и ремонтом ее отдельных агрегатов  $n_a^{KP}$ . Корневое содержание  $R_H^{(1)}$  и  $\sum R_0$  одинаковое – изношенность машины. Только  $\sum R_0$  представляет собой количественную оценку текущего технического состояния машины в целом, а  $R_H^{(1)}$  – некоторую меру её изношенности, ориентируясь на которую назначают либо полнокомплектный ремонт, либо ремонт только отказавшего агрегата. После оптимизации эта мера  $R_H^{(1)}$  приобретает статус норматива.  $R_H^{(2)}$  – параметр технического состояния, управляющий соотношением между новыми ( $n_a^H$ ) и капитально отремонтированными ( $n_a^{KP}$ ) агрегатами, используемыми при текущем ремонте машины. Корневое содержание  $R_H^{(2)}$  такое же, как и  $R_H^{(1)}$ .

Параметр  $R_H^{(2)}$  также подлежит оптимизации, после которой его численное значение используется в качестве управляющего норматива ( $R_H^{(2)*}$ ) при обосновании вида замен агрегатов при текущем ремонте машины (или при групповой профилактике).

Таким образом, новые по содержанию нормативы являются некоторыми допустимыми значениями изношенности машины –  $\sum R_0$ , ориентируясь на которые, принимаются решения о полнокомплектном ремонте (управляет параметр  $R_H^{(1)}$ ) и содержании текущего (параметр  $R_H^{(2)}$ ). Корневая суть параметров  $\sum R_0$ ,  $R_H^{(1)}$  и  $R_H^{(2)}$  одинакова – изношенность машины, поэтому  $R_H^{(1)} \in \sum R_0$  и  $R_H^{(2)} \in \sum R_0$ , а  $\sum R_0 \in 1 \dots 0$ .

Ниже описана технология оптимизации параметров  $R_H^{(1)}$  и  $R_H^{(2)}$ .

Оптимизация параметров технического состояния входит в общую задачу по обеспечению потребителя надёжными нормативами, позволяющими внедрять ресурсосберегающие технологии при обосновании комплекса ремонтно-обслуживающих работ в зависимости от фактического технического состояния машины –  $\sum R_0$ .

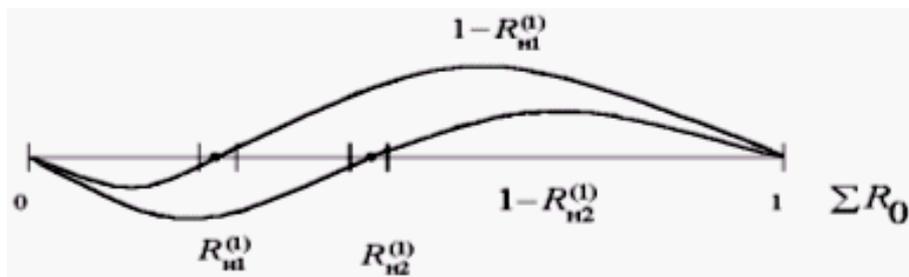
В частности, использование параметра  $R_H^{(1)}$  в качестве управляющего норматива  $R_H^{(1)*}$ , обеспечивает потребителя возможностью максимально выгодно использовать такие методы ремонта как полнокомплектный и агрегатный.

Но, прежде чем параметр получит статус норматива, необходимо обосновать его оптимальное значение. Ниже описана методика процесса его оптимизации.

Исследователь, выбирая то или иное количественное значение параметра  $R_H^{(1)}$ , используемого в качестве управляющего норматива, изменяет долю недоиспользованного технического ресурса машины при постановки её на капитальный ремонт. Так, если увеличивать значение параметра  $R_H^{(1)}$ , то увеличивается и доля недоиспользованного технического ресурса машины. И, напротив, при уменьшении значения параметра  $R_H^{(1)}$  – всё происходит наоборот. Естественно, что такое изменение управляющего параметра будет сопровождаться различным соотношением между полнокомплектным и агрегатным способами восстановления работоспособности машин. Это обстоятельство обладает последствием и окажет влияние на последующую ремонтную политику и, связанные с ней, издержки.

Полнокомплектный ремонт машины –  $n_m$ , назначается, если в момент принятия решения окажется, что фактическая изношенность –  $\sum R_0 \leq R_H^{(1)}$ , т.е. если значение  $\sum R_0$  в момент контроля принадлежит интервалу  $0 \dots R_H^{(1)}$ . В остальных случаях, т.е. при  $\sum R_0 \in (1 - R_H^{(1)})$ , возникающая потребность в ремонте удовлетворяется заменой (или ремонтом) отдельных агрегатов –  $n_a^{(i)}$ . Проследим за механизмом оптимизации этого параметра, который схематично изображён на рисунке 1.

Допустим, что принимаются разные значения управляющего параметра ( $R_H^{(1)}$ ), например,  $R_{H1}^{(1)}$  и  $R_{H2}^{(1)}$ . Это приводит к изменению величин интервалов  $(0 - R_{H1}^{(1)})$  и  $(1 - R_{H1}^{(1)})$ .



**Рисунок 1 – Принцип оптимизации параметра  $R_H^{(1)}$ .**

Если значение управляющего параметра  $R_{H2}^{(1)} > R_{H1}^{(1)}$ , то потребитель, используя в качестве управляющего параметра значение  $R_{H2}^{(1)}$ , уменьшает вероятность проведения текущего ремонта, поскольку интервал  $(1 - R_{H2}^{(1)})$ , которому соответствует текущий ремонт, уменьшается. Вероятность «попадания» в этот, относительно меньший интервал, фактической изношенности машины ( $\Sigma R_0$ ) в момент принятия решения о содержании РОР, снижается. Соответственно, вероятность проведения полноценного ремонта увеличивается.

Таким образом, с помощью параметра  $R_H^{(1)}$  потребитель, изменяя соотношение между видами ремонтных операций, имеет возможность управлять техническим состоянием машины. Естественно, что при разном соотношении между значениями ремонтов  $n_M$  и  $n_a^{(i)}$ , потребитель машин будет нести различные издержки –  $\sum \Phi$ .

Суть противоречия состоит в следующем. Увеличение числа высококачественных полноценных ремонтов способствует более надежной работе машин в межремонтный период. Однако это сопряжено с затратами, обусловленными недоиспользованием технического ресурса отдельных элементов машины в процессе её полноценного ремонта. При индивидуальном же ремонте (замене) элементов достигается наиболее полная реализация их технического ресурса. Но это приводит к повышению общего числа ремонтных воздействий и связанных с ними потерь от простоев при ликвидации технических отказов. Кроме этого, более длительное использование элементов повышает и затраты на их обслуживание, связанное с устранением последствий эксплуатационных отказов  $U(t)$ .

Найти компромисс между этими противоположно действующими тенденциями, «примирить» их, можно только путём оптимизации управляющего параметра  $R_H^{(1)}$ .

В процессе оптимизации, управляя численным значением параметра  $R_H^{(1)}$ , необходимо определить такое значение остаточной годности, которой можно пожертвовать при принятии решения о моменте проведения ремонта машины в целом. Причем такие исследования необходимо провести при различных исходных показателях оптимизации, чтобы потребитель получил рекомендации для эффективного использования управляющего параметра (норматива)  $R_H^{(1)}$  в различных производственных условиях.

Методика оптимизации параметра  $R_H^{(2)}$  аналогична процедуре, изображённой на рисунке 1. Только исследования проводятся в области фактической изношенности машины

$\Sigma R_0 > R_H^{(1)*}$ , т.е. тогда, когда принято решение о нецелесообразности полноценного ремонта машины.

Технико-экономической основой оптимизации является конфликт, порождаемый двумя противоположными тенденциями, действующими одновременно при использовании разных видов замен.

А именно, использование при текущем ремонте новых агрегатов ( $n_{ai}^H$ ) с исходным техническим ресурсом -  $R_{иi}$ , способствует повышению текущего значения технического состояния машины -  $\sum R_0$  и снижению количества ремонтно-обслуживающих работ. Однако поддержание работоспособности машин таким путём сопряжено с высокими затратами потребителя -  $\Delta\Phi_i^{B3}$ . Если для этих целей предпочтение отдавать капитально отремонтированным агрегатам ( $n_a^{kp}$ ), затраты потребителя, связанные с осуществлением таких замен  $\Delta\Phi_i^{BP}$  будут ниже. Но при этом, использование более дешёвых  $n_a^{kp}$  с техническим ресурсом -  $q \cdot R_{иi}$  ( $q < 1$ ) приводит к относительному снижению текущего значения фактического технического состояния машины -  $\sum R_0$ . А, в итоге - к общему увеличению количества ремонтно-обслуживающих работ.

Влияние обозначенных тенденций на общие технико-экономические показатели можно проследить в следующем эксперименте. Три группы тракторов проходят испытания в одинаковых условиях. В первой группе потребность в текущем ремонте удовлетворяется путем замены только на капитально отремонтированные агрегаты ( $n_a^{kp}$ ). Во второй - только на новые ( $n_a^{kp}$ ). В третьей - и на  $n_a^H$ , и на  $n_a^{kp}$ . Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Это небольшое исследование количественно подтверждает взаимозависимость соотношения видов ремонтно-обслуживающих работ, а, значит, и общих издержек потребителя от используемого варианта текущего ремонта.

**Таблица 1 – Пример сравнительного анализа вариантов проведения текущего ремонта**

Варианты проведения текущего ремонта	Количество ремонтных событий		
	$\sum n_a^{kp}$	$\sum n_a^H$	$n_M$
1	2	3	4
замена только на $n_a^{kp}$ , $q = 0,6$	10,0	-	4,2
замена только на $n_a^H$ , $q = 1$	-	10,6	2,0
замена на $n_a^{kp}$ ( $q = 0,6$ ) и на $n_a^H$ ( $q = 1$ )	5,5	3,8	3,6

Таким образом, техническое состояние машины после текущего ремонта является управляемым в том смысле, что оно может быть изменено в зависимости от принятого решения на вид замены отказавших агрегатов. Как было показано, установка новых ( $q = 1$ ) или капитально отремонтированных ( $q < 1$ ) агрегатов, неодинаково изменяют надежность машины в целом. Резерв по снижению затрат в этом случае может быть реализован путем обоснования оптимального соотношения видов замен отдельных элементов при текущем ремонте системы в целом.

Найти компромисс между этими противоположно действующими тенденциями, можно только путём оптимизации управляющего параметра  $R_H^{(1)}$ .

Технология оптимизации параметра  $R_H^{(2)}$  основана на анализе общих издержек потребителя -  $\Sigma\Phi$  в условиях, когда изменяется его численное значение при принятии решения о виде замены агрегатов при текущем ремонте машины. Если при контроле технического состояния машины в момент принятия решения окажется, что  $\sum R_0 \leq R_H^{(2)}$  - замена отказавшего агрегата производится на капитально отремонтированный. В противном случае ( $\sum R_0 > R_H^{(2)}$ ) - на новый. Варьируя величиной численного значения управляющего параметра  $R_H^{(2)}$ , тем самым либо увеличиваем, либо уменьшаем интервал его значений  $0 \dots R_H^{(2)}$ . При увеличении этого интервала, вероятность «попадания» в него чис-

ленной оценки текущего технического состояния машины –  $\sum R_0$  увеличивается. При уменьшении, вероятность того, что  $\sum R_0 \in (0 \dots R_n^{(2)})$  – снижается. Каждому значению управляющего параметра  $R_n^{(2)}$  будет соответствовать свое соотношение видов замен ( $n_a^{kp}$  либо  $n_a^H$ ). В свою очередь и потребитель будет нести разные издержки в зависимости от выбранного значения управляющего параметра  $R_n^{(2)}$ .

Нужно отметить, что в процессе оптимизации производится такое количество опытов (реализаций), которое соответствует репрезентативной выборке. В результате формируется статистика по всем ремонтным событиям и критерию эффективности в зависимости от принятых значений управляющих параметров. Этот процесс контролируется специальной программой.

Подведём некоторые итоги. Все перечисленные выше процедуры (имитация работы машины, как вероятностной системы стареющих элементов; реализация процедур, связанных с технической эксплуатацией машины; многократное самовоспроизводство работы машины) производятся самостоятельно в автоматическом режиме, с использованием специальных программ, которые являются исполнительными инструментами искусственного интеллекта, формируется статистика результатов, соответствующая репрезентативной выборке.

#### Список литературы:

1. Барский, А. Б. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления: монография / А.Б. Барский. – Москва: РУСАЙНС, 2024. – 186 с.
2. Гальперин, А.С., Ушанов В.А. Имитационная модель управления техническим состоянием машин // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1976. - № 8. - С. 38-41.
3. Селиванов, А.И. Основы теории старения машин /А.И. Селиванов. – Москва; «Машиностроение», 1970. – 408 с.
4. Ушанов, В.А. Сопротивление машин старению /В.А.Ушанов. Краснояр. гос. аграр. ун-т – Красноярск, 2018. – 344 с.
5. Ушанов, В.А. Методы оптимизации в системе использования и технического сервиса машин: учеб. пособие /В.А. Ушанов. Краснояр. гос. аграр. ун-т – Красноярск, 2014. – 251 с.

## ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СНЕГОХОДНОГО ПРИЦЕПНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И МЕТОДЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

**Филимонов Константин Владимирович**, кандидат технических наук  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: filimonkonst@mail.ru

**Аннотация:** рассмотрены особенности производственных процессов и среды использования снегоходного транспорта. Установлено, что наибольшая производительность машин достигается использованием прицепного подвижного состава. Исследованы аспекты инфраструктуры, профессионального образования, правового регулирования, изготовления и использования прицепного подвижного состава, определяющие эффективность транспортных процессов. Намечены пути совершенствования снегоходного прицепного подвижного состава, минимизирующие влияние природно-производственных факторов на показатели грузоперевозок.

**Ключевые слова:** снегоход, санный прицеп, сани-волокуши, подвеска, снежный покров, адаптация

## REQUIREMENTS FOR THE DESIGN AND OPERATION OF SNOWMOBILE TRAILED ROLLING STOCK AND METHODS FOR THEIR ACHIEVEMENT

**Filimonov Konstantin Vladimirovich**, Candidate of technical Sciences  
Krasnoyarsk state agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: filimonkonst@mail.ru

**Abstract:** The features of production processes and the environment of use of snowmobile transport are considered. It is established that the highest productivity of machines is achieved by using trailer rolling stock. Aspects of infrastructure, professional education, legal regulation, production and use of trailer rolling stock, determining the efficiency of transport processes, are studied. Ways to improve snowmobile trailer rolling stock are outlined, minimizing the impact of natural and industrial factors on freight transportation indicators.

**Keywords:** snowmobile, sled trailer, drag sled, suspension, snow cover, adaptation.

В соответствии с положениями Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года и распоряжениями правительства по её реализации одно из ключевых направлений развития транспортного комплекса страны – повышение скорости движения грузов, предсказуемости сроков доставки, надёжности транспортных связей, что обеспечит повышение конкурентоспособности российской продукции на внутреннем и внешнем рынках; безопасность перевозки и сохранность груза.

Наземный транспорт играет определяющую роль при исследованиях удалённых, труднодоступных, геостратегических территорий, их освоении и реализации отраслевых технологий народного хозяйства. Среди видов наземного транспорта наивысшими возможностями проходимости по снежному покрову и оперативным потенциалом обладают снегоходы. [2]

Эффективность транспортных процессов с использованием снегоходов определяется широким спектром характеристик опорной поверхности, суровыми природно-производственными условиями, особенностями их конструкции и спецификой эксплуатации.

Опираясь на опыт эксплуатации и исследованные ранее аспекты деятельности сельскохозяйственных, лесохозяйственных, рекреационных предприятий, охотничьих хозяйств, МЧС и ВПК России [1, 3, 4, 5], установлено, что наибольшая эффективность грузоперевозок достигается использованием прицепного подвижного состава. Выявлены особенности транспортного использования снегоходных поездов:

- 50 – 65 % времени снегоход используется в составе транспортного поезда;
- до 64 % времени поездом управляет один водитель-экспедитор, 28 % времени перевозится один пассажир, 8 % времени перевозятся более двух пассажиров;
- 37 % времени – передвижение в условиях снежной целины (степи, тундры, закустаренная местность, стеснённое лесное бездорожье, лёд замёрзших водоёмов), 61% – по снегоходному путику,

проложенному самостоятельно, либо подготовленной трассе, 2 % – по дорогам общего пользования (не взирая на запрет);

- 54% прицепного подвижного состава – это санные прицепы на полозьях, 45% – сани-волокуши, 1 % – комбинированные и другие;

- Санные прицепы на полозьях, комбинированные и другие в 68% случаев изготовлены кустарным способом, сани-волокуши в 80% случаев произведены серийно и реализуются через торговые сети;

- Средняя скорость передвижения снегохода при реализации большинства транспортных технологий 17–22 км/ч, в составе транспортного поезда – 10–15 км/ч, максимальная – до 90 км/ч;

- Большое многообразие перевозимых грузов и широкий выбор используемой тары: разногабаритные штучные грузы в упакованном виде (мешках, ящиках, бочках и др.); грузы в кипах и тюках; изделия в незатаренном виде или без упаковки; скоропортящиеся грузы;

- Суммарный объём груза, перевозимый транспортным поездом (в том числе многозвенным) может достигать 2–3 м<sup>3</sup>;

- Масса транспортируемого поездом (в том числе многозвенным) груза может достигать 500 кг, в среднем же составляет 80–180 кг;

- Подверженность водителя, пассажиров и груза непосредственному воздействию факторов внешней среды: осадки, ветер, холод, грязь, препятствия в виде веток и т.п.;

- Диапазон окружающих температур от + 5 до -40 ° С;

- Высокие динамические воздействия и вероятность опрокидывания;

- Вероятное увеличение сроков перевозки с возможностью вынужденной автономии в природной среде;

- Удалённость от сети пунктов технического сервиса и медицинской помощи;

- Преобладание маятниковых маршрутов;

- Существенное негативное воздействие внедорожного транспорта и транспортной инфраструктуры на окружающую среду.

Рассматривая выявленные особенности транспортного использования снегоходных поездов через призму реализации указанного в Транспортной стратегии направления «повышение скорости движения грузов, предсказуемости сроков доставки, надёжности транспортных связей...», возникают следующие обобщения.

**Пункты 1, 2, 5.** Исследованием в области правового регулирования аспектов производства и использования прицепного подвижного состава с тягачами из снегоходов выявлено, что взамен Государственного Стандарта Российской Федерации ГОСТ Р 50944-96 «Снегоходы. Требования безопасности», содержавшего:

- классификацию прицепов к снегоходам на грузовые, пассажирские и специальные;

- указание, что полную массу прицепа, буксируемую снегоходом конкретной модели, устанавливает завод-изготовитель снегоходов с учётом тяговых свойств при условии, что проходимость, тормозные свойства, управляемость и устойчивость снегоходного поезда снижаются не более чем на 20 % указанных параметров (характеристик) данной модели снегохода;

- требования (конструктивные и безопасности) к тягово-сцепным устройствам прицепов;

- требование оборудования прицепов, полная масса которых превышает 50 % снаряженной массы снегохода с водителем, рабочей и стояночной тормозными системами;

- отдельные требования к конструкции ограждающих защитных элементов пассажирских прицепов, травмобезопасности их внутреннего оборудования, требования обеспечения установленной плавности хода поддрессоренной подвеской и ходовой частью с демпфирующими устройствами;

- требования к электрооборудованию, световозвращателям и сигналам торможения прицепов.

13 декабря 2011 г. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1177-ст утверждён и введён в действие ГОСТ Р 50944—2011 (национальный стандарт Российской Федерации). В этом стандарте, а также в последующем ГОСТ 34066-2017 «Межгосударственный стандарт. Снегоходы. Технические требования и методы испытаний» содержатся требования к прицепах снегоходов только в части оборудования их внешними световыми приборами, а именно, число, цвет и характеристики, расположение световых приборов – световозвращателей.

В Постановлении Правительства Российской Федерации от 02.11.2022 г. № 1967 «Об утверждении требований к техническому состоянию и эксплуатации самоходных машин и других видов техники, изготовленных и допущенных к эксплуатации до вступления в силу технических регламентов Таможенного союза, регулирующих вопросы безопасности самоходных машин и других видов техники», касаемо снегоходов и прицепов к ним, имеется отсылка на ГОСТ 34066-2017 и только.

Таким образом, в настоящее время в сфере производства и эксплуатации прицепов к снегоходам все требования максимально упрощены до определения «3.10 прицеп к снегоходу: Сани, предназначенные для буксировки снегоходом» и наличия на них 1 или 2 красных световозвращателей сзади и 4 жёлтых на боковых поверхностях. Не обязательна государственная регистрация и ежегодный технический осмотр прицепов к снегоходам.

Возможно, такие решения приняты правительством с целью устранить барьеры в нормативно-правовых актах для бизнес-среды, затрудняющие предпринимательскую и инвестиционную деятельность машиностроителей, производящих прицепы для внедорожных мототранспортных средств. Однако в таком случае актуален вопрос цены этого прогресса, обусловленной снижением общественной безопасности выпускаемых изделий. Впрочем, подобные решения в чём-то согласуются с, например, отменой прохождения обязательного техосмотра автотранспортных средств.

**Пункты 3, 10–16.** Специфика условий использования внедорожных мототранспортных средств обуславливает множество рисков и предъявляет повышенные требования к инфраструктуре, методологии систем управления транспортным подразделением предприятия, сопровождению грузов, профессиональной пригодности водителей.

В настоящее время воплощается большое число проектов по внедрению цифровых сервисов в транспортную деятельность. Среди них можно выделить следующие:

- разработка новых транспортных средств амфибийного типа и экранопланов, перспективных для достижения необходимой связанности с удалёнными территориями;
- разработка и внедрение беспилотной агротехники, роботизированных устройств и комплексов, позволяющих выполнять полный цикл работ в животноводстве и растениеводстве;
- развитие интеллектуальных транспортных систем, требующих внедрения в транспортные средства возможностей хранения данных и передачи информации между участниками движения и инфраструктурой;
- мониторинг состояния транспортной инфраструктуры в реальном времени;
- цифровизация документооборота, цифровая трансформация предоставления государственных услуг в транспортной отрасли.

Предполагается, что в рамках указанных направлений будут сформированы стандарты и требования, создана необходимая инфраструктура и приняты стимулирующие меры для их внедрения.

От инженерно-технического работника в современный период цифровой трансформации транспортного комплекса требуются умения и навыки рационализации производственной базы, эффективного менеджмента и транспортной логистики, применения ресурсосберегающих технологических процессов эксплуатации машин. Рейнжиниринг предприятий формирует вызовы для учреждений профессионального образования в сфере подготовки актуально квалифицированных специалистов транспортной отрасли.

Эффективность и безопасность эксплуатации внедорожных мототранспортных средств, как следствие правильно выработанной стратегии и выбранной тактики, прежде всего, зависят от компетентностного потенциала водителя:

- владения навыками рационального выбора, комплектования, обслуживания машин;
- знания основ конструкции, возможностей, методов и приёмов эксплуатации машин;
- умения использовать снегоходы с высокими показателями эффективности в различных природно-производственных условиях;
- умения контролировать своё физическое и психологическое состояние. Уровня развития эмоционального интеллекта.

Труд водителя внедорожного мототранспортного средства включает приёмку машины у сменщика, подготовку к выезду на линию, управление машиной при выполнении перевозок груза и пассажиров, оформление необходимой документации, проведение техобслуживания и устранение ряда неисправностей, сдачу машины сменщику. Кроме того, водитель в ряде случаев выполняет обязанности грузчика, экспедитора, проводника, гида-экскурсовода и т.п. При вождении вездехода ему приходится непрерывно решать задачи оптимизации управления машиной с высоким уровнем нервно-психической напряжённости, обусловленной факторами:

- продолжительная физическая активность в целях управления машиной;
- интенсивные инерционные нагрузки, вибрация, шум, токсичность отработавших газов;
- изменчивость факторов внешней среды: освещённость, ветер, холод, осадки, грязь, препятствия в виде веток и подверженность водителя, пассажиров, груза их непосредственному воздействию;

- необходимость в специальной экипировке и зависимость показателей процесса от её защитных свойств;
- вероятностный характер, большие объём и скорость поступления информации;
- подотчётность за утрату, недостачу или повреждение (порчу) груза;
- беспокойство за правильность оценки ситуации, прогнозирования её развития, принятых решений и их реализации;
- возможность возникновения дорожно-транспортных происшествий и связанные с ними опасность и ответственность.

Эффективность и надёжность деятельности водителя зависят от его профессиональной пригодности, определяемой комплексом характеристик, среди которых сравнительно легко модерируемой является профессиональная подготовленность, включающая:

- профессиональную обученность – полноту и уровень развития водительских знаний, умений, навыков;
- профессиональную воспитанность – уровень развития качеств личности, определяющих активное и ответственное отношения водителя к своему труду, связанным с ним трудностям и опасностям, к своим водительским возможностям, к другим участникам движения.

Понимание специфики, овладение умениями и навыками эксплуатации внедорожных мототранспортных средств являются конечной целью подготовки водителей и основной при периодических повышениях квалификации.

Необходима система более тщательной подготовки и периодического повышения квалификации работников сферы внедорожного транспорта, призванная содействовать решению задач директивных указаний Транспортной стратегии Российской Федерации в части повышения пространственной связанности и транспортной доступности территорий, повышения мобильности населения и развития внутреннего туризма путём обеспечения отрасли высококвалифицированными инженерно-техническим персоналом и водителями.

Под более тщательной подготовкой водителей подразумевается переработка программ с учётом специфики, например, введение в курс основ пользования системами навигации, выбора экипировки, выживания; увеличение количества часов учебного вождения за счёт обучения приёмам преодоления препятствий и типичных эксплуатационных кейсов, типа: использование лебёдки, погрузка машины на прицеп, и т.п.

Учитывая последствия нехватки кадров, тенденции: дефицит инженеров, водителей и трактористов на рынке труда, высокий уровень текучести кадров среди молодежи, допустимость дистанционных методов подготовки водителей, новый закон о наставничестве в сфере труда, Национальный проект «Демография», запуск нового нацпроекта «Кадры», можно прогнозировать, что такие программы подготовки водителей внедорожного транспорта окажутся невостребованы, либо могут составить основу допобразования в частных автошколах.

**Пункты 6, 4.** Основными сдерживающими факторами, влияющими на время выполнения транспортных работ снегоходно-транспортными поездами, служат:

- рациональность габаритных размеров прицепа по длине, ширине, высоте;
- параметры тягово-сцепного устройства;
- тип и характеристики подвески прицепа.

Габаритная ширина прицепа должна быть не больше ширины тягача. Длина прицепа не должна превышать длину тягача более чем на 25% для обеспечения высокой проходимости поезда в горизонтальной плоскости в стеснённых условиях лесного бездорожья.

Углы гибкости сочленённых транспортных средств в вертикальной и горизонтальной плоскостях характеризуют способность поезда перемещаться по пересеченной местности с продольными и поперечными уклонами, а также определяют его манёвренность в ограниченном пространстве. Коммутационное оборудование должно обеспечивать:

- максимально допустимое отклонение дышла прицепа от продольной оси тягача в горизонтальной и вертикальной плоскостях не менее 60°;
- вращение сцепной головки прицепа вокруг своей продольной оси;
- поглощение продольных колебаний и смягчение динамических нагрузок, возникающих при взаимодействии тягача и прицепа;
- максимальный угол складывания поезда при минимально достаточной длине дышла.

Эффективность грузоперевозок зависит напрямую или косвенно определяется компоновкой шасси прицепа и конструкцией подвески. Подвеска способствует улучшению сцепных свойств опорной части прицепа на различных типах естественного фона, большей равномерности распределения

нагрузки и повышению плавности хода транспортного поезда, что в совокупности создает существенный резерв повышения средней скорости грузоперевозок.

Отсутствие подвески пластиковых саней-волокуш обуславливает высокую динамичность нагружения элементов корпуса и днища, чтобы избежать их повреждения, обеспечить сохранность грузов и безопасность пассажиров водители вынуждены двигаться медленно. Средняя скорость таких поездов самая низкая.

Отмечается отсутствие подвески у большинства (71%) используемых прицепов на полозьях, кроме того, 32% из них, по сути, – полуприцепы. Недостатком такой компоновки саней являются значительные нагрузки на дышло (опрокидывающий прицеп момент по отношению к дышлу является изгибающим), узел соединения с рамой прицепа и саму раму, тягово-сцепное устройство и раму снегохода. Указанные силы и их моменты ухудшают критические параметры движения и положения:

- критическая скорость по заносу и опрокидыванию;
- критическая скорость прямолинейного движения и курсовой устойчивости;
- критическая скорость по условиям управляемости;
- критические углы косогора по боковому скольжению и опрокидыванию;
- коэффициент поперечной устойчивости.

Результатом является снижение средней скорости доставки грузов и безопасности процесса.

Кроме того, на перепадах продольного профиля поверхности по высоте и при торможении опорно-сцепная проходимость тягача снижается за счёт догрузки-разгрузки тягово-сцепного устройства снегохода. При догрузке задняя часть тягача осаживается глубже в снег и машина, повисая на подножках, интенсивно буксует до прекращения возможности движения. При разгрузке толкающее усилие от саней способно снизить нормальную реакцию на движитель тягача вплоть до потери курсовой устойчивости, бокового скольжения, заноса и складывания транспортного поезда.

Перечисленные недостатки тем очевиднее, чем тяжелее условия эксплуатации (глубокий рыхлый снег, резкие перепады профиля поверхности, высокий центр тяжести груза, частые разгоны-торможения) и чем больше грузоподъемность прицепа.

Из уровня техники выявлены следующие тенденции развития прицепного подвижного состава:

- универсализация использования прицепов с широким спектром тягачей;
- обеспечение высоких профильной и опорно-сцепной проходимости, высокой скорости передвижения применением подвески;
- повышение маневренности транспортного поезда системами управления;
- повышение грузоподъемности и грузоместимости за счёт увеличения длины грузовой платформы;
- снижение собственной массы без ущерба прочности и долговечности;
- широкое использование легких сплавов и высокопрочных синтетических материалов.

**Пункт 7.** Грузы, закрепляемые с помощью такелажных приспособлений, требуют дополнительной защиты от воздействия света, осадков, грязи, встречного ветра, добавочного охлаждения, повреждения разнообразными препятствиями в виде веток и т.п. Их крепление трудоёмко, из – за высоких динамических воздействий ненадёжно, требует постоянного внимания и контроля. При необходимости достать какие-либо вещи приходится разбирать большую часть укладки.

Перечисленные особенности вызывают повышенные затраты времени и сил на погрузку-разгрузку, контроль, переукладку; способны привести к утрате части транспортируемого груза или его порче, чем доставляют массу беспокойств и весомо снижают среднюю скорость движения.

Сохранность грузов от воздействия факторов внешней среды обеспечивается высоким уровнем влагозащищённости. Грузовая ёмкость прицепа должна иметь герметичный периметр и по возможности герметично закрываться жёсткой крышкой. На крышке целесообразно разместить такелажные приспособления или грузовые профили для перевозки негабаритных грузов. Менее желательно использование тента. [5]

Внутреннее пространство грузовой платформы целесообразно разделять на несколько отсеков, позволяющих рассортировать поклажу, расположить грузы различных типов, обеспечить силовое и геометрическое замыкание груза (с учётом возможности опрокидывания прицепа).

Для удобства процессов погрузки-разгрузки, обеспечения устойчивости движения погрузочная высота должна быть наименьшая.

**Пункты 8, 9.** Тягово-сцепные качества снегоходов позволяют агрегатирование с несколькими прицепными звеньями одновременно, однако нарушение устойчивости и управляемости поезда при движении по снежному покрову не позволяет реализовать их потенциальные возможности. Таким

образом, максимум по грузоподъёмности и грузовместимости транспортного поезда достигнут. Он определяется устойчивостью в продольно-вертикальной и поперечно-вертикальной плоскостях, и управляемостью при обеспечении профильной и опорно-цепной проходимости.

Для условий эксплуатации снегоходов наиболее вероятна и более опасна потеря поперечной устойчивости. Боковое скольжение и опрокидывание состава транспортных средств или его отдельных единиц происходит под действием сил:

- центробежной силы (при движении на повороте);
- поперечной составляющей силы веса транспортного средства (при движении по косогору);
- силы бокового ветра.

Моменты этих сил на различных типах опорной поверхности, при варьировании загруженности прицепа и ветровой нагрузки зависят от величины вертикальной координаты центра тяжести транспортного средства и определяют вышеперечисленные критические параметры движения и положения.

Устойчивость и управляемость в значительной мере являются производными мастерства управления, а показатели опорно-цепной проходимости определяются массой прицепа, коэффициентом сцепления и удельным давлением на снег. Сцепные свойства прицепа, следующего за тягачом и преодолевающего вместе с ним профильные препятствия, должны быть не хуже сцепных свойств тягача. Удельное давление 20–25 г/см<sup>2</sup> обеспечит достаточно высокий уровень опорно-цепной проходимости по снежному покрову.

Вывод: научно-исследовательские опытно-конструкторские разработки в области минимизации влияния природно-производственных факторов на эффективность грузоперевозок снегоходным транспортом обладают высокой степенью инновационности и актуальны для решения задач директивных указаний Транспортной стратегии Российской Федерации:

- повышение пространственной связанности и транспортной доступности территорий;
- повышение мобильности населения и развитие внутреннего туризма;
- развитие мультимодальных логистических технологий;
- обеспечения национальной безопасности, экономического роста (в том числе за счёт развития смежных отраслей и косвенных эффектов от транспортного комплекса).

### Список литературы

1. Филимонов, К. В. Специфика рекреационного использования внедорожных мототранспортных средств / К.В. Филимонов // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Часть 2. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития/Краснояр. гос. аграр. ун-т. -Красноярск, 2017. -С. 43-48.
2. Филимонов, К.В. Устройство и эксплуатация внедорожных мототранспортных средств: учебное пособие / К.В. Филимонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 509 с.
3. Филимонов К. В. Разработка узла подвески транспортного средства / К. В. Филимонов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4 (57). – С. 198-205.
4. Николенко, С. О. Пути совершенствования прицепного подвижного состава снегоходов / С. О. Николенко, Д. Н. Нефедова // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: мат-лы Международной научной конференции [Электронный ресурс] / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2020. – 372 с.
5. Алёшин, Р. А. Требования к экспедиционному прицепу для внедорожных мототранспортных средств / Р.А. Алёшин // Студенческая наука – взгляд в будущее: мат-лы XII Всерос. студ. науч. конф., посвященной Году экологии и 65-летию Красноярского ГАУ. Часть 1 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. С. 129 – 133.

**ОЦЕНКА СИСТЕМАТИЗАЦИИ И ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ  
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (АИISKУЭ)**

**Хохолкова Ольга Геннадьевна**, студент

Красноярский государственный аграрный университет. Ачинский филиал, Красноярск, Россия  
e-mail: o.xoholkova@mail.ru

**Уткина Тина Анатольевна**, студент

Красноярский государственный аграрный университет. Ачинский филиал, Красноярск, Россия  
e-mail: tinakrsk@gmail.com

**Дебрин Андрей Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: debrin.as@yandex.ru

**Аннотация.** Произведена оценка систематизации и применения систем АИISKУЭ. Рассмотрены современные принципы построения АИISKУЭ, обоснована целесообразность установки таких систем с точки зрения экономической эффективности, технологической надежности и функциональности  
**Ключевые слова:** АИISKУЭ, эффективность энергопотребления, дифференцированный тариф, потери электроэнергии, рынок электроэнергии

**ASSESSMENT OF SYSTEMATIZATION AND APPLICATION OF AUTOMATED INFORMATION AND MEASURING SYSTEMS FOR COMMERCIAL METERING OF ELECTRICITY  
(AISKUE)**

**Khokholkova Olga Gennadievna**, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University. Achinsk branch, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: o.xoholkova@mail.ru

**Utkina Tina Anatolyevna**, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University. Achinsk branch, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: tinakrsk@gmail.com

**Debrin Andrey Sergeevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: debrin.as@yandex.ru

**Abstract.** Systematization and application of AISKUE systems was evaluated. Modern principles of AISKUE construction are considered, feasibility of installation of such systems from the point of view of economic efficiency, technological reliability and functionality is substantiated  
**Keywords:** AISKUE, energy efficiency, differentiated tariff, power losses, power market.

С распадом плановой экономики в 1991 г. закончилась эпоха практически неограниченных и дешевых энергоресурсов, когда их доля в себестоимости продукции составляла всего лишь несколько процентов. В 1992г., одновременно с созданием Российского открытого акционерного общества (РАО) «ЕЭС России» была организована оптовая торговля электрической энергией на Федеральном оптовом рынке электроэнергии и мощности (ФОРЭМ) [9].

Правовой основой функционирования ФОРЭМ являлись Федеральный закон № 41 от 14 апреля 1995 г. «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации» и Постановление Правительства РФ от 12 июля 1996 г. № 793 «О федеральном (общероссийском) оптовом рынке электрической энергии (мощности)» [9].

В настоящее время правила оптового рынка утверждены в Федеральном законе №35 «Об электроэнергетике» от 26 марта 2003 г. [3]

Электроэнергия является довольно специфичным ресурсом по следующим причинам:

- производство, передача и потребление электроэнергии в силу ее физической природы происходят практически одновременно и ее невозможно складировать (накапливать) в значительных объемах;

- электроэнергия поставляется множеством производителей в общие электрические сети и мгновенно потребляется оттуда же множеством потребителей. Поэтому с физической точки зрения невозможно определить, кто произвел электроэнергию, потребляемую тем или иным потребителем – можно лишь контролировать объемы поставки в общую сеть от каждого производителя и объемы потребления из нее каждым потребителем;

- электроэнергия, получаемая потребителем из энергосистемы, является товаром первой необходимости, только в редких случаях имеющим другие товары-заменители (например, переход на электроснабжение от автономной дизельной электростанции);

- производители вырабатывают и поставляют в общую сеть электрическую мощность точно в соответствии со своими обязательствами, а все потребители суммарно потребляют электрическую мощность также в соответствии со своими обязательствами. Но на практике в силу самого разного рода обстоятельств как производители, так и потребители допускают отклонения от своих обязательств.

Это вызывает дисбаланс между поставкой и потреблением. На любом другом рынке такой кратковременный дисбаланс не приводит к потере его устойчивости.

Так же на сегодняшний день из-за многократного удорожания энергоресурсов возросла их доля в себестоимости продукции. Для многих промышленных предприятий она составляет 20–30%, а для наиболее энергоемких производств достигает 40% и более. Таким образом, под давлением рынка потребители приходят к пониманию, что первым шагом в экономии энергоресурсов и снижении финансовых потерь является точный учет.

Федеральный закон РФ № 261 «Об энергосбережении» от 23.11.2009 обусловил кардинальное изменение отношения к организации энергоучета в промышленности и других энергоемких отраслях (транспорт и жилищно-коммунальное хозяйство) [11].

Современная цивилизованная торговля энергоресурсами основана на использовании автоматизированного приборного энергоучета, сводящего к минимуму участие человека на этапе измерения, сбора и обработки данных и обеспечивающего достоверный, точный, оперативный и гибкий, адаптируемый к различным тарифным системам учет со стороны поставщика энергоресурсов и потребителя. С этой целью, как поставщики, так и потребители создают на своих объектах автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии – АСКУЭ (АИИСКУЭ). При наличии современной АИИСКУЭ промышленное предприятие полностью контролирует весь свой процесс энергопотребления и имеет возможность по согласованию с поставщиками энергоресурсов гибко переходить к разным тарифным системам, минимизируя свои энергозатраты [8-9].

Прогнозирование подсчета электроэнергии с помощью АИИСКУЭ может использоваться для различных целей [6,12]:

- *оптимизация энергопотребления.* Прогноз позволяет выявить тенденции потребления энергии и выявить возможности для снижения затрат на электроэнергию;

- *планирование инвестиций.* Исходя из прогноза, можно оценить потребность в дополнительных мощностях и планировать инвестиции в энергетическую инфраструктуру;

- *анализ эффективности.* Прогноз позволяет проанализировать эффективность использования электроэнергии и выявить возможные проблемы с ее распределением;

- *управление рисками.* Прогноз потребления электроэнергии может помочь предотвратить перегруженность сети и связанные с ней риски.

Для прогнозирования учета электроэнергии используются различные методы и алгоритмы, например:

- статистические методы;
- методы машинного обучения;
- нейронная сеть.

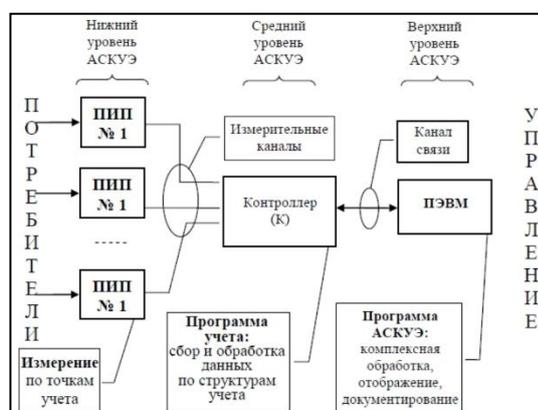
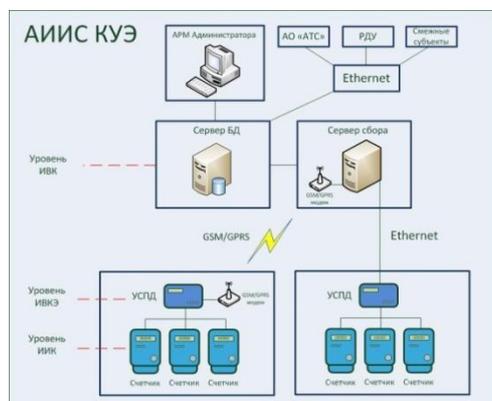
Выбор метода зависит от конкретных требований и условий задачи. Прогноз может быть выполнен в различные сроки:

- краткосрочные (за несколько часов или дней);
- промежуточный период (неделя или месяц);
- длительный срок (более года).

Точность прогнозов зависит от многих факторов, таких как качество данных и сложность моделей, используемых для изучения моделей. Однако даже при наличии некоторых ошибок прогнозы могут стать полезным инструментом для принятия взвешенных решений в области энергетики.

Стоит отметить, что прогноз не заменяет точное измерение потребления электроэнергии, а скорее является дополнением, предоставляющим дополнительную информацию для анализа и управления потреблением энергии.

Процесс обработки данных АИИСКУЭ включает сбор, хранение, анализ и передачу информации о потреблении электроэнергии [6-12].



**Рисунок 1 – Структура управления АИИСКУЭ**

**Рисунок 2 – Обобщенная структура АИИСКУЭ (АСКУЭ)**

Данные собираются автоматически с помощью счетчика, который передает информацию на системный сервер. Данные должны включать показатели потребления электроэнергии для каждого потребителя, а также время и дату измерения.

После сбора данные сохраняются в базе данных системы для последующего анализа и использования. Хранение данных осуществляется в соответствии с требованиями законодательства и внутренними организационными правилами.

Следующим этапом идет анализ данных, который предоставляет информацию о моделях потребления энергии, выявляет тенденции и закономерности и определяет способы оптимизации и энергосбережения. Для этого используются различные методы обработки данных, такие как статистический анализ, машинное обучение и т.д.

По результатам анализа составляются отчеты и графики для представления информации в удобной для понимания форме. Эти отчеты могут использоваться для принятия решений по управлению энергопотреблением, планирования инвестиций, мониторинга соответствия и других целей.

Обработка данных может включать проверку их действительности и полноты, поиск ошибок и исключений и, при необходимости, корректировку. Это обеспечивает точность и достоверность результатов анализа.

Обработка данных АИИСКУЭ является важным инструментом для эффективного управления энергопотреблением и энергетической безопасностью.

Моделирование работы АИИСКУЭ — это процесс создания и анализа компьютерной модели системы, которая может оценивать ее работу в различных средах.

Цель моделирования — определение эффективности системы, выявить возможные проблемы и предложить способы их решения. Моделирование может быть использовано для:

- проектирования новых систем;
- оптимизации существующих систем;
- обучения персонала работе с системой.

Для моделирования работы АИИСКУЭ можно использовать различные методы и инструменты, такие как:

**Математическое моделирование.** Этот метод основан на использовании математических формул и уравнений для описания работы системы. Математическая модель позволяет провести анализ работы системы в различных сценариях и получить количественные результаты.

**Имитационное моделирование.** Это метод, который использует компьютерные программы для имитации работы реальной системы. Имитационная модель позволяет увидеть, как система будет работать в реальных условиях, и оценить её эффективность.

**Физическое моделирование.** Это метод, при котором создаётся физическая модель системы. Физическая модель может быть использована для проверки работоспособности системы или для обучения персонала [6-12].

Процесс моделирования включает в себя следующие этапы:

- определение целей и задач моделирования;
- сбор данных для системы;
- выберите метод моделирования;
- создание модели;
- анализ результатов моделирования;
- интерпретация результатов;
- результаты моделирования  $\alpha$  - одно решение.

Результаты моделирования могут использоваться для определения проекта, реализации или работы АИИСКУЭ.

Система АИИСКУ, как и любая другая цифровая система оценки и анализа имеет ряд, как преимуществ, так и недостатков.

**Таблица 1 – Преимущества и недостатки внедрения АИИСКУЭ**

<b>Преимущества внедрения АИИСКУЭ</b>		<b>Недостатки реализации АИИСКУЭ</b>	
<b>Точная электрическая запись</b>	Эта система может точно регистрировать энергопотребление, избегая ошибок и споров с поставщиками.	<b>Высокие затраты на внедрение</b>	Установка системы требует значительных инвестиций в оборудование, программное обеспечение и профессиональные услуги
<b>Контроль энергопотребления</b>	Эта система может предоставлять информацию о потреблении энергии в режиме реального времени для контроля, оптимизации и потребления энергии	<b>Сложность внедрения</b>	Система требует тщательного планирования, проектирования, установки и настройки оборудования
<b>Снижение затрат на электроэнергию</b>	Эта система идентифицирует неэффективное использование электроэнергии и принимает п 'неактивность для хранения	<b>Количество необходимых остатков</b>	Система требует регулярного обслуживания и обновления программного обеспечения
<b>Повышение надежности источников питания</b>	Перегрузка сети может автоматически отсоединить потребителей для предотвращения аварий и перебоев в подаче электроэнергии	<b>Риск потери данных</b>	Риск потери данных о потреблении электроэнергии в случае отказа системы или несанкционированного доступа
<b>Защита персональных данных</b>	Введение АИИСКУЭ является юридическим требованием для некоторых категорий потребителей	<b>Зависимости поставщика услуг</b>	Работа системы отличается по передаче данных и обслуживанию оборудования от качества обслуживания провайдера.

Качество работы АИИСКУЭ может быть улучшено с помощью следующих мер:

- **Регулярное техническое обслуживание и модернизация оборудования.** Это позволяет активно идентифицировать, удалять и обновлять устаревшие компоненты системы.

- **Использование современных технологий обработки данных и алгоритмов.** Повышение надежности точного измерения, сбора, передачи и анализа данных, а также точности системы.

- **Обучение персонала.** Сотрудники, работающие с системой, должны обладать знаниями и навыками, необходимыми для ее эффективного использования и поддержания. Регулярное обучение и продвинутая подготовка персонала помогают предотвратить ошибки и проблемы в работе системы.

- **Контроль качества данных.** Надежность и целостность данных, введенных в систему, должны быть гарантированы. Для этого вы можете использовать различные методы для просмотра и фильтрации данных.

- **Интеграция с другими системами.** Интеграция АИС с управлением энергопотреблением, захватом ресурсов и другими системами позволяет получать более полную и точную информацию о работе системы и принимать более осознанные решения по оптимизации энергии.

- **Анализ бизнес-результатов.** Регулярный анализ результатов работы системы позволит определить тенденции и закономерности в потреблении электроэнергии, определить проблемы и возможности для улучшения работы системы. На основе анализа могут быть приняты меры для повышения эффективности системы и снижения затрат на энергию.

Снизить стоимость применения АИИСКУЭ возможно следующими способами:

- **Использование облачных технологий.** Вместо покупки и установки собственного оборудования вы можете использовать услуги облачного провайдера, который предоставляет необходимые ресурсы для запуска системы. Это уменьшит стоимость покупки и обслуживания оборудования.

- **Оптимизация конфигурации системы.** Выбор оптимальной конфигурации системы в соответствии с потребностями и бюджетом организации может помочь снизить расходы на оборудование и программное обеспечение.

- **Участие местных экспертов.** Исследования и сотрудничество с местными компаниями, предлагающими услуги по установке и обслуживанию оборудования, АИС КУЕ дешевле, чем участие сторонних организаций.

- **Льготы и налоговые субсидии.** В некоторых регионах и странах существуют налоговые льготы и субсидии для использования эффективных технологий под энергетическим профилем, в том числе АИИСКУЭ. Изучение этих возможностей может помочь снизить общую стоимость проекта.

- **Аренда.** Вместо покупки оборудования можно рассмотреть варианты лизинга или лизинга, которые позволят своевременно распределить затраты и сократить начальные инвестиции.

- **Конкурс или грант.** Организация предложения или конкуренции между поставщиками услуг за реализацию АИИСКУЭ может привести к снижению стоимости проекта за счет конкуренции между участниками.

- **Поэтапное внедрение.** Постепенный отказ от проекта и постепенное использование системы могут позволить распределить затраты и избежать высоких уникальных затрат.

- **Анализ рынка и оптимальный отбор, и конкуренция поставщиков.** Исследования рынка от компании, установки АИИСКУЭ услуг помогут вам найти наиболее подходящие предложения с точки зрения цены и качества [6-12].

#### Список литературы:

1. Csanyi, E. 7 Practical Tips For Installing a Good Measuring System, Electrical Engineering Portal [Электронный ресурс] / E. Csanyi. – Режим доступа: <http://electrical-engineering-portal.com/7-practical-tips-for-installing-a-goodmeasuring-system>, свободный.

2. Csanyi, E. 9 Reasons For Automation Of Manufacturing Processes, Electrical Engineering Portal [Электронный ресурс] / E. Csanyi. – Режим доступа: <http://electrical-engineering-portal.com/9-reasons-for-automation-of-manufacturingprocesses>, свободный.

3. Csanyi, E. Hardware Implementation of Substation Control and Automation, Electrical Engineering Portal [Электронный ресурс] / E. Csanyi. – Режим доступа: <http://electrical-engineering-portal.com/hardware-implementation-of-substationcontrol-and-automation>, свободный.

4. Csanyi, E. Requirements and Functions of Substation Automation, Electrical Engineering Portal [Электронный ресурс] / E. Csanyi. – Режим доступа: <http://electrical-engineering-portal.com/requirements-and-functions-of-substationautomation>, свободный.

5. Csanyi, E. Why modern buildings MUST have energy metering and monitoring system [Электронный ресурс] / E. Csanyi. – Режим доступа: <http://electricalengineering-portal.com/why-modern-buildings-must-have-energy-metering-andmonitoring-system>, свободный.

6. АСКУЭ современного предприятия // ЭНЕРГОУЧЕТ: сайт предприятия по созданию АСКУЭ. [Электронный ресурс] - URL: <http://www.eu.sama.ru/askue.html>.

7. ГОСТ 8.009-84: Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений // Консорциум кодекс: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. [Электронный ресурс] - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004505/>.

8. Дягилев, А. А. Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) / А. А. Дягилев, П. П. Новиков, В. В. Бутушин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 7 (193). — С. 33-36. — URL: <https://moluch.ru/archive/193/48370/> (дата обращения: 18.07.2024).

9. Лоскутов, А. Б. Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии / А. Б. Лоскутов, А. И. Гардин, А. А. Лоскутов. – Нижний Новгород : Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2018. – 84 с. – ISBN 978-5-502-01082-5. – EDN ОЕФОНЫ

10. Об электроэнергетике: Федеральный закон от 26 марта 2003 г. №35-ФЗ // Консорциум кодекс: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. [Электронный ресурс] - URL: <http://docs.cntd.ru/document/901856089>.

11. Об энергосбережении: Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. №261-ФЗ // Консорциум кодекс: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. [Электронный ресурс] - URL: <http://docs.cntd.ru/document/902186281>.

12. Создание АИИС КУЭ // ИК «Энергоаудитконтроль». [Электронный ресурс] - URL: <http://www.ackye.ru/activities/aiskue/>.

**УДК 621.317.785:004.42.**

## **ОЦЕНКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АИИСКУЭ**

**Хохолкова Ольга Геннадьевна**, студент

Красноярский государственный аграрный университет. Ачинский филиал, Красноярск, Россия  
e-mail: [o.xoholkova@mail.ru](mailto:o.xoholkova@mail.ru)

**Уткина Гина Анатольевна**, студент

Красноярский государственный аграрный университет. Ачинский филиал, Красноярск, Россия  
e-mail: [tinakrsk@gmail.com](mailto:tinakrsk@gmail.com)

**Дебрин Андрей Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: [debrin.as@yandex.ru](mailto:debrin.as@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрена оценка метрологического обеспечения автоматизированных информационно измерительных систем коммерческого учета энергоресурсов (АИИСКУЭ). Представлена методика расчета параметров надежности системы, а также расчета параметров требований надежности.

**Ключевые слова:** АИИСКУЭ, метрологическое обеспечение, параметры надежности, передача данных, учет энергоресурсов

# TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE IMPLEMENTATION OF PROCESS AUTOMATION SYSTEMS IN THE GREENHOUSE COMPLEX

**Khokholkova Olga Gennadiyevna**, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University. Achinsk branch, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: o.xoxolkova@mail.ru

**Utkina Tina Anatolyevna**, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University. Achinsk branch, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: tinakrsk@gmail.com

**Debrin Andrey Sergeevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: debrin.as@yandex.ru

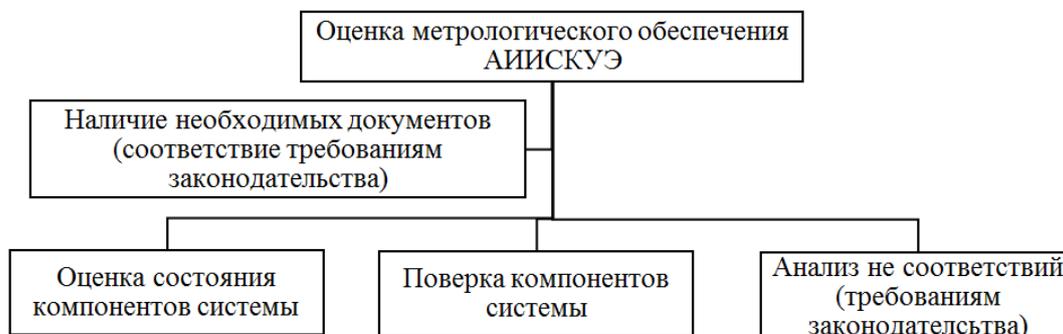
**Abstract.** The article considers the assessment of metrological support for automated information and measurement systems for commercial energy accounting (AIISCE). The method of calculating the reliability parameters of the system, as well as calculating the parameters of reliability requirements, is presented.

**Keywords:** AIISKUE, metrological support, reliability parameters, data transmission, energy accounting

Оценка метрологического обеспечения автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учёта электроэнергии (АИИСКУЭ) включает в себя проверку соответствия системы требованиям законодательства и нормативным документам в области обеспечения единства измерений [1-3].

Для оценки метрологического обеспечения АИИСКУЭ необходимо провести следующие мероприятия:

- проверить наличие необходимых документов, подтверждающих соответствие системы требованиям законодательства;
- оценить состояние измерительных компонентов системы, включая счётчики электроэнергии, трансформаторы тока и напряжения, а также каналы связи;
- провести поверку измерительных компонентов в соответствии с утверждённым графиком;
- проанализировать результаты поверки и выявить возможные несоответствия или отклонения от требований законодательства [4-7].



**Рисунок 1 – Структура оценки метрологического обеспечения АИИСКУЭ**

Оценка метрологического обеспечения должна проводиться регулярно, чтобы обеспечить точность и достоверность результатов измерений, а также соблюдение требований законодательства в области обеспечения единства измерений.

В результате оценки составляется отчёт, который содержит информацию о состоянии системы, результатах поверки, выявленных несоответствиях и рекомендациях по их устранению. Это позволяет предотвратить возможные финансовые потери из-за некорректных данных о потреблении электроэнергии и обеспечить соблюдение требований законодательства в этой области [10].

Оценка метрологического обеспечения АИИСКУЭ включает в себя следующие критерии:

- требования к погрешности измерений;
- методы измерений;
- условия измерений;
- выбор проводов цепей напряжения по допустимому падению напряжения;

- выбор кабелей вторичных цепей и проверка нагрузки трансформаторов тока (ТТ);
- выполнение измерений;
- обработка результатов измерений;
- компоненты системы (трансформаторы тока, трансформаторы напряжения, счетчики электроэнергии, устройства сбора и передачи данных).

Надежность метрологического обеспечения выполняется по следующим методикам [5]:

*Расчет токов фаз:*

$$I_{\Phi} = \frac{S_{сч}}{U_{\Phi}}, \quad (1)$$

где  $S_{сч}$  – мощность, потребляемая счетчиком по фазе;

$U_{\Phi}$  – фазное напряжение.

*Расчет максимально допустимых потерь напряжения:*

$$U_{ном} = U_{\Phi} \cdot N_{изм} / 100, \quad (2)$$

где  $U_{\Phi}$  – фазное напряжение;

$N_{ном}$  – норматив на величину потерь по ПУЭ (25%).

*Расчет максимально допустимого сопротивления кабеля:*

$$R_{пров} = \frac{U_{ном}}{N \cdot I_{\Phi}}, \quad (3)$$

где  $N$  – количество подключений к трансформатору напряжения.

*Расчет допустимого сечения кабеля:*

$$F_{пров} = \frac{\rho \cdot L_{пров}}{R_{пров}}, \quad (4)$$

где  $L_{пров}$  – длина кабеля;

$\rho$  – удельная проводимость материала проводов.

*Баланс и учет электроэнергии за учетный период производится по разности показаний на выходе измеряемого объекта, а также по шинам:*

$$\delta_{ИК} = \pm 1,1 \sqrt{\delta_{рI}^2 + \delta_{рU}^2 + \delta_{рл}^2 + \delta_{р\theta}^2 + \delta_{орсч}^2 + \sum \delta_{рсчj}^2}, \quad (5)$$

где  $\delta_{рI}$  – погрешность ТТ в %;

$\delta_{рU}$  – погрешность ТН в %;

$\delta_{рл}$  – погрешность, вызванная потерями в линии;

$\delta_{р\theta}$  – погрешность схемы подключения ИПУ за счет угловых погрешностей;

$\delta_{орсч}$  – основная относительная погрешность ИПУ;

$\delta_{рсчj}$  – дополнительная погрешность ИПУ.

*Погрешность  $\delta_{р\theta}$  при изменениях активной энергии:*

$$\delta_{р\theta} = 0,0291 \cdot \theta (1/\operatorname{tg}\varphi), \quad (6)$$

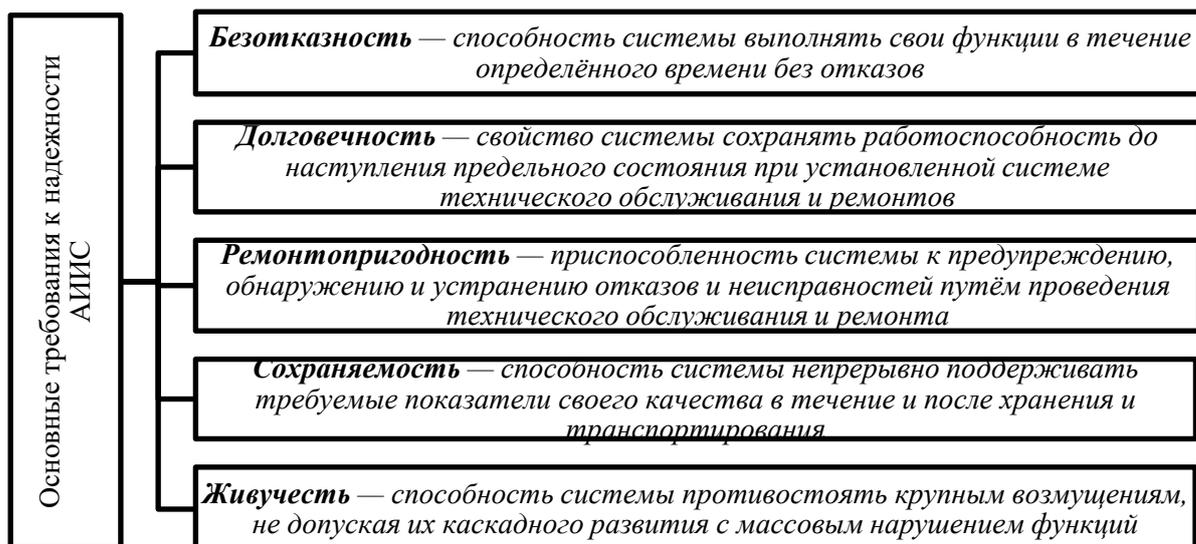
$$\theta = \pm \sqrt{\theta_{рI}^2 + \theta_{рU}^2}, \quad (7)$$

где  $\theta_{рI}$  – угловая погрешность ТТ (мин);

$\theta_{рU}$  – угловая погрешность ТН (мин);

$\varphi$  – угол сдвига между векторами  $I$  и  $U$  контролируемой сети (град.).

Требования к надёжности АИИС определяются нормативными документами и стандартами, которые регулируют их разработку, эксплуатацию и обслуживание.



**Рисунок 2 – Структура параметров надежности АИИСКУЭ**

Для обеспечения надёжности необходимо проводить анализ рисков и разрабатывать меры по их снижению. Также важно проводить регулярное техническое обслуживание и ремонт системы, обучать персонал работе с ней и контролировать соблюдение правил эксплуатации.

В целом, требования к надёжности зависят от конкретной сферы применения АИИС и могут включать в себя дополнительные условия, связанные с особенностями работы системы.

Основным показателем надёжности, является расчет наработки до отказа ( $T_0$ ) и коэффициент готовности ( $K_T$ ).

*Интенсивность отказов элемента:*

$$\lambda = I/T_0, \quad (8)$$

*Отношение времени безотказной работы к общему времени работы системы:*

$$K_T = T_0/(T_B + T_0), \quad (9)$$

где  $T_B$  – время восстановления.

*Интенсивность отказов системы:*

$$\lambda_n = n \lambda_i, \quad (10)$$

где  $n$  – интенсивность отказов

$$\lambda_{\text{АИИС}} = \sum_{i=1}^n \lambda_i, \quad (11)$$

$$\lambda = \frac{\lambda_1 \cdot \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}, \quad (12)$$

$$T_{0\text{АИИС}} = I/\lambda_{\text{АИИС}}, \quad (13)$$

Для обеспечения качественного метрологического обеспечения АИИСКУЭ необходимо использовать современные приборы учета заданного класса точности, и применения цифровых технологий измерений, сбора и обработки данных. Мониторинг и координация функционирования программно-технического комплекса АИИСКУЭ обеспечивает синхронность измерений, повышая надёжность системы, формирования плановых балансов электроэнергии, организацию автоматизированной передачи данных коммерческого учета электроэнергии.

#### Список литературы:

1. АСКУЭ современного предприятия // ЭНЕРГОУЧЕТ. – Текст: электронный // - URL: <http://www.eu.sama.ru/askue.html> (дата обращения 20.10.2024).: электронный // URL: <http://www.eu.sama.ru/askue.html> (дата обращения 20.10.2024).
2. ГОСТ 1983-2001. Трансформаторы напряжения. Общие технические требования. – Взамен ГОСТ 1983-89; введ. 2003-01-01. - Москва: Стандартинформ, 2006. – 35 с.
3. ГОСТ 31819.22-2012. Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2S и 0,5S. – Взамен ГОСТ Р 52323-2005; введ. 2014-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 20 с.
4. ГОСТ 7746-2001. Трансформаторы тока. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 7746-89; введ. 2003-01-01. - Москва: - Изд-во стандартов, 2002. – 33 с.
5. Латышенко, К.П. Автоматизация измерений, испытаний и контроля [Текст]: учебник / К.П. Латышенко. – Москва: Издательский центр «Академия», 2012. 320 с.
6. Лоскутов А.Б, Гардин А.И., Лоскутов А.А. Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии / Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева. - 2018. С. 84.
7. ОАО Концерн Энергомера – Текст: электронный // - URL: <http://www.energomera.ru> (дата обращения 20.10.2024).: электронный // URL: <http://www.energomera.ru> (дата обращения 20.10.2024).
8. ЭнергоАльянс – Текст: электронный // - URL: <http://www.en-as.ru/>. (дата обращения 20.10.2024).: электронный // URL: <http://www.en-as.ru/> (дата обращения 20.10.2024).
9. Матрица – Текст: электронный // - URL: <http://www.matritca.ru>. (дата обращения 20.10.2024).: электронный // URL: <http://www.matritca.ru> (дата обращения 20.10.2024).
10. Хохолкова, О. Г. Обзор АИИСКУЭ для разных типов потребителей / О. Г. Хохолкова // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. – 2024. – № 20. – С. 147-149.

УДК 631.55.032\*631.35

## СПОСОБ УБОРКИ ФАСОЛИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

**Шаршембиев Жыргалбек Сабырбекович**, доктор технических наук, профессор  
Таласский государственный университет, Талас, Кыргызская Республика  
e-mail: [jyrgal.krtk@mail.ru](mailto:jyrgal.krtk@mail.ru)

**Абдырахманов Иманбек Асанович**, кандидат технических наук, доцент  
Таласский государственный университет, Талас, Кыргызская Республика  
e-mail: [i.abdyrahmanov@mail.ru](mailto:i.abdyrahmanov@mail.ru)

**Сурапов Анаркул Кудайбердиевич**, кандидат технических наук, доцент  
Таласский государственный университет, Талас, Кыргызская Республика  
e-mail: [surapov80@mail.ru](mailto:surapov80@mail.ru)

**Аннотация.** Предлагаемом способе уборки фасоли, посаженной рядами и в устройстве для его осуществления, включающий подъем стеблей и их скашивание плоскими ножами по всей ширине между рядами, формирование валка стебельной массы, где скашивание осуществляют непосредственно с границы пристебельной полосы ряда с сопутствующим смещением, при этом срезанные стебли сдвигают в вертикальном положении с плоскости стерни в противоположную сторону границы пристебельной полосы на расстояние не менее её ширины, затем образуют приуплотненный стоячий валок, при этом обеспечивают щадящее перемещение скошенной массы с незначительным повреждением к механическим воздействиям. Устройство включает в себя: модульный рабочий орган состоящий из стойки с жестко закрепленными на ней встречно-зеркально расположенными отводящими прутками и плоским ножом, прикрепленные к балке торпедные делители с лыжеобразной лапкой и стеблеподъемниками, и поступательно движущиеся сегментно-режущие агрегаты.

**Ключевые слова:** способ уборки фасоли, стебельная масса, пристебельная полоса, плоскость стерни, навесной агрегат, модульный рабочий орган, моделирования рабочего процесса

## THE METHOD OF HARVESTING BEANS PLANTED IN ROWS AND THE DEVICE FOR ITS IMPLEMENTATION

**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 proposed method of harvesting beans planted in rows and in a device for its implementation, including lifting the stems and mowing them with flat knives across the entire width between the rows, forming a roll of stem mass, where mowing is carried out directly from the border of the stem strip of the row with concomitant displacement, while the cut stems are shifted vertically from the stubble plane in the opposite direction the boundaries of the stem strip at a distance of at least its width, then form a sealed standing roll, while providing gentle movement of the beveled mass with minor damage to mechanical influences. The device includes: a modular working body consisting of a rack with counter-mirrored discharge rods and a flat knife rigidly fixed on it, torpedo dividers with a ski-like foot and stem lifts attached to the beam, and translationally moving segment-cutting units.

**Keywords:** method of harvesting beans, stem mass, stem strip, stubble plane, mounted unit, modular working body, workflow modeling

Сельское хозяйство является доминирующим сектором экономики Таласской долины Кыргызской Республики, где 85% населения живёт в сельской местности и в основном занимаются с выращиванием фасоли. Таласская фасоль, получив известность и признание среди оптовых торговцев бобовых культур, в особенности за рубежом, превратилась в конкурентоспособный товар.

Наиболее сложна проблема уборки урожая. Созревает фасоль неравномерно. Уборку фасоли необходимо начинать, не дожидаясь созревания всех бобов, чтобы избежать потерь от самоосыпания. С учётом этого к уборке необходимо приступать, когда созреет 70-80 % бобов. В связи с этим, уборку фасоли необходимо осуществлять раздельным способом, с укладкой скошенной растительной массы в валки, когда созреет 60-80% бобов и растения сбросят листья и после подсыхания скошенной массы, когда семена достигнут влажности 16-18%, производит подбор и обмолот [1, 7].

Для уборки урожая фасоли в сфере частных хозяйств и хозяйствующих субъектов с малой площадью посевов используются самодельная фасолеуборочная техника, так как такая техника малой механизации сравнительно дешёво и доступно.

Обзор самодельной фасолеуборочной техники в регионе показало, что все навесные устройства для раздельной уборки кустовых сортов фасоли имеют идентичную конструкцию и принцип работы, следовательно, и имеют общий недостаток, снижающий качество фасоли. Устройство состоит из несущего корпуса, выполненного в виде пространственной жёсткой рамы, базирующего на опорных колёсах, в котором к стойке крепятся стеблеподъёмники, смонтированные на торпедных делителях, и плоских ножей для среза стеблей в прикорневой части. При таком скашивании валки смешиваются частицами почвы [4, 6].

Известен способ уборки полёглых культур и устройство для его осуществления, включающий подъем стеблей и срезание, где одновременно с подъемом стеблей проводят рыхление прикорневого слоя почвы, после чего стебли с ослабленными связями с почвой вычесывают из нее, а срезанию подвергают стебли, оставшиеся невычесанными. Согласно этому способу при уборке полёглых культур в процессе движения жатки по полю специальные подкапывающие рабочие органы заглубляются в почву на величину, зависящую от глубины залегания корневой системы. В процессе вычесывания подкопанных растений происходит механическое воздействие рабочих органов на стеблестой, механический удар по продуктивной части растения, а, следовательно, обламывание бобов, что увеличивает потери урожая. Кроме того, при рыхлении, на корнях растений сохраняется в виде комочков почвы, а также не исключено смешивание скошенной травяной массы с частицами разрыхлённой почвы [2].

Повышение уровня технологии уборки урожая фасоли в сфере фермерских хозяйств является насущной проблемой в регионе.

Предлагаемый способ направлен на повышения производительности и качества уборки фасоли, снижение нагрузок на рабочие органы и улучшение манёвренности трактора за счет усовершенствованию конструкции навесных агрегатов.

Поставленная задача решается тем, что в предлагаемом способе уборки фасоли, посаженной рядами и в устройстве для его осуществления, включающий подъем стеблей и их скашивание плоскими ножами по всей ширине между рядами, формирование валка стебельной массы, где скашивание осуществляют непосредственно с границы пристебельной полосы ряда с сопутствующим смещением, при этом срезанные стебли сдвигают в вертикальном положении с плоскости стерни в противоположную сторону границы пристебельной полосы на расстояние не менее её ширины, затем образуют приуплотненный стоячий валок, при этом обеспечивают щадящее перемещение скошенной массы с незначительным повреждением к механическим воздействиям.

Устройство для уборки фасоли, включающее навесной агрегат, модульный рабочий орган состоящий из стойки с жестко закрепленными на ней встречно-зеркально расположенными отводящими прутками и плоским ножом, торпедные делители, прикрепленные к балке, лыжеобразной лапкой, стеблеподъемниками и поступательно движущиеся сегментно-режущие агрегаты, где задняя балка с помощью шарнирного узла имеет возможность складываться, режущие инструменты стеблей модульного рабочего органы, для стандартного междурядья равной 700 мм, находятся в пределах  $l_1=370$  мм (рисунками1) по оси борозды, и имеют рабочую длину наклонного ножа и отводящих прутков в пределах  $l=330-400$  мм., обеспечивающие перекрытия ширины пристебельной полосы  $b$  по ходу движения скоса, с тем обеспечивая гарантированного среза растительной массы в ряду.

Сущность предложенного способа поясняется рисунками 1-4, где на:

рисунке 1 - схема действия модульного рабочего органа навесного агрегата;

рисунке 2 - схема размещения модульных рабочих органов и размеры возможных захватов равным кратным двум междурядковым расстоянием;

рисунке 3 - конструктивные элементы передней и задней несущих балок в сборе с модульными рабочими органами;

рисунке 4, вверху - вид сбоку трактора с навесными агрегатами, а внизу - вид сверху со схемой захвата рядов полёглой культуры.

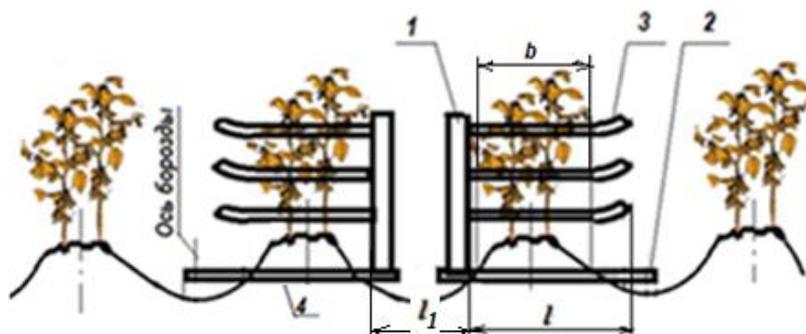


Рисунок 1

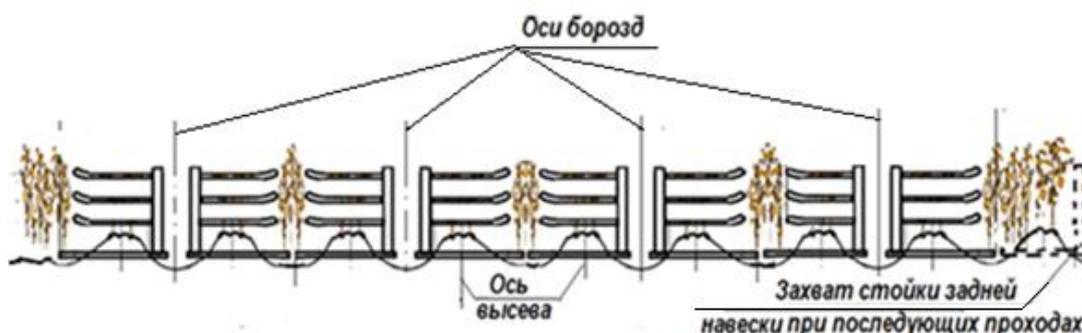
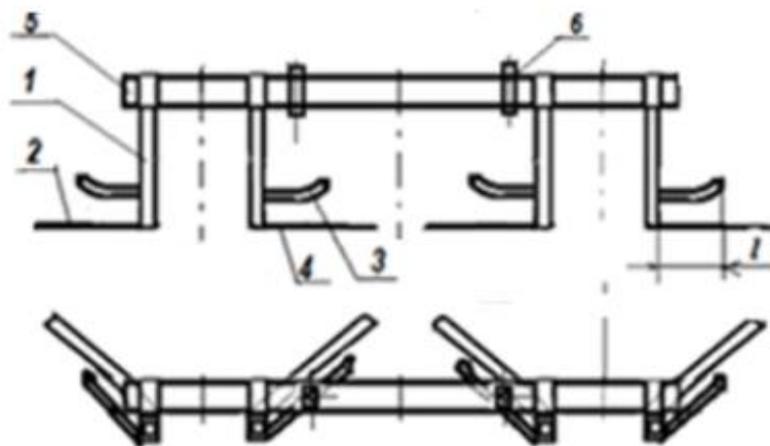


Рисунок 2



**Рисунок 3**

Рациональное размещение рабочих органов навесных агрегатов к серийному трактору МТЗ-80 и МТЗ-82 построено на основе математического моделирования рабочего процесса.

В результате математического моделирования рабочего процесса режущих инструментов получено оптимальное размещение плоских ножей, отводящих прутков и монтажной стойки, составляющие рабочий орган агрегата скашивания. Моделирование рабочего процесса исходило из аналитической зависимости среза кустов в ряду по отношению кучности расположения стеблей по ширине вдоль оси высева, т.е. полосы пристебельной части. Кучность расположения стеблей по ширине вдоль ряда находится в пределах 250-330 мм. При стандартном расстоянии осей высева 700 мм минимальное расстояние между воображаемой полосой кучности расположения стеблей, где полосы пристебельной части, смежных рядов составляет 370 мм. Для иных стандартных расстояний осей высева это расстояние можно определить аналогично. Исходя из полученного вытекает, что точка внедрения режущего инструмента стеблей должна находиться в пределах 370 мм по оси борозды, на границе полосы пристебельной части. При таком внедрении режущие инструменты для двух рядов имеют общую рабочую длину меньше, чем инструменты типа типографского символа «Стрелка» на величину 370 мм, уменьшается площадь контакта инструмента с почвой, приводящая к снижению нагрузки работающего устройства. Отводящие прутки должны иметь длину в пределах 330-400 мм для обеспечения полного сдвига скошенных стеблей со стерни по всей ширине полосы пристебельной части. Режущий инструмент в виде плоского ножа должен осуществлять срез до оси борозд внешнего смежного ряда. Отводящие прутки и плоский нож должны быть жёстко закреплены на вертикальной стойке. При зеркальном расположении плоского ножа и отводящих прутков в сборе со стойкой, по отношению оси борозды, в совокупности получаем конструкцию, представляющую собой рабочий модуль агрегата, состоящий из левой и зеркально правой частей как конструктивно и функционально законченную единицу (рисунок 1). Такой модульный рабочий орган за один проход захватывает по два ряда. Для серийных трактор количество симметрично расположенных оптимальных рабочих модулей может быть кратным двум рядам (оптимально 2 или 4), в зависимости от наличия переднего и заднего навесных агрегатов.

На рисунках 2 и 3 показаны положения внедрения модульных рабочих органов по отношению к пристебельной полосе. Плоские ножи, правый и левый, располагаются под углом к направлению скашивания и перпендикулярно закреплены к стойкам жёстко. Отводящие прутки, так же жёстко закреплённые к соответствующим стойкам, в свою очередь расположены параллельно к плоским ножам в пределах одной плоскости. Для удобства транспортировки задняя балка конструктивно выполнена складывающейся.

Устройство состоит из переднего и заднего навесных агрегатов, монтированных на серийном тракторе. Передний навесной агрегат состоит из передней балка 5, в которой монтируются: модульные рабочие органы в сборе со стойкой 1, плоскими ножами 2 и 4, отводящий прут 3, а также, торпедные делители 14 с лыжеобразной лапкой и стеблеподъёмниками, поступательно движущиеся сегментно-режущие агрегаты 7. Карданный узел 8 установлен между кривошипно-ползунным механизмом сегментно-режущего агрегата 7 и гидромотором 9. Крепление навесного агрегата спереди трактора осуществляется посредством навески 12. Подъём и опускание переднего навесного агрегата производится гидравлической навесной оснасткой трактора, оснащённой унифицированными

соединителями, питающиеся от гидросистемы трактора 11. Задний навесной агрегат состоит из задней балки 15, в которой монтируются узлы и детали аналогично переднему навесному агрегату. При этом задняя балка 15 от передней балки 5 отличается по длине и по конструкции. Задняя балка 15 конструктивно имеет возможность складываться при транспортировке из-за наличия шарнирного узла 6. Крепление навесного агрегата сзади трактора осуществляется посредством задней навесной оснастки 13, работающей от гидравлической системы трактора. Работу гидромотора 9, обеспечивает гидронасос 10, подключённый к валу отбора мощности трактора.

Захват рядов полёглых культур (рисунок 4) отражён с межосевым расстоянием 140 см, т.е. равным стандартным осевым расстоянием двух межрядных борозд, соответственно и межколёсным расстоянием трактора, поясняет суть предлагаемого способа уборки.

Способ уборки фасоли, посаженной рядами, осуществляют с помощью предлагаемого устройства следующим образом.

При выполнении технологического процесса, торпедные делители 14, расположенные на передней 5 и задней 15 балках, расстояние между которыми равно ширине междурядий кратным двум рядам, по борозде своими передними концами прочёсывая, входят в соприкосновение с растительной массой, раздвигают её, и с последовательным подъёмом увлекают на поверхность стеблеподъёмников торпедного делителя 14 низкорасположенные и сплетённые бобы. Поднятая растительная масса подвергается к разделению разрезкой вертикально установленным сегментно-режущим агрегатом 7. При этом лыжеобразная лапка торпедного делителя 14, копирует рельеф почвы, исключая смешивания скошенной массы с частицами разрыхлённой почвы. Разрезанную по вертикали растительную массу над режущими плоскими ножами 2 и 4, удерживают как за счёт силы трения, так и за счёт постоянной поддержки стойкой 1, с отводящими прутками 3. Плоскими ножами 2 и 4 подрезают растения на уровне корневой шейки стеблей фасоли.

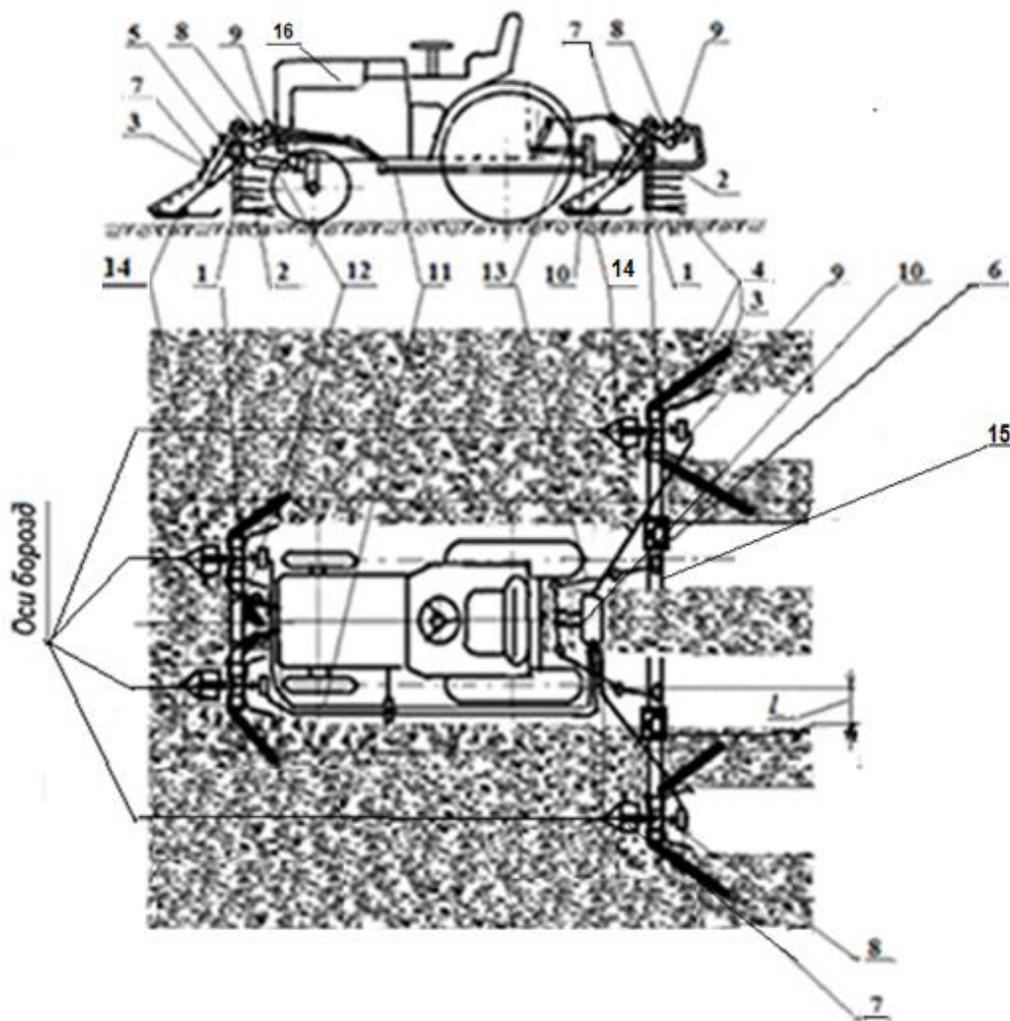


Рисунок 4

По ходу срезания, скошенную растительную массу с плоскости стерни сдвигают стойкой 1, с отводящими прутками 3, по параллельной плоскости к почве, т.е. происходит смещение скошенной массы со стерни с пристебельной полосы, а плоские ножи 2 и 4 с соответствующей длиной обеспечивают срезающий проход до середины борозд внешних смежных рядов, тем самым полностью скашивают растительность в бороздах. Такой сдвиг со смещением за пределами длины отводящих прутков 3 скошенной массы приводит к её уплотнению и сужению по ширине кучности, образуя стоячий валок с незначительным подвержением к механическим воздействиям, выражающийся в терблениях стеблей и ударах по их продуктивной части. Передний навесной агрегат образует колею для трактора. При таком способе скашивания осыпанность зёрен минимальна, т.е. обеспечивается бережное сохранение урожая на данной стадии уборки.

За один технологический проход трактор производит скашивание захватом номинальной двух и более рядов кратным двух, что способствует повышению производительности уборки.

Способ уборки фасоли, посаженной рядами и устройство для его осуществления были экспериментально опробованы в фермерском хозяйстве села Боо-Терек Таласского региона. Опытные испытания показали эффективность предлагаемого способа уборки фасоли, посаженной рядами и устройства для его осуществления.

#### **Список литературы:**

1. Авторское сидетельство RU2063673C1, 1996-07-20
2. Авторское сидетельство SU № 1477309, 1989- 07.05.
3. Павленко В.Н., Тюрина И.А. Технология возделывания фасоли. ФГОУВПО Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия
4. Тургунбаев М.С., Абдырахманов И.А., Учуров О.А. Разработка средств малой механизации для срезания кустов фасоли Известия ВУЗов Кыргызстана. 2019. №. 5. С. 7-11
5. Тургунбаев М.С., Абдырахманов И.А., Учуров О.А., Осмонов М. Н. Перспективы внедрения результатов научно-исследовательской работы в Таласском государственном университете по уборке урожая фасоли. Известия ВУЗов Кыргызстана. 2021. №. 4. С. 24-30
6. Тургунбаев М.С., Осмонов М.Н., Тургунбаева З.Б. Обзор и анализ конструкций машин малой механизации для срезания кустов фасоли. Известия ВУЗов Кыргызстана. 2019. №. 5. С. 12-15.
7. Хохоева Н.Т., Технология возделывания фасоли в условиях лесостепной зоны РСО-Алания. СК НИИ ГПСХ, с. Михайловское, РСО-Алания.
8. Чеботарев В. П. [и др.] Машины и оборудование в растениеводстве. Практикум: учебно-методическое пособие – Минск: БГАТУ, 2021. – Ч. 3.

## СЕКЦИЯ 2. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

УДК 633.853.494

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАПСА В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Абакумов Семен Николаевич**, аспирант

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орёл, Россия  
e-mail: semura01@mail.ru

**Лобков Василий Тихонович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орёл, Россия  
e-mail: v.lobckov2014@yandex.ru

**Бобкова Юлия Анатольевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орёл, Россия  
e-mail: bobkovaj75@mail.ru

**Аннотация.** Сегодня рапс является перспективной, широко востребованной культурой. Области его применения обширны. Так было не всегда. В культуре рапс известен лишь с 19 века. В связи с развитием сельскохозяйственной науки и, прежде всего, селекции эта культура на современном этапе стала вновь востребована. Орловская область на сегодняшний день является одним из ведущих регионов в России по производству рапса. Валовый сбор рапса ежегодно увеличивается, природно-климатические и метеорологические условия последних лет позволяют получать высокие урожаи этой культуры, а посевные площади неуклонно увеличиваются. Исходя из ряда агротехнических и экономических причин, и, прежде всего высокой маржинальности этой культуры, площади его посевов в Орловской области будут возрастать.

**Ключевые слова:** рапс озимый, рапс яровой, маржинальная культура, урожайность, посевные площади, валовый сбор, Орловская область

### THE CURRENT STATE AND PROSPECTS OF RAPESEED CULTIVATION IN THE OREL REGION

**Abakumov Semyon Nikolaevich**, Postgraduate student

Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia  
e-mail: semura01@mail.ru

**Lobkov Vasily Tikhonovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia  
e-mail: v.lobckov2014@yandex.ru

**Bobkova Yulia Anatolyevna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia  
e-mail: bobkovaj75@mail.ru

**Abstract.** Today, rapeseed is a promising, widely demanded crop. Its fields of application are extensive. It wasn't always like that. Rapeseed has been known in culture only since the 19th century. Due to the development of agricultural science and, above all, breeding, this crop has become in demand again at the present stage. The Orel region is currently one of the leading regions in Russia for the production of rapeseed. The gross harvest of rapeseed increases annually, the climatic and meteorological conditions of recent years allow for high yields of this crop, and the acreage is steadily increasing. Based on a number of agrotechnical and economic reasons, and, above all, the high marginality of this crop, the area of its crops in the Orel region will increase.

**Keywords:** winter rapeseed, spring rapeseed, marginal crop, yield, acreage, gross harvest, Oryol region

На сегодняшний день рапс является перспективной, широко востребованной культурой. Области его применения обширны. Это пищевая промышленность и предприятия по производству биотоплива. Ценится рапс как источник белка для сельскохозяйственных животных и птицы при произ-

водстве жмыха и шрота. Культура характеризуется как хороший предшественник для зерновых культур, позволяя получить гарантированную прибавку урожайности, структурирует почву и обогащает ее. Рапс известен как один из ранних медоносов для пчёл [6].

Рапс - естественный спонтанный гибрид сурепицы и капусты, в дикой флоре не встречается [5]. Рапс как культуру в России начали возделывать ещё в 19 веке. Тогда выращивалась лишь его озимая форма, причем в основном на экспорт масла [1]. После выведения в Канаде в середине 20 века безэруковых и малогликозинолатных сортов и гибридов рапса культура получила второе рождение. С тех пор активная работа селекционеров по всему миру привела к созданию продуктивных сортов этой культуры с высоким содержанием масла и белка. Постоянно совершенствуется и технология возделывания культуры.

Рапс обладает высокой пластичностью и возделывается практически на всех континентах. В культурной флоре он представлен яровой и озимой формами. Основными производителями рапса являются Канада, Европейский союз, Китай и Австралия.

Возделывание рапса в России было возобновлено только к 80-м годам 20 века, и это были в основном озимые формы, возделываемые в южных регионах России. Благодаря появлению новых интенсивных сортов и гибридов ярового рапса, в том числе гибридов, устойчивых к имазамокс содержащим гербицидам, география возделывания рапса в нашей стране начала расширяться с начала 2010-х годов. Площади под рапсом увеличились в Центральном и Северо-западном регионе. Положительной динамикой характеризовалось создание производственных мощностей по переработке этой культуры. Появление более зимостойких и интенсивных сортов и гибридов озимого рапса позволило расширить ареал его возделывания в областях Центрально-Черноземного, Центрально-Нечерноземного и Северо-Западного регионов к началу 2020-х годов [8]. На сегодняшний день основными регионами производства озимого рапса являются: Центрально-Черноземный Регион, Южный Федеральный Округ, Дальневосточный Федеральный Округ, Северо-западный Округ, Кавказ, Юг Сибири, Поволжье, Республика Крым и Урал [3].

Орловская область на сегодняшний день является одним из ведущих регионов в России по производству рапса. По данным Тучина С.С. (2023), Орловская область в 2023 году вышла на пятое место в Российской Федерации по посевным площадям, занятым озимым рапсом после Краснодарского края, Ставропольского края, Брянской и Калининградской области и по площадям под яровым рапсом вошла в десятку лучших регионов России [8].

На рисунке 1 представлены посевные площади под рапсом в разрезе озимой и яровой формы за последние четыре года по данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Орловской области [4].

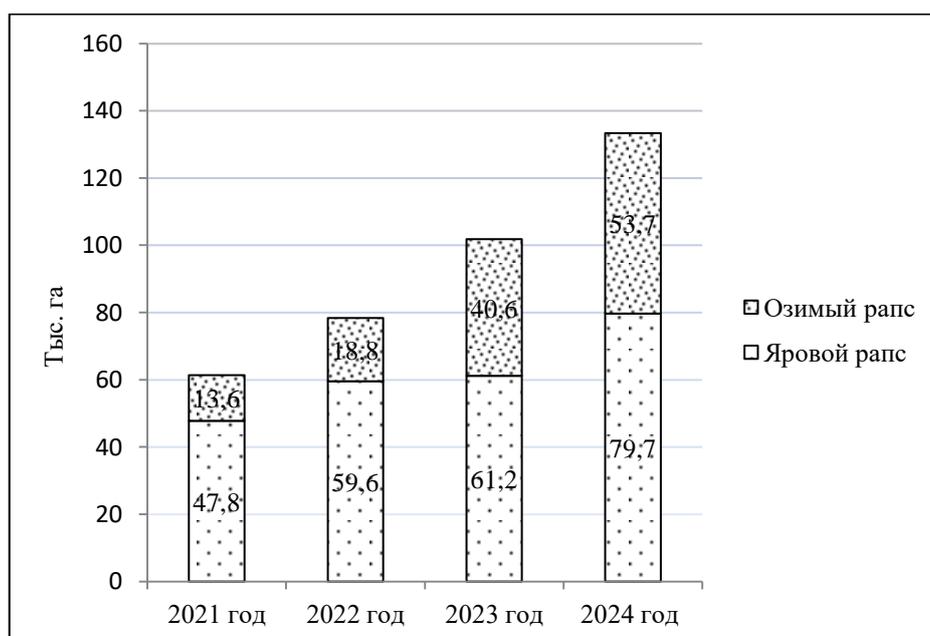


Рисунок 1 - Посевные площади, занятые рапсом в Орловской области, тыс.га (2021-2024

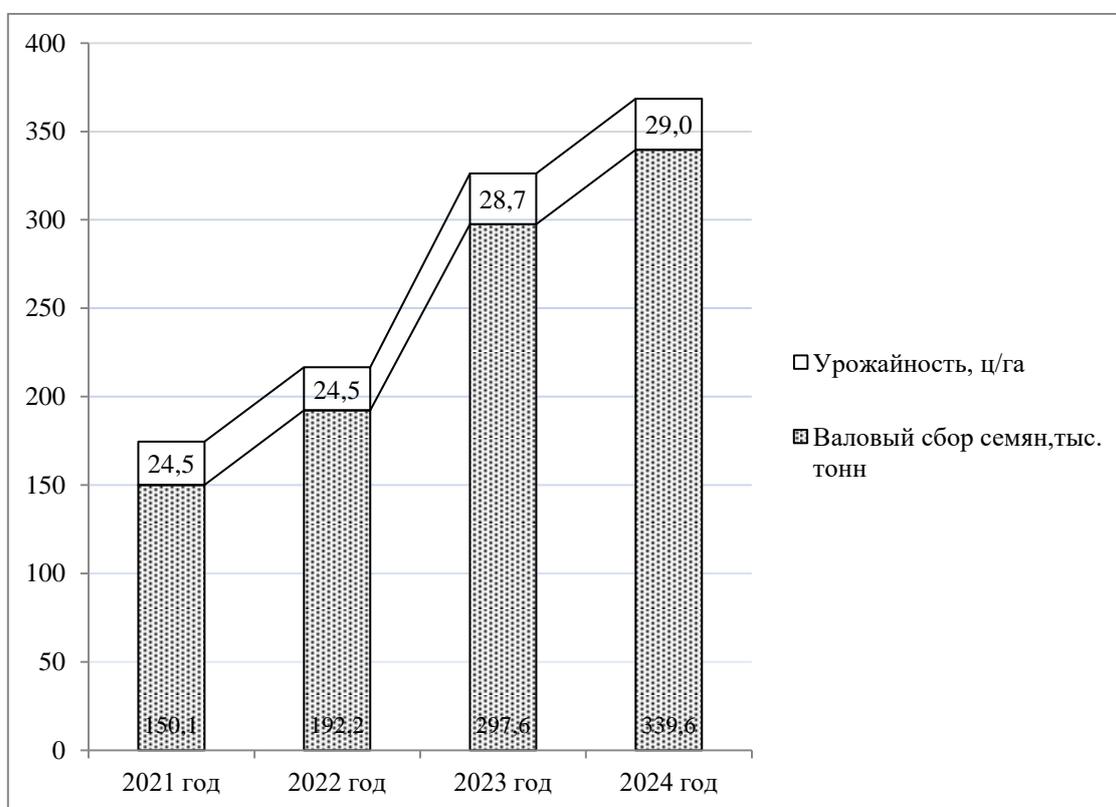
гг.)

Из данных рисунка 1 следует, что площади под рапсом в Орловской области неуклонно растут. В 2021 году они составляли 61,4 тыс.га, в 2022 году -78,4 тыс.га, в 2023 году -101,8 тыс.га, а в 2024 году – 133,4 тыс.га. Причем, темпы роста посевных площадей под этой культурой в последние два года были значительно выше. Если прирост площади в 2022 году составил +27% к 2021 году, то в 2023 году +30% к 2022 году, а в 2024 году уже+33 % к 2023 году.

Важно отметить, что в последние три года происходило увеличение доли земель под озимой формой рапса: в 2021 году – 22% от общей площади под культурой, в 2022 году – 24%, а в 2023 и 2024 году уже 40%.

Цены на рапс значительно выше, чем на зерновые культуры. Поэтому закономерно и увеличение площадей под этой культурой. А достаточно теплые зимы и высокая урожайность озимого рапса позволяет сделать выбор производителей Орловской области в пользу озимой формы. Однако, не каждый год озимый рапс благополучно перезимовывает, поэтому яровой рапс в этом случае становится возможной страховой культурой.

Валовый сбор семян (озимый + яровой) и средняя урожайность рапса в Орловской области за последние четыре года по данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Орловской области [9] представлены на рисунке 2.



**Рисунок 2 - Валовый сбор семян (озимый + яровой) и средняя урожайность рапса в Орловской области, 2021-2024 гг.**

Данные рисунка 2 свидетельствуют, что в последние два года валовый сбор рапса в области резко увеличился. Как свидетельствуют некоторые литературные источники, в 2023 году Орловщина оказалась первой в ЦФО и второй по всей России по этому показателю [2; 7]. Лидером стала Орловская область в ЦФО и в 2024 году по валовому сбору рапса. Было собрано 339,6 тысяч тонн, что на 42 тысячи тонн больше, чем в 2023 году.

Урожайность рапса в последние два года также отличалась более высокими показателями по сравнению с предыдущими годами, что связано с благоприятными для вегетации рапса погодными условиями этих лет. Причем, известно, что урожайность озимого рапса выше, чем ярового. Однако, в 2024 году метеорологические условия в области сложились таким образом, что яровой рапс также показал достаточно высокую урожайность – 26 ц/га против 32 ц/га у озимого рапса.

Представленный анализ развития рапсоводства последних лет в Орловской области свидетельствует о том, что исходя из ряда агротехнических и экономических причин, и, прежде всего высокой маржинальности этой культуры, площади его посевов будут возрастать.

#### Список литературы:

1. Масличные культуры в России в начале XX века / Р. Б. Нурлыгаянов, А. Н. Лазаренко, Л. Л. Сорокин [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 6(54). – DOI 10.51419/202126636.
2. Очередной аграрный рекорд? Как в Орловской области идёт уборочная кампания? К. Владимиров// Еженедельник "Аргументы и Факты" № 40. АиФ-Орёл 02/10/2024 URL: <https://chr.aif.ru/orel/ocherednoy-agrarnyy-rekord-kak-v-orlovskoy-oblasti-idyot-uborochnaya-kampaniya> (дата обращения: 01.11.2024).
3. Перспективы возделывания рапса в условиях Орловской области (обзорная статья) / Н. А. Гуров, Н. И. Баричева, Е. К. Мозгова, М. В. Сорокина // Научный журнал молодых ученых. – 2023. – № 5(35). – С. 26-30. – EDN FUIRJN.
4. Посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий // URL: [https://57.rosstat.gov.ru/sh\\_ohota\\_lh?ysclid=loe7mv9dae785282194](https://57.rosstat.gov.ru/sh_ohota_lh?ysclid=loe7mv9dae785282194) (дата обращения: 31.10.2024).
6. 5. Растениеводство Центрального Черноземья России: Учебник / Под ред. В.А. Федотова, С.В. Кадырова.- Воронеж. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 581 с.
7. Савиных, И. Прибыльная РАПСодия / И. Савиных // АгроФорум. – 2023. – № 2. – С. 62-68.
8. Сезон уборки рапса в Орловской области: рост урожая на 42 тысячи тонн в этом году. // FORKAGRO URL: <https://forkagro.com/incubator/v/sezon-uborki-rapsa-v-orlovskoj-oblasti-rost-urozhayana-42-tysyachi-tonn-v-ehdom-godu> (дата обращения: 31.10.2024).
9. Тучин, С. С. Предпосылки к увеличению производства рапса в России и мире / С. С. Тучин // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 9, № 12(141). – С. 192-199.
10. Урожайность сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий// URL: [https://57.rosstat.gov.ru/sh\\_ohota\\_lh?ysclid=loe7mv9dae785282194](https://57.rosstat.gov.ru/sh_ohota_lh?ysclid=loe7mv9dae785282194) (дата обращения: 31.10.2024).

УДК 633.11: 633.86

### ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОПРЕПАРАТОВ

**Байкалова Лариса Петровна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: kos.69@mail.ru

**Карвель Александр Александрович**, аспирант  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: saschaworkout@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассмотрены результаты полевого опыта по различным технологиям возделывания яровой пшеницы с применением стимулятора роста и биопрепаратов. Исследования проводили в лесостепной зоне Красноярского края. Цель - выявить влияние биологических средств защиты на элементы структуры урожая и урожайность яровой пшеницы. Применение биопрепаратов способствовало увеличению длины растения, длины и озерненности колоса, массы 1000 зерен, числа продуктивных стеблей. Урожайность опытных вариантов превышала контроль в 2,0 - 2,2 раза. Она составляла от 3,351 т/га при применении предпосевной обработки семян, стимулятора роста Биодукс, биоудобрений Органит П, Органит Н до 3,717 т/га при применении предпосевной обработки семян, стимулятора роста Биодукс, биоудобрений Органит П, Органит Н, биофунгицидов Оргамика С, Псевдобактерин 3 и гербицида Гербитокс. Большая урожайность пшеницы получена во втором, четвертом и пятом вариантах при применении предпосевной обработки семян, стимулятора роста Биодукс, биоудобрений и биофунгицидов по вегетации.

**Ключевые слова:** стимулятор роста, биоудобрения, биофунгициды, гербицид, элементы структуры урожая, урожайность, яровая пшеница

## ELEMENTS OF THE CROP STRUCTURE AND YIELD OF SPRING WHEAT IN KRASNOYARSK FOREST-STEPPE IN THE APPLICATION OF BIOLOGICAL PRODUCTS

**Baykalova Larisa Petrovna**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: kos.69@mail.ru

**Karvel Alexander Alexandrovich**, Postgraduate student  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: saschaworkout@gmail.com

**Abstract.** The article discusses the results of field experience in various technologies for cultivating spring wheat using a growth stimulant and biologics. Studies were carried out in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory. The goal is to identify the impact of biological protective equipment on the elements of the crop structure and the yield of spring wheat. The use of biologics contributed to an increase in the length of the plant, the length and grain content of the ear, the mass of 1000 grains, and the number of productive stems. The yield of the experimental options exceeded the control by 2.0-2.2 times. It ranged from 3.351 t/ha when using pre-sowing seed treatment, Biodux growth stimulant, Organite P biofertilizers, Organite N to 3.717 t/ha when using pre-sowing seed treatment, Biodux growth stimulant, Organite P biofertilizers, Organite N biofungicides, Organics C, Pseudobacterin 3 and herbicide Herbitox. High yield of wheat was obtained in the second, fourth and fifth versions using pre-sowing treatment of seeds, Biodux growth stimulant, biofertilizers and biofungicides for vegetation.

**Keywords:** стимулятор роста, биоудобрения, биофунгициды, гербицид, элементы структуры урожая, урожайность, яровая пшеница

**Актуальность исследования.** Зерновые культуры возделывают во всех районах страны, но наибольшие площади сосредоточены на Урале, в Поволжье, Западной и Восточной Сибири. Главной задачей растениеводства в нашей стране является производство зерна. Среди всех зерновых культур по посевным площадям и валовому сбору зерна яровая пшеница занимает в России второе место после озимой [3].

Повышение урожайности зерновых культур и улучшение качества получаемой продукции одна из основных и главных задач растениеводства. Решение ее невозможно без освоения современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, неотъемлемой частью которых является применение биологических препаратов. Влияя на процессы роста и развития растений, они способны значительно повысить урожайность большинства сельскохозяйственных культур. Известно, что биологически активные препараты активизируют основные процессы жизнедеятельности растений, а именно: ускоряют передачу информации, заложенной селекционным путем, контролируют механизмы фотосинтеза, дыхания и питания растений. Под действием биологически активных препаратов происходит снижение поступления в продукцию растениеводства ионов тяжелых металлов и радионуклидов, усиливаются адаптивные возможности растений в зоне рискованного земледелия, при этом снижается влияние стрессовых факторов среды [1].

На современном этапе государством принята программа биологизации сельского хозяйства при этом особое внимание уделяется освоению и внедрению в растениеводство экологически ориентированных технологий производства и получения экологически чистых продуктов питания. Активно ведется поиск и испытания новых биологических препаратов, действие которых в малых концентрациях приводило бы к стимуляции важнейших физиолого-биохимических процессов в растительном организме [1].

Неизученность приемов биологической защиты в Красноярском крае при возделывании яровой пшеницы является значительным препятствием к их широкому внедрению в производство.

Исследование регуляторов роста, мобилизаторов питания и биофунгицидов в условиях лесостепи Красноярского края представляется весьма актуальным.

**Цель исследования:** выявить влияние биологических средств защиты на элементы структуры урожая и урожайность яровой пшеницы.

Задачи:

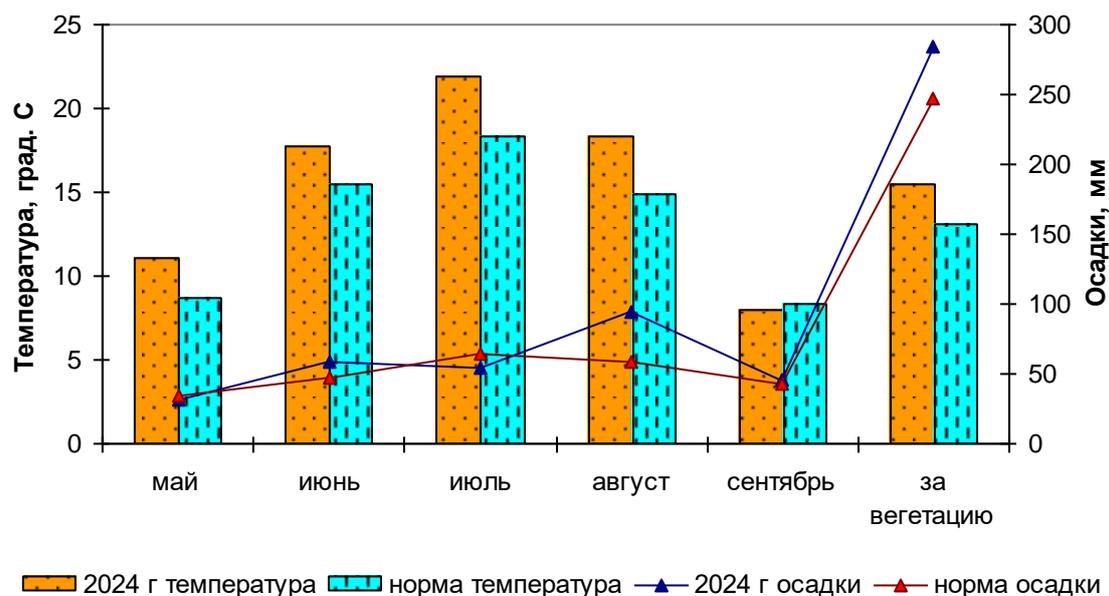
- определить элементы структуры урожая яровой пшеницы при различных технологиях возделывания;
- оценить урожайность яровой пшеницы при применении биологических препаратов;
- установить наиболее эффективную схему биологической защиты.

**Материалы и методы.** В 2024 г. на выщелоченном черноземе УНПЦ «Борский» Сухобузимского района Красноярского края Красноярского ГАУ была испытана яровая пшеница сорта Новосибирская 31. Сорт Новосибирская 31 является лучшим среднеранним сортом в лесостепи Красноярского края по комплексу показателей экологической пластичности. Применяли биотехнологические методы защиты и питания растений, а также их сочетание с гербицидом. В ходе экспериментального исследования применялись биопрепараты и гербицид в различных комбинациях. В состав испытуемых препаратов входили: Биодукс, Органит П, Органит Н, Оргамика С, Псевдобактерин 3, а также гербицид Гербитокс. Биодукс, основой которого являются биологически активные полиненасыщенные жирные кислоты, выделенные из низшего почвенного гриба *Mortierella alpina*, представляет собой стимулятор роста растений. Механизм действия Биодукса заключается в комплексной модификации физиологических процессов в растении. Помимо стимулирования роста, препарат повышает устойчивость культуры к различным стрессовым факторам, таким как засуха, низкие температуры. Это достигается за счет усиления активности антиоксидантных систем растения и повышения проницаемости клеточных мембран, что способствует более эффективному усвоению питательных веществ. Более того, Биодукс способствует формированию более развитой корневой системы, улучшая доступ к воде и питательным веществам в почве. Органит П и Органит Н относятся к группе мобилизаторов питания, повышающих доступность элементов питания для растений. Органит П, содержащий специфические микроорганизмы, улучшает усвоение фосфора и калия. Органит Н, в свою очередь, воздействует на азотный обмен, повышая доступность азота и переводя его в формы, пригодные для усвоения растениями. Оргамика С и Псевдобактерин 3 - биофунгициды, используемые для защиты растений от различных патогенов. Оргамика С, содержащий споры антагонистических микроорганизмов, эффективна против широкого спектра грибковых и бактериальных заболеваний растений. Псевдобактерин 3, также содержащий антагонистические микроорганизмы, специфически направлен на подавление роста фитопатогенных грибов и бактерий. Гербитокс - селективный гербицид, применяемый для борьбы с однолетними двудольными сорняками на посевах зерновых, зернобобовых и кормовых культур. Он избирательно воздействует на сорняки, не причиняя существенного вреда культурным растениям.

Опыт включал пять вариантов. Первый вариант (1) без обработок (контроль). Во втором (2) - пятом (5) вариантах проводили предпосевную обработку семян - препаратами Биодукс, Органит П, Органит Н, Оргамика С. Норма расхода препаратов составляла: Биодукс 1 мл/т, Органит П 1 л/т, Органит Н 1 л/т, Оргамика С 1 л/т. Второй вариант (2) - предпосевная обработка семян и обработка стимулятором роста Биодукс по вегетации; третий вариант (3) - предпосевная обработка семян, обработка стимулятором роста Биодукс и микробиологическими удобрениями Органит П, Органит Н по вегетации; четвертый вариант (4) - предпосевная обработка семян, обработка стимулятором роста Биодукс, микробиологическими удобрениями Органит П, Органит Н и биофунгицидами Оргамика С, Псевдобактерин 3 по вегетации; пятый вариант (5) - предпосевная обработка семян, обработка стимулятором роста Биодукс, микробиологическими удобрениями Органит П, Органит Н, биофунгицидами Оргамика С, Псевдобактерин 3, гербицидом Гербитокс в баковой смеси по вегетации (табл. 1, 2). Обработки по вегетации проводились в фазу кущения - выхода в трубку. Площадь каждого варианта опыта 537,6 м<sup>2</sup>, повторности - 134,4 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, способ посева - рядовой, сеялкой ССНП-1,6.

Технология возделывания в опыте - зональная, общепринятая. Предшественником служил черный пар. Закладка опытов, учеты и наблюдения проводились согласно методики государственного сортоиспытания [5,6]. Структурный анализ снопового материала проводили в фазу полной спелости. Массу 1000 зерен определялась по Межгосударственному стандарту ГОСТ ISO 520-2014 [4]. Урожайность учитывалась прямым комбайнированием на площади 10 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности. Статистическая обработка результатов проведена по методике Б.А. Доспехова [2].

Погодные условия вегетационного периода в 2024 году характеризовались лучшей теплообеспеченностью. Среднесуточная температура превышала норму в мае на 2,4 °С, в июне - на 2,2 °С, в июле - на 3,6 на 2,4 °С, в августе - на 3,4 на 2,4 °С. В сентябре среднесуточная температура составляла 8,0 °С при средней многолетней величине 8,3 °С, то есть была близка к ней. По сумме осадков значительно превосходили норму июнь и август. В июне осадкой выпало больше нормы на 11,8 мм, в августе - на 35,7 мм. Период вегетации 2024 г. по количеству выпавших осадкой превосходил норму, однако они выпадали неравномерно и периоды засухи сменялись ливневыми дождями (рис. 1)



**Рисунок 1 – Распределение температур и осадков в период с мая по сентябрь года исследований**

**Результаты и обсуждение.** Анализ элементов структуры урожая яровой пшеницы показал достоверные прибавки по вариантам опыта в сравнении с контролем. Таким образом, отмечаем их положительный вклад в формирование урожайности. Длина растения увеличилась на 12,3 - 15,8 см в сравнении с контролем без обработки.

Достоверное увеличение длины колоса отмечалось во 2, 3, 4 и 5 вариантах при применении стимулятора роста Биодукс и биопрепаратов при предпосевной обработке семян и по вегетации, и в среднем составила от 1,1 см во втором варианте до 3 см в пятом варианте. Применение стимулятора роста и биопрепаратов благоприятно отразилось на озерненности главного колоса - во всех вариантах отмечалось достоверное увеличение числа зерен в колосе: в среднем на 14,0-19,5 зерен. Также наблюдали положительную динамику в увеличении массы 1000 зерен в опытных вариантах по сравнению с контролем, во всех вариантах опыта отмечали существенные различия. Увеличивалось число продуктивных стеблей в сравнении с контролем во втором варианте на 111,3 шт/м<sup>2</sup>, в третьем варианте на 45 шт/м<sup>2</sup>, четвертом варианте на 116,3 шт/м<sup>2</sup>, и пятом варианте на 101,8 шт/м<sup>2</sup> соответственно (таблица 1).

**Таблица 1 - Влияние биопрепаратов на элементы структуры урожая яровой пшеницы**

Вариант	Длина растения, см	Длина колоса, см	Озерненность главного колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г	Число продуктивных стеблей, шт/м <sup>2</sup>
1. Контроль, без обработки	89,7	7,5	26,3	24,8	250,0
2. Предпосевная обработка семян +Биодукс	106,4	8,6	30,4	28,7	361,3
3. Предпосевная обработка семян +Биодукс+биоудобрения	103,1	10,3	40,3	27,1	295,0
4. Предпосевная обработка семян+Биодукс+биоудобрения+биофунгициды	102,9	10,4	42,0	25,5	366,3
5. Предпосевная обработка семян +Биодукс+биоудобрения+биофунгициды+гербицид Гербитокс	105,5	10,5	45,8	27,0	351,8
НСР <sub>05</sub>	5,8	0,6	4,8	0,4	10,3

Применение биопрепаратов на посевах яровой пшеницы способствовало формированию увеличению урожайности зерна по сравнению с контрольным фоновым вариантом. В среднем наибольшая урожайность получена во втором варианте (предпосевная обработка семян+Биодукс) - 3,559 т/га, что составило к контролю 212,5 % и в пятом варианте (предпосевная обработка семян+Биодукс+биоудобрения+биофунгициды+гербицид Гербитокс) - 3,717 т/га, что составило к контролю 221,9 %. Третий и четвертый варианты также были выше контроля на 1,675 т/га и 1,678 т/га, что составило к контролю 200,1 % и 200,2 % соответственно, но уступили в урожайности вышеуказанным вариантам (таблица 2).

**Таблица 2 – Урожайность яровой пшеницы при применении биопрепаратов**

Вариант	Повторность				Средняя	% к контролю
	1	2	3	4		
1. Контроль, без обработки	1,430	1,950	1,840	1,480	1,675	
2. Предпосевная обработка семян +Биодукс	4,180	3,775	3,045	3,235	3,559	212,5
3. Предпосевная обработка семян +Биодукс+биоудобрения	3,605	3,395	3,200	3,205	3,351	200,1
4. Предпосевная обработка семян+Биодукс+биоудобрения+биофунгициды	3,205	3,435	3,465	3,305	3,353	200,2
5. Предпосевная обработка семян +Биодукс+биоудобрения+биофунгициды+гербицид Гербитокс	3,870	3,756	3,573	3,669	3,717	221,9
НСР <sub>05</sub>					0,427	

**Выводы.** Исследования показали, что комплексное применение биопрепаратов в процессе возделывания яровой пшеницы является весьма эффективным подходом. В частности, использование стимулятора роста Биодукс, в сочетании с биопрепаратами для комплексной защиты и питания растений значительно улучшает их развитие. Это связано с тем, что биопрепараты содержат полезные микроорганизмы и питательные вещества, которые способствуют укреплению иммунной системы растений, а также улучшают усвоение макро- и микроэлементов из почвы. В ходе экспериментов было установлено, что применение этих средств приводит к значительному увеличению длины растения, что, в свою очередь, способствует повышению облиственности растения, лучшему фотосинтезу и накоплению питательных веществ. Также наблюдалось увеличение длины колоса, что является важным показателем для оценки урожайности. Кроме того, масса 1000 зерен также возросла, что свидетельствует о более высоком качестве получаемого урожая. С увеличением числа продуктивных стеблей увеличивалась и урожайность яровой пшеницы.

Наибольшая урожайность яровой пшеницы в сравнении с контролем получена во втором, и пятом вариантах, при применении предпосевной обработки семян и обработке по вегетации биопрепаратами. Урожайность составила 3,559 т/га и 3,717 т/га. Урожайность превышала контроль на 1,884 т/га и 2,042 т/га соответственно.

Лучшей схемой защиты ярового ячменя является предпосевная обработка семян стимулятором роста Биодукс, биологическими удобрениями Органит П, Органит Н и биофунгицидами Оргамика С, Псевдобактерин 3 и обработка по вегетации в фазу кушения - начала выхода в трубку баковой смесью биопрепаратов стимулятора роста Биодукс, Органит П, Органит Н, Оргамика С, Псевдобактерин 3.

#### Список литературы:

1. Абрамова, А.С. Влияние биологических препаратов на структуру урожая яровой мягкой пшеницы в условиях действия стресса/ А.С. Абрамова // Старт в науке. - 2019. - № 2-5.; URL: <https://science-start.ru/ru/article/view?id=1527> (дата обращения: 18.10.2024).
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. Зволинский, В.П. Агрэкология и земледелие Северного Прикаспия / В.П. Зволинский // Почвенные и растительные ресурсы, их изменения в результате сельскохозяйственного использования. - Солёное Займище, 1992. -Т. 1. -С. 15-16.

4. Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 520 - 2014. Зерновые и бобовые: определение массы 1000 зерен // Официальное издание. - М.: Стандартинформ, 2019. - 11 с.

5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. - М., 2019. - 329 с.

6. Федин, М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / М.А. Федин // Общая часть. Выпуск первый. - М.: Колос, 1985. - с. 50-58.

УДК 633.11: 633.19: 631.9

## ОЦЕНКА ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ ПО 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.** В статье представлены результаты исследований урожайности зеленой массы сортов пшеницы и образцов тритикале при возделывании по паровому и зерновому предшественникам. Целью исследования являлась оценка яровых пшеницы и тритикале по урожайности зеленой массы. Исследования проводились в 2023, 2024 гг. на опытном поле кафедры растениеводства, расположенном лесостепной зоне. Установлено, что урожайность зеленой массы зависела от погодных условий, предшественника, сортов, образцов пшеницы и тритикале. В условиях Красноярской лесостепи лучшими по урожайности зеленой массы по паровому предшественнику были Тюменская 29, Рикс, Эритроспермум д. 112 /1020 и Эритроспермум д. 57 /405. При возделывании по предшественнику зерновые лучшими по урожайности зеленой массы были Тюменская 29, Эритроспермум 160 /217 и Эритроспермум 57 /405.

**Ключевые слова:** урожайность зеленой массы, пшеница, тритикале, сорт, сортообразец

## ASSESSMENT OF SPRING WHEAT AND TRITICALE BY GREEN MASS YIELD

**Baikalova Larisa Petrovna**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: kos.69@mail.ru

**Popov Viktor Yuryevich**, Postgraduate student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: viktor2009krsk@list.ru

**Abstract.** The article presents the results of studies of the yield of green mass of wheat varieties and triticale samples when cultivated by steam and grain precursors. The purpose of the study was to evaluate spring wheat and triticale by the yield of green mass. Research was carried out in 2023, 2024. at the experimental field of the Department of Crop Production, located in the forest-steppe zone. It was established that the yield of green mass depended on weather conditions, predecessor, varieties, wheat samples and triticale. In the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe, Tyumen 29, Riks, Erythrosperrum d. 112/1020 and Erythrosperrum d. 57/405 were the best in terms of yield of green mass in the steam predecessor. When cultivated according to the predecessor, the best crops in terms of green mass yield were Tyumen 29, Erythrosperrum 160/217 and Erythrosperrum 57/405.

**Keywords:** yield of green mass, wheat, triticale, variety, variety sample

**Введение.** В Сибири, которая является зоной рискованного земледелия, получение высоких урожаев зерна и зеленой массы является важным аспектом всего сельскохозяйственного производства. В связи с мировой обстановкой и направленности политики России на развитие внутреннего производства, хорошо развивается и сельское хозяйство. Это ведет к увеличению роли и растениеводства, и животноводства. Увеличение поголовья скота и птицы ведет к увеличению потребности в

кормах высокого качества. При этом площади посевов зерновых и кормовых культур в разы увеличить невозможно, а если возможно, то это займет много времени. Поэтому наше исследование двуукосного использования яровой пшеницы и тритикале является не только перспективным, но и своевременно важным. Существующий в настоящее время экспериментальный материал не позволяет в полной мере выявить резервы повышения урожайности и расширить ареал распространения культур с учетом их взаимодействия с экологическими факторами окружающей среды [1].

Двуукосное использование зерновых культур, исследуемое нами на яровой пшенице и тритикале, преследует цель производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции по ресурсосберегающей технологии и без применения средств химизации. О повышении урожайности зерновых культур за счет роста биологической составляющей сказано в работах многих исследователей [2]. Благодаря специфическому геному, включающему компоненты пшеницы и ржи, тритикале обладает высокими потенциальными возможностями для повышения урожайности и является перспективной культурой для ресурсосберегающих технологий [6]. Яровая пшеница является ценной продовольственной и кормовой культурой [10]. Почти половина зерна пшеницы в России используется на кормовые цели. Зеленая масса, получаемая при первом укосе в данном исследовании, является очень важным сбалансированным кормом. Содержание питательных веществ практически сравнимо с зелеными кормами, выращиваемыми целенаправленно для этих нужд [8].

Цель исследования – оценка яровых пшеницы и тритикале по урожайности зеленой массы.

Задачи:

Установить влияние сорта и сортообразца, погодных условий на урожайность зеленой массы яровых пшеницы и тритикале по паровому предшественнику.

Определить влияние сортообразца и погодных условий на урожайность зеленой массы яровых пшеницы и тритикале по зерновому предшественнику.

**Методика и погодные условия.** Исследования проводились в лесостепной зоне Красноярского края, в УНПЦ «Борский» в 2023, 2024 гг. Площадь каждого варианта опыта 112 м<sup>2</sup>. Способ посева – рядовой, повторность четырехкратная, предшественник – пар и зерновые. Коэффициент высева пшеницы и тритикале – 5,5 млн. всх. зерен/га. Норма высева зависела от всхожести и массы 1000 зерен исследуемых сортообразцов и находилась в пределах 196 – 272 кг/га. Посев зерновых культур проводили во второй декаде мая. В 2023 г. по обоим предшественникам посеяли 11 мая, в 2024 г. по пару – 13 мая, по зерновому предшественнику – 14 мая.

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным. Содержанием гумуса в пахотном слое почвы составляло 7,6 %. Коэффициент вариации гумуса по годам был очень низким, по Чирикову содержание подвижного фосфора среднее – 194 мг/кг, содержание обменного калия очень высокое – 213 мг/кг. Содержание легкогидролизуемого азота на момент закладки опытов составляло 152-175 мг/кг, рН = 7,2 [3].

Объектами исследований выступили сорта пшеницы Рикс и Тюменская 29 и образцы тритикале Эритроспермум 94/1119, Эритроспермум 56/314, Эритроспермум 57/405, Эритроспермум 112/1020, Эритроспермум 160/217, Эритроспермум 239/220, Эритроспермум 217/1020, Эритроспермум 217/1213, Эритроспермум 250/220, перспективные для двуукосного использования. Контролями являлись сорт пшеницы Рикс и сортообразец тритикале Эритроспермум 94/1119 – Заря Сибири. В 2024 г. тритикале Эритроспермум 94/1119 передана в государственное сортоиспытание по Тюменской области, ей присвоено имя Заря Сибири. Скашивание сортов яровой пшеницы и номеров тритикале на зеленую массу осуществляли в фазу выхода в трубку в четырехкратной повторности. Урожайность зеленой массы определяли сплошным способом, взвешиванием всей массы с учетной площади делянки [7]. Статистическая обработка результатов проведена по методикам Б.А. Доспехова [4, 5] с использованием пакета статистических программ SNEDECOR [11] методами однофакторного и многофакторного дисперсионного анализа.

Погодные условия в годы исследований отличались друг от друга и от средней многолетней величины. Более теплыми были май и июль 2024 г. Июнь и август 2023, 2024 гг. были примерно одинаковыми по средним температурам воздуха. В сентябре температура была выше в 2023 году. Оба года были теплее средних многолетних значений (рис.). Согласно градации Г.Т. Селянинова [9] уровень увлажнения территории подтверждается гидротермическим коэффициентом (ГТК). ГТК показывает, что 2023 год был более засушливым (ГТК = 1,00), а 2024 близок к норме – ГТК составляли 1,22 в 2024 г. при норме 1,24.

По сумме осадков за вегетационный период 2024 год превышал норму на 41,4 мм, тогда как в 2023 г. виден недостаток. Количество осадков периода вегетации в 2023 г. на 16,2 мм было ниже среднего многолетнего значения. Распределение осадков в 2024 г. было крайне неравномерным. В

фазу кушения зерновых с 1 по 15 июня выпало 58 мм осадков и лишь 0,6 мм – в оставшиеся пол месяца, в фазу выхода в трубку. Это негативно отразилось на росте растений и формированию урожайности зеленой массы. Количество осадков первой декады июля было близким к норме, однако во второй и третьей декадах отмечен их недостаток. Осадков выпало меньше нормы на 2,9 мм во второй декаде июля и на 27,1 мм – в третьей. Сумма температур с июня по август в оба года исследования была выше нормы.

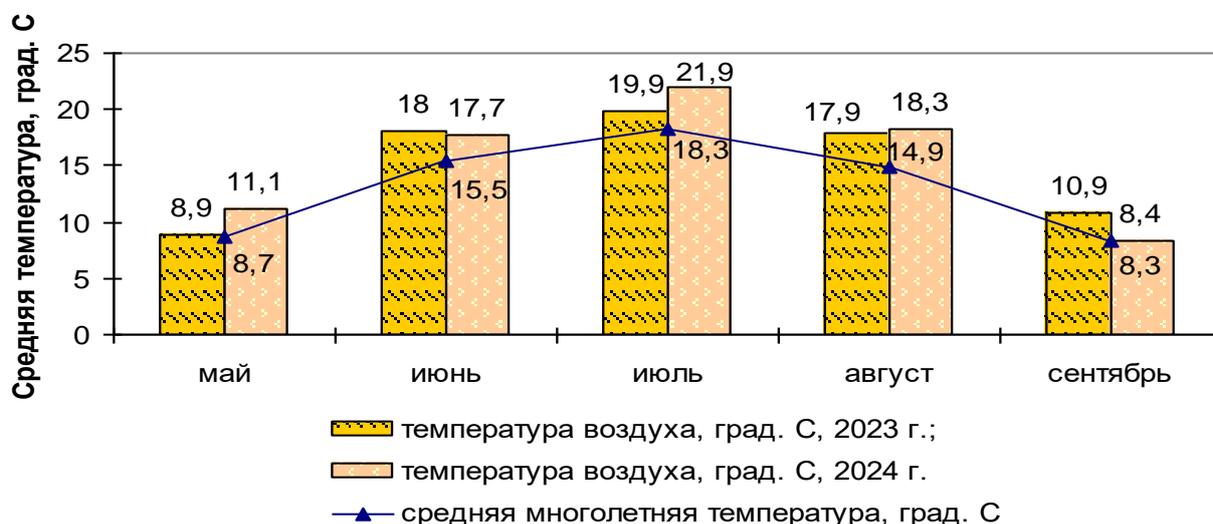


Рисунок – *Ход среднемесячных температур периодов вегетации 2023, 2024 гг., °С*

**Результаты исследований.** При возделывании по предшественнику пар в 2023 году превосходила контроль Рикс по урожайности зеленой массы лишь Тюменская 29 на 1,71 т/га. Контроль Эритроспермум 94/1119 превосходили по урожайности зеленой массы об сорта пшеницы, номера тритикале Эритроспермум 56/314, Эритроспермум 57/405, Эритроспермум 112/1020, Эритроспермум 160/217 и Эритроспермум 217/1020 на 0,67 т/га. В 2024 г. ревосходила контроль Рикс по урожайности зеленой массы тритикале Эритроспермум 56/314 на 0,59 т/га. Сравнение с контролем Эритроспермум 94/1119 позволило установить превосходство по урожайности зеленой массы сортов и сортообразцов Рикс, Тюменская 29, Эритроспермум 56/314, Эритроспермум 57/405, Эритроспермум 112/1020, Эритроспермум 239/220, Эритроспермум 217/1213. В среднем за 2023, 2024 гг. превосходила контроль Рикс по урожайности зеленой массы лишь Тюменская 29 на 0,9 т/га. Сравнение с контролем Эритроспермум 94/1119 показало, что все сорта и номера пшеницы и тритикале за исключением Эритроспермум 217/1213 и Эритроспермум 250/220 были урожайнее его (табл. 1).

Таблица 1 – *Урожайность зеленой массы сортов пшеницы и тритикале при возделывании по различным предшественникам, т/га*

Сорт, номер	Предшественник					
	пар			зерновые		
	2023	2024	средняя	2023	2024	средняя
1.Рикс, контроль	8,97	1,46	5,22	3,37	2,57	2,97
2.Эритроспермум д. 94 /1119, контроль	5,45	1,05	3,25	2,34	1,07	1,71
3.Тюменская 29	10,68	1,56	6,12	4,71	2,12	3,42
4.Эритроспермум д. 56 /314	6,42	2,05	4,24	3,64	2,19	2,92
5.Эритроспермум д. 57 /405	7,86	1,47	4,67	4,31	1,81	3,06
6.Эритроспермум д. 112 /1020	7,78	1,68	4,73	3,84	1,96	2,90
7. Эритроспермум 160 /217	6,12	1,18	3,65	5,26	1,12	3,19
8. Эритроспермум 239 / 220	7,66	1,46	4,56	2,17	1,67	1,92
9. Эритроспермум 217 /1020	6,23	0,88	3,56	3,23	1,85	2,54
10. Эритроспермум 217 /1213	4,36	1,35	2,86	2,93	1,31	2,12
11. Эритроспермум 250 /220	4,92	0,93	2,93	2,05	1,19	1,62

Среднее	6,95	1,37	4,16	3,44	1,71	2,58
НСР <sub>05А сорт</sub>	0,17	0,25	0,15	0,21	0,27	0,17
НСР <sub>05Б год</sub>			0,06			0,07
НСР <sub>05А × Б</sub>			0,21			0,24

Более высокая урожайность зеленой массы по зерновому предшественнику, так же, как и по пару, была в 2023 г. В среднем по зерновым урожайность зеленой массы в 2023 г. была выше в 2 раза, чем в 2024 г. По пару отмечено снижение урожайности зеленой массы в 2024 г в сравнении с 2023 г. в 5 раз. В 2024 г. по зерновому предшественнику в среднем на 0,34 т/га урожайность зеленой массы была выше, чем по пару.

Превосходила по урожайности зеленой массы при возделывании по предшественнику зерновые контроль Рикс лишь пшеница Тюменская 29 на 0,45 т/га. В сравнении с контролем Эритроспермум 94/1119 по предшественнику зерновые в среднем за 2023, 2024 гг. удалось установить положительные прибавки всех исследуемых сортов и образцов за исключением сортообразца Эритроспермум 250/220.

Урожайность зеленой массы в 2024 году была низкой по причине засушливой погоды в период отрастания растений. Можно выделить по паровому предшественнику Эритроспермум д. 56/314, по зерновому предшественнику пшеницы Рикс и Тюменскую 29, тритикале Эритроспермум д. 56/314.

**Заключение.** Урожайность зеленой массы зависела от погодных условий, предшественника, сортов, образцов пшеницы и тритикале. В среднем более высокая урожайность зеленой массы получена при возделывании зерновых культур по пару. Однако при неблагоприятных погодных условия 2024 года, которые сложились в критические фазы развития кушение – выход в трубку, большее снижение урожайности зеленой массы отмечено по пару.

В условиях Красноярской лесостепи лучшими по урожайности зеленой массы по паровому предшественнику были Тюменская 29 – 6,12 т/га, Рикс – 5,22 т/га, Эритроспермум д. 112 /1020 – 4,73 т/га и Эритроспермум д. 57 /405 – 4,67 т/га. При возделывании по предшественнику зерновые лучшими по урожайности зеленой массы были Тюменская 29 – 3,42 т/га, Эритроспермум 160 /217 – 3,19 т/га и Эритроспермум д. 57 /405 – 3,06 т/га.

#### Список литературы:

1. Байкалова, Л.П. Инновационные технологии возделывания кормовых культур и заготовки кормов в Красноярском крае: монография / Л.П. Байкалова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2022. – 280 с.
2. Байкалова, Л.П. Оценка адаптивного потенциала сортов твердой пшеницы по урожайности / Л.П. Байкалова, Ю.И. Серебренников // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 2. – С. 46-55.
3. Белоусова, Е.Н. Фосфатное состояние агрочерноземов под посевами сои в условиях применения минеральных удобрений / Е.Н. Белоусова, А.А. Белоусов, О.А. Ульянова, Ч.С. Барова // Вестник Омского ГАУ. – 2024. – № 2 (54). – С. 5-13.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
5. 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.
6. 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. 30-35.
7. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса. Издание второе – М.: 1987, 197 с.
8. Попов, В.В. К проблеме стандартизации фуражного зерна / В.В. Попов, Х.К. Худякова // Актуальные проблемы заготовки, хранения и рационального использования кормов: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения д.с.-х.н., профессора С.Я. Зафрена. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса, 2009. – С. 169-194.
9. Селянинов, Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата / Г.Т. Селянинов // Труды о сельскохозяйственной метеорологии. – 1928. – Вып. 20. – С. 169-178.
10. Сидоров, А.В. Новые сорта яровой пшеницы для использования на кормовые цели / А.В. Сидоров, Н.А. Нешумаева, Л.В. Плеханова // Кормопроизводство. – 2019. – № 5. – С. 37-41.
11. Снедекор Д.У. Статистические методы в применении и исследованиям в сельском хозяйстве и биологии / Дж. У. Снедекор. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 503 с.

## К ПРОБЛЕМЕ МИКРОПЛАСТИКА В ЭКОСИСТЕМАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

**Батанина Елена Владимировна**, кандидат биологических наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: Bataninalena@yandex.ru

**Семерня Александра Сергеевна**, студент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: aleksandrasemernya@gmail.com

**Никифоров Марк Денисович**, студент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: nikiforov-mark@mail.ru

**Никифорова Яна Юрьевна**, студент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: vasilis\_sa03@mail.ru

**Аннотация.** В статье проанализировано современное состояние проблемы аккумуляции микропластика в окружающей среде. Рассмотрено состояние ситуации в экосистемах Красноярского края. Исследованы варианты решения данного вопроса.

**Ключевые слова:** микропластик, полигидроксиалканоаты, экопластик, экосистемы, Енисей

## ON THE PROBLEM OF MICROPLASTICS IN THE ECOSYSTEMS OF THE KRASNOYARSK TERRITORY

**Batanina Elena Vladimirovna**, Candidate of biological sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: Bataninalena@yandex.ru

**Semernya Alexandra Sergeevna**, Student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: aleksandrasemernya@gmail.com

**Nikiforov Mark Denisovich**, Student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: nikiforov-mark@mail.ru

**Nikiforova Yana Yurievna**, Student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: vasilis\_sa03@mail.ru

**Abstract.** The article analyzes the current state of the problem of accumulation of microplastics in the environment. The state of the situation in the ecosystems of the Krasnoyarsk Territory is considered. The options for solving this issue have been investigated.

**Keywords:** microplastics, polyhydroxyalkanoates, ecoplastics, ecosystems, Yenisei

Накопление пластиковых отходов создало глобальную экологическую проблему. На сегодняшний день проблема содержания микропластика в окружающей среде достаточно актуальна. Суть ее состоит в том, что микроскопические частицы пластика, включая нанопластик, концентрируются в экосистемах в значительных объемах, и их разложение занимает продолжительное время — сотни и тысячи лет.

Надо отметить, что микропластик — это не особый вид пластмассы, а любой тип пластикового фрагмента размером менее 5 мм. Микропластик с гранулометрическим составом от 100 нм до 5 мм является опасным для окружающей среды. Источником этих фрагментов могут являться промышленные процессы и обычные бытовые предметы - косметика, одежда, упаковка и т.п., а также он образуется при разрушении более крупных пластиковых частиц. По происхождению микропластик можно классифицировать на две группы первичный и вторичный.

Микропластик встречается везде - во льдах Арктики и в снегах Эвереста, в водах океана и рек, в обычной воде из-под крана и в бутилированной. Согласно современным медицинским исследова-

дованиям, даже в крови людей обнаруживают мелкие частички пластика, которые перемещаются по телу и накапливаются в органах [1].

Для различных организмов микропластик вреден по-своему. Например, некоторые добавки замедляют рост фитопланктона и его размножение. Птицы и рыбы заглатывают частички пластика, которые наполняют желудки и занимают место нормальной пищи, в результате чего животные погибают голодной смертью.

Интересно, что некоторые исследования выявили, что микропластик в воздухе эффективно рассеивает солнечный свет и оказывает охлаждающее воздействие на климат. Однако он также и поглощает излучение, внося небольшой вклад в парниковый эффект [2].

Микропластик в почве может попадать туда в результате разрушения агротекстиля под действием ультрафиолета. Чем дольше используют агротекстиль, тем больше микропластика мигрирует в почву.

Там он может распространяться с помощью дождевых червей, измельчаться и всасываться корнями растений. Так же возвращается в почву с листовным опадом и ботвой. Исследования выявили, что наночастицы пластика могут поглощаться растениями, в том числе овощами, которые мы едим, в частности, корнеплодами моркови и картофеля [1].

В водоемы микропластик попадает со сточными и промышленными стоками.

Одна из причин сложности решения проблемы, микропластик невозможно изъять из окружающей среды из-за чрезвычайно маленьких размеров, поэтому единственным способом борьбы является ликвидация источников. Существует несколько вариантов от радикальных до научных. Можно запретить производство одноразового пластика. Сейчас ежегодно производится около 300 млн тонн пластика, большая часть которого одноразовые предметы. Это составляет 70% пластиковых отходов, загрязняющих Мировой океан. Следующий вариант решения проблемы - исключить микропластик из состава косметических продуктов. В них добавляют пластиковые микрогранулы, которые можно заменить натуральным биоразлагаемым сырьем.

Удалять микропластик из сточных вод. Канадские ученые выяснили, что источник большей части микропластика, загрязняющего Арктику, — вовсе не пластиковый мусор, а обычная бытовая стирка. На каждый кубометр океанской воды приходится в среднем 40 микрочастиц пластика, 92,3% из них являются волокнами, 73,3% которых состоят из полиэстера. Источником этих волокон служит стирка синтетических тканей, поскольку пока очистные сооружения не способны отфильтровать микропластик — ежегодно они пропускают более 20 млрд его частиц [2]. Даже на самых современных очистных сооружениях невозможно полностью отфильтровать микропластик из сточных вод. Более того, некоторые фильтры и вовсе расщепляют его до еще более мелких частиц, которые уже с легкостью минуют любые системы фильтрации. Однако микропластик можно разлагать на углекислый газ и воду. На таком принципе основан целый ряд перспективных разработок, которые тестируются сегодня в мире.

Для очистки почвы от микропластика можно использовать биоремедиацию — посадку растений, которые эффективно вытягивают из почвы и накапливают в своих листьях, побегах и плодах вредное вещество. Ученые из Института пресноводной экологии и рыболовства имени Лейбница в Германии нашли способ бороться с микропластиком. Эксперименты заключались в добавлении микропластиковых шариков, помеченных флуоресцентными красителями, в почву берез (лат. *Bétula réndula*) в горшках. Пять месяцев спустя корневые системы были проанализированы с помощью флуоресцентной и конфокальной лазерной сканирующей микроскопии. Результаты выявили, что содержание микропластика варьировало в пределах от 5 до 17 процентов в различных участках корневой системы растения [3].

Экоактивисты Красноярска для решения проблемы накопления пластиковых отходов открыли в городе собственный экоцентр и создали «Парк из пакетов». Целью замысла является призвать горожан не выбрасывать тот мусор, который возможно переработать. Организаторы проводят акции по сбору пластика в разных районах Красноярска, а затем отправляют собранный мусор на переработку, где из него создают скамейки для установки в одном из городских скверов. Еще одна из миссий экоцентра - создание удобной инфраструктуры по сбору пластика на регулярной основе. Проблема сортировки мусора и несанкционированных свалок в городе и крае давно является предметом обсуждений на различных уровнях. Ее решению уделяется много внимания жителей, активистов, администрации и СМИ [4, 5].

Тем не менее, проблема дальнейшей участи отходов в Красноярске, как и во всех городах России, стоит остро — перерабатывающих заводов нет, общие правила по сортировке мусора тоже отсутствуют. В Красноярском крае, однозначно, не хватает мест по переработке мусора.

Летом 2021 г. специалисты Центра исследования микропластика в окружающей среде Биологического института ТГУ при поддержке РФФИ провели мониторинг содержания микропластика в реках Сибири. Ученые изучили количество синтетических микрочастиц в воде, донных отложениях ихтиофауне Енисея от Красноярска до заполярной Дудинки на протяжении 2000 километров речного русла.

Это первое подобное исследование русла Енисея для оценки его вклада в загрязнение микропластиком вод Мирового океана. Среднее содержание микропластика в поверхностных водах крупного притока Енисея, реки Нижняя Тунгуска, варьировалось от  $1,20 \pm 0,70$  до  $4,53 \pm 2,04$  единиц/м<sup>3</sup>, увеличиваясь по течению ( $p < 0,05$ ). Концентрация микропластика в донных отложениях составляла от  $235 \pm 83,0$  до  $543 \pm 94,1$  единиц/м<sup>3</sup> без тенденции к увеличению вниз по течению. Для сравнения, в исследовании нескольких рек Швейцарии средний уровень загрязнения воды составил 7 единиц/м<sup>3</sup>, в речной системе Рейна этот показатель достигал 9 единиц/м<sup>3</sup>, а в реке Лос-Анджелес в США минимальное зафиксированное количество микропластика составило 13 единиц/м<sup>3</sup>. Сравнить численные значения очень сложно, так как до сих пор научным сообществом не приняты единые правила учета частиц – разные научные группы определяют микропластик тех размеров, которые позволяют их техническое оснащение [6].

При этом, как отмечают исследователи, среди обнаруженных микрочастиц преобладают волокна. Их источником выступают синтетические ткани и рыбацкие снасти. Реже встречаются микрофрагменты – как результат разложения пластикового мусора (бутылок, пакетов и прочего). Сравнительно невысокий уровень загрязнения Енисея биологи объясняют малой плотностью населения на изучаемой территории и удаленностью реки от крупных населенных пунктов и промышленных центров [6].

Как уже отмечено выше, одно из возможных решений проблемы накопления микропластика в экосистемах связано с его переработкой. Еще один вариант решения этой проблемы – синтез новых разрушаемых полимерных материалов, среди которых особое место занимают полигидроксиалкананоаты.

Полигидроксиалкананоаты (ПГА) – биоразлагаемые термопластичные полимеры. Эти соединения синтезируются некоторыми микроорганизмами, которые используют их для накопления энергии и защиты в неблагоприятных условиях. ПГА имеют такие же свойства, как и обычный пластик, но обладают важным преимуществом – они быстро разлагаются в природной среде. Благодаря этому ПГА являются перспективными материалами, которые могут постепенно заменить синтетические пластики, производимые из нефти. Для синтеза ПГА могут использоваться различные субстраты, включая побочные продукты различных промышленных процессов [7].

Исследователи из Красноярского научного центра СО РАН предложили использовать отходы рыбной промышленности в качестве сырья для синтеза ПГА-полимеров. В частности, они предложили использовать некондиционный рыбий жир в качестве углеродного субстрата для производства этих полимеров. Такой метод позволит снизить стоимость производства ПГА, сделает процесс более экологичным за счет использования возобновляемого сырья и поможет решить проблему утилизации значительного количества отходов, как пластиковых, так и не переработанных рыбных [7].

Для синтеза биопластика ученые использовали бактерий *Cupriavidus necator*, которые производят полимеры из разных углеродных субстратов. Специалисты изучили три вида жировых побочных продуктов: отходы от переработки свежей балтийской кильки, отходы от консервного производства свежей атлантической скумбрии, а также остатки кильки, используемой в производстве шпрот, после процесса копчения. По результатам исследований все три источника оказались пригодны для выращивания бактериальной культуры. В результате за 48 часов бактерии переработали в полимер 60% отходов, за 72 часа – 70%.

Из свежей рыбы эксперты получили гомополимер, а из копченой – более продвинутой сополимер. То, что они пригодны для многоцелевого использования, доказывают два факта: биоразлагаемый пластик имеет высокую степень кристалличности структуры (до 71%) и температуру плавления в районе 160 °С [8].

Перечень областей для применения ПГА-полимеров весьма обширен. В медицине – это хирургические нити, которые постепенно разлагаются в организме, имплантаты и скобы, которые со временем растворяются и не требуют повторных операций для их удаления. Материалы могут применяться в тканевой инженерии – служить матрицами для выращивания клеток и восстановления тканей. В фармацевтике экопластики используются в системах доставки лекарств, где ПГА-материалы обеспечивают постепенное высвобождение активных веществ. ПГА можно использовать для создания биоразлагаемых упаковок и одноразовой посуды, которые уменьшают загрязнение окружающей среды. В промышленности экопластики используют в качестве материалов для 3D-печати, обеспечивая экологичность производимых изделий, фильтрационных материалов, биоразлагаемых волокон и тканей.

### Список литературы:

1. Яхьяева, М.Х. Влияние микропластических частиц на организм / Яхьяева М.Х., Эргашева И.Ф. // Теория и практика современной науки - №10(88) - 2022. - С.197-204.
2. Четыре способа избавить планету от микропластика: Статьи экологии □1. - Текст : электронный // URL: <https://plus-one.ru/ecology/2021/04/19/chetyre-sposoba-izbavit-planetu-ot-mikroplastika> (дата обращения: 11.11.2024).
3. Можно ли использовать березы для поглощения микропластика из загрязненной почвы? - Текст : электронный // URL:<https://sciencetoday.ru/geo-sciences/ecology/mozhno-li-ispolzovat-berezy-dlya-pogloshcheniya-mikroplastika-iz-zagryaznennoj-pochvy> (дата обращения: 11.11.2024).
4. Никифоров, М.Д. К вопросу о несанкционированных и стихийных свалках в г. Красноярске и Красноярском крае / М.Д. Никифоров // Студенческая наука - взгляд в будущее. Материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции. Красноярск, 2024. С. 231-234.
5. Никифоров, М.Д. Проблема стихийных свалок в Красноярске и Красноярском крае / М.Д. Никифоров, Е.В. Батанина // Актуальные проблемы биологии, экологии и химии. Тезисы докладов Всероссийская молодежной научной конференции. Ярославль, 2024. С. 59.
6. Frank, Y.A. Evidence for Microplastics Contamination of the Remote Tributary of the Yenisei River, Siberia—The Pilot Study Results Water 2021, 13(22), 3248; - Текст: электронный // URL: <https://doi.org/10.3390/w13223248> (дата обращения: 10.11.2024).
7. Красноярцы создали экопластик. - Текст: электронный // URL: <https://gnkk.ru/articles/krasnoyarscy-sozdali-yekoplastik> (дата обращения: 10.11.2024).
8. Красноярские ученые начали синтезировать полимеры из отходов рыб. - Текст: электронный // URL: [https://plastinfo.ru/information/news/51920\\_17.08.2023](https://plastinfo.ru/information/news/51920_17.08.2023) (дата обращения: 4.11.2024).

УДК 631.46

### ФОРМИРОВАНИЕ ЗАПАСОВ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ

**Белоусова Елена Николаевна**, кандидат биологических наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: [svobodalist571301858@mail.ru](mailto:svobodalist571301858@mail.ru)

**Белоусов Александр Анатольевич**, кандидат биологических наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: [svoboda57130@mail.ru](mailto:svoboda57130@mail.ru)

*Аннотация.* Применение отвальной обработки способствовало аккумуляции почвенной влаги в большей степени относительно нулевой технологии. Агрофизические свойства агрочернозема являлись ключевым фактором, определяющим процессы влагонакопления.

*Ключевые слова:* технология обработки, запасы продуктивной влаги, плотность сложения, воздухо-содержание, структура почвы

### FORMATION OF RESERVES OF PRODUCTIVE MOISTURE WITH VARIOUS METHODS OF TILLAGE

**Belousova Elena Nikolaevna**, Candidate of biological Sciences, Associated Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: [svobodalist571301858@mail.ru](mailto:svobodalist571301858@mail.ru)

**Belousov Alexander Anatolyevich**, Candidate of biological Sciences, Associated Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: [svoboda57130@mail.ru](mailto:svoboda57130@mail.ru)

**Abstract.** The use of dump treatment contributed to the accumulation of soil moisture to a greater extent relative to the zero technology. The agrophysical properties of agrochernozem were a key factor determining the processes of moisture accumulation.

**Keywords:** processing technology, reserves of productive moisture, addition density, air content, soil structure

**Введение.** Растения в процессе своей жизнедеятельности потребляют большое количество воды, которое в сотни и тысячи раз превышает их сухую массу. Одна из главных проблем земледельца в условиях черноземов – максимальное использование влаги недостаточно и нерегулярно выпадающих осадков [8]. Оценка запасов влаги в почве – одна из комплексных агрометеорологических характеристик увлажнения сельскохозяйственных посевов. Ее величина является следствием интеграции почвенных и гидротермических условий, особенностей архитектуры растительного покрова, а также проводимых агротехнических мероприятий [6, 14]. Известно, что величина продуктивности сельскохозяйственных растений определяется уровнем их потребности во влаге и фактическими запасами почвенной влаги, доступной растениям в течение вегетационного периода. Отсюда актуальной является оценка современного состояния формирования запасов продуктивной влаги к началу вегетации растений и определение их влияния на урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от способа основной обработки почвы [9, 11-13]. На земледельческой территории Красноярского края влага является одним из основных лимитирующих факторов, а поиском закономерностей ее трансформации в условиях бесплужных технологий обработки занимались [1-3, 10]. **Цель исследований** – сравнить влияние технологий основной обработки на формирование запасов продуктивной влаги агрочерноземов Красноярской лесостепи.

**Объекты и методы.** Исследования были проведены в 2013-2015 гг. в СПК «Шилинское» Красноярской лесостепи Красноярского геоморфологического округа (56° с.ш., 93° в.д.) в условиях длительного опыта, заложенного в 2005 г. В пределах производственных участков были выделены реперные делянки площадью 500 м<sup>2</sup>. С каждого из них трижды за вегетационный сезон отбирали почвенные образцы из слоев 0-5 и 5-20 см. Объем выборки составил 15 индивидуальных проб. Почва опытного массива – чернозем выщелоченный многогумусный среднemosный легкоглинистый на красно-бурой глине. Исследуемая почва характеризовалась высоким содержанием гумуса (8,9%), величиной рН близкой к нейтральной (рН<sub>H2O</sub> = 6,8), высокими значениями суммы обменных оснований (60 ммоль / 100 г) и степени насыщенности основаниями (99%). Рельеф участка относительно ровнен с небольшим (1°–2°) уклоном, экспозиция – восточная.

Основные химические и физико-химические параметры почвы определялись по [7]. Структурный состав почвы изучали при естественной влажности по методу Н.И. Саввинова. Влажность почвы, запасы продуктивной влаги, а также параметры воздухосодержания рассчитывали по [4]. Статистический анализ данных проводили с использованием пакета программ MS Excel.

Влияние способов обработки почвы на запасы продуктивной влаги исследовали в зернопаровом звене севооборота со следующим чередованием культур: химический пар (обработка баковой смесью из гербицидов «Топик» и «Ковбой», фунгицида «Альто Супер» и инсектицида «Карате»), яровая пшеница, яровая пшеница, овес. Схема опыта состояла из следующих вариантов опыта (технологий обработки): 1 – отвальная, 2 – нулевая. Отвальная обработка состояла из зяблевой вспашки на глубину 20–22 см и весенней культивации. Посев зерновых культур в 2013–2015 гг. проводили комбинированным агрегатом – стерневой сеялкой СС-6 с одновременным припосевным внесением нитроаммофоски.

Средние многолетние значения (норму), согласно техническому регламенту ВМО, учитывали за 30-летний период (1981-2010 гг.). Наблюдения за динамикой метеорологических условий, складывавшихся на исследуемой, территории представлены в таблице 1.

**Таблица 1 - Основные метеорологические показатели вегетационных сезонов**

Год	Месяц					Сумма за период $\sum t > 10^0\text{C}$
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Средняя температура воздуха, °С						
2013	7,2	15,0	18,6	16,5	6,5	1537
2014	6,8	16,0	19,2	15,9	6,5	1568
2015	10,9	17,0	19,9	16,5	7,9	1638
Норма (1981 – 2010 гг.)	9,5	17,5	19,1	16,4	8,9	1809
Осадки, мм						
2013	103,8	60,2	50,5	93,9	58,7	367
2014	53,5	50,4	89,4	74,9	32,4	300
2015	30,9	32,6	68,5	62,9	75,4	270
Норма (1981 – 2010 гг.)	40	52	69	81	39	216
ГТК						

2013	4,6	1,3	0,9	1,8	3,0	2,3
2014	2,5	1,0	1,5	1,5	1,6	1,9
2015	0,9	1,0	1,2	1,6	2,8	1,3
Норма (1981 – 2010 гг.)	1,3	1,0	1,2	1,6	1,4	1,3

Особенностями периода активной вегетации сельскохозяйственных культур в 2013 г были следующие. Температура воздуха была ниже нормы в начале и конце вегетационного сезона. Осадков выпало 367 мм, что превышало средние многолетние значения. Избыточно влажными оказались май, июнь и сентябрь. Следующий сезон характеризовался большим накоплением тепла и приближался к норме. Исключение составили майский и сентябрьский периоды наблюдений. Количество осадков колебалось в широком диапазоне с тенденцией к превышению средних многолетних значений.

На протяжении большинства месяцев теплого периода 2014 года увлажнение было несколько повышенное относительно нормы, но ниже, чем в предыдущий сезон. Максимальное количество осадков выпало лишь в июле – 89 мм. Такое сочетание тепла и влаги обуславливало достаточное увлажнение в течение периода вегетации полевых культур. Погодные условия вегетационного периода 2015 г., в целом, были более благоприятными для возделывания сельскохозяйственных культур. Отмечалось значительное превышение среднемесячных температур относительно нормы в летние месяцы. Количество выпавших осадков оказалось в пределах средних многолетних значений. Исключение составлял июнь, когда осадков выпало меньше нормы.

**Результаты и их обсуждение.** Недостаток запасов почвенной влаги сдерживает развитие корневой системы, а, следовательно, и всего растения. Важно знать не только положительные статьи прихода влаги в почву, но и то, как ее агрофизические условия «воспримут» и удержат, поступающую влагу. Поэтому мы рассматривали значения плотности сложения, структурного состава и воздухоудержания, а также динамику метеорологических индикаторов при различных обработках почвы и их влияние на формирование запасов продуктивной влаги. Ее параметры представлены в таблице 2.

**Таблица 2 - Дифференциация слоев почвы по запасам продуктивной влаги, мм (n = 45)**

Вариант	на 9 год после внедрения (2013)					
	21.05		28.06		2.10	
	0-5 см	5-20 см	0-5 см	5-20 см	0-5 см	5-20 см
Отвальная	5,3	18,0	5,8	14,7	5,0	12,2
Нулевая	4,4	14,9	6,4	18,0	5,6	20,3
t	$t_{\phi < t_r}$	$t_{\phi > t_r}^*$	$t_{\phi < t_r}$	$t_{\phi < t_r}$	$t_{\phi < t_r}$	$t_{\phi > t_r}$
	на 10 год после внедрения (2014)					
	25.06		28.07		18.09	
	0-5 см	5-20 см	0-5 см	5-20 см	0-5 см	5-20 см
Отвальная	2,8	13,2	4,2	14,0	6,9	22,7
Нулевая	0,5	2,1	5,2	16,9	7,2	23,5
t	$t_{\phi > t_r}$	$t_{\phi > t_r}$	$t_{\phi < t_r}$	$t_{\phi < t_r}$	$t_{\phi < t_r}$	$t_{\phi < t_r}$
	на 11 год после внедрения (2015)					
	25.06		29.07		28.09	
	0-5 см	5-20 см	0-5 см	5-20 см	0-5 см	5-20 см
Отвальная	2,7	22,1	2,8	11,7	7,6	25,6
Нулевая	3,5	13,4	3,2	9,2	6,1	17,2
t	$t_{\phi < t_r}$	$t_{\phi > t_r}$	$t_{\phi < t_r}$	$t_{\phi < t_r}$	$t_{\phi > t_r}$	$t_{\phi > t_r}$

\* - жирным выделены достоверные различия;  $t_{\phi}$  – фактическое значение критерия Стьюдента,  $t_r$  – теоретическое значение критерия Стьюдента

Запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы исследуемых вариантов оценивались согласно шкале [5] в зависимости от фаз развития зерновых культур. В начале вегетации полевых культур в 2013 году, (от всходов до кущения) запасы влаги были оптимальными на отвальной фоне, а при использовании нулевой технологии, несмотря на избыточное атмосферное увлажнение, существенно уступали в слое 5-20 см. Далее, до окончания сезона, в целом, влагозапасы увеличивались в почве, не обрабатываемой плугом, и к октябрю достоверно превышали почву контрольного варианта.

В вегетационный сезон 2014 года в период от кущения до выхода в трубку для зерновых культур складывались экстремальные условия увлажнения. Здесь, по запасам продуктивной влаги почва, подвергнутая отвальной вспашке, существенно превосходила параметры увлажнения варианта

с нулевой технологией. Важно отметить, что они оценивались неудовлетворительными значениями для производственного процесса зерновых культур. В дальнейшем, формирование запасов продуктивной влаги соответствовало оптимальным значениям в двух сравниваемых технологиях обработки. Показательным, с точки зрения метеорологических условий стал вегетационный сезон 2015 года. В период наибольшей потребности во влаге (фазы кущения-выход в трубку), ее продуктивные запасы на варианте без механического воздействия существенно уступали по накоплению традиционной технологии (табл. 2).

Результаты исследований показали, что основные метеорологические факторы не оказывали существенного влияния на запасы продуктивной влаги. Так для надсеменного слоя, зависимость влагозапасов от количества осадков оценивалась слабыми корреляциями ( $r = 0,03-0,14$ ), тогда как динамика ГТК обнаруживала более существенное воздействие, прежде всего, на фоне отвальной обработки ( $r = 0,44$ ). Аналогичная тенденция сохранялась и для нижележащего слоя 5-20 см. Таким образом, мы вправе предположить, что более значимое влияние на запасы продуктивной влаги могли оказывать агрофизические свойства агрочернозема. Безусловно, они одними из первых откликаются на механическое воздействие. Так, параметры плотности сложения демонстрирует это влияние (табл. 3).

**Таблица 3 - Статистические параметры плотности сложения в вариантах опыта чернозема выщелоченного,  $n = 15$**

Варианты	Слой, см	$x \pm ts_x$	$x \pm ts_x$	$x \pm ts_x$
<b>Сроки</b>		<b>21.05.2013</b>	<b>28.06.2013</b>	<b>02.10.2013</b>
1.Отвальная	0-5	0,68±0,06	0,76*±0,06	0,83±0,05
	5-20	0,70±0,05	0,86*±0,04	0,82±0,04
2.Нулевая	0-5	1,08±0,07	1,10±0,06	0,94±0,05
	5-20	1,20±0,06	1,20±0,06	1,17±0,04
<b>Сроки</b>		<b>25.06.2014</b>	<b>28.07.2014</b>	<b>18.09.2014</b>
1.Отвальная	0-5	0,94±0,07	0,77*±0,07	0,91±0,08
	5-20	0,99±0,05	0,89*±0,06	0,94±0,04
2.Нулевая	0-5	1,07±0,08	0,98±0,04	1,07±0,05
	5-20	1,01±0,07	1,15±0,06	1,25±0,08
<b>Сроки</b>		<b>25.06.2015</b>	<b>29.07.2015</b>	<b>28.09.2015</b>
1.Отвальная	0-5	0,89±0,06	0,86±0,04	0,76±0,05
	5-20	1,07±0,04	1,06±0,06	0,90±0,06
2.Нулевая	0-5	1,08±0,06	0,98±0,05	0,93±0,05
	5-20	1,28±0,05	1,26±0,07	1,20±0,02

\* различия достоверны, t – критерий Стьюдента,  $s_x$  – ошибка средней

Очевидно, что использование нулевой технологии значимо повышало плотность сложения агрочернозема. Однако в обоих вариантах она оценивалась оптимальными значениями для сельскохозяйственных культур, а в отдельные периоды, в условиях использования отвального плуга, как избыточно рыхлая. Однако данные корреляционного анализа также не обнаружили достоверного линейного влияния плотности на показатели влагосбережения ( $r = -0,44 - 0,53$ ).

С другой стороны, были установлены весьма сильные подчиненности запасов продуктивной влаги структурному составу агрочернозема и параметрам воздухосодержания. Причем это влияние по-разному определялось способом обработки почвы. Так, на фоне отвальной вспашки, аккумуляция влаги в оцениваемых слоях, находилась в прямой зависимости от динамики содержания агрегатов крупных размеров (5-7 мм) ( $r = 0,6-0,7$ ). По-видимому, использование отвального плуга, увеличивая скважность, повышало водопроницаемость. Также, эти отдельности могли выполнять самомульчирующую функцию для почвы. Таким образом, в агрочерноземе обрабатываемом отвальным плугом, преобладание в структурном составе крупнокомковатых агрегатов, вызывало более экономный расход влаги на физическое испарение. Напротив, использование нулевой технологии способствовало сильной обратной связи между содержанием «тонких» фракций (<0,25 – 0,5 мм) и запасами продуктивной влаги ( $r = -0,72...-0,84$ ). Причем здесь же отмечалась умеренно сильная положительная зависимость с глыбистой фракцией ( $r = 0,57$ ). Объяснением данного, возможно противоречивого факта, может являться сильная обратная корреляция между влагозапасами и изменчивостью параметров воздухосодержания агрочернозема ( $r = -0,88...-0,97$ ). Исследуемые почвы характеризовались повышенными значениями этого важного для баланса влаги показателя, вне зависимости от применяемых технологий. Тем не менее, существенное снижение пор аэрации в почве при использовании прямого посева, отрицательно воздействовало на запасы продуктивной влаги. Отмеченное, свидетельствует о существенном влиянии способа обработки (из оцениваемых) на влагозапасы от характера структурного состава и строения пахотного слоя агрочерноземов.

**Заключение.** Сравнимые способы обработки почвы, в целом, аккумулировали в течение изучаемых вегетационных сезонов «хорошие» запасы продуктивной влаги. Использование отвальной вспашки способствовало существенным влагозапасам относительно нулевой технологии. Данная закономерность проявлялась значительно в условиях дефицита атмосферных осадков. Наиболее активное воздействие на аккумуляцию атмосферных осадков в почве оказывал ее структурный состав и параметры воздухосодержания. Наиболее значимое влияние на формирование продуктивной влаги оказывали параметры воздухосодержания.

#### Список литературы:

1. Белоусов, А.А. Сезонная динамика водорастворимого органического вещества чернозема выщелоченного в условиях почвозащитных технологий / А.А. Белоусов, Е.Н. Белоусова // Вестник КрасГАУ. 2017. № 9 (132). – С. 134-139.
2. Белоусова, Е.Н. Оценка агрофизических свойств чернозема в условиях перехода на почвозащитные технологии обработки / Е.Н. Белоусова, А.А. Белоусов // Агрофизика. 2021. № 3. – С. 1-9.
3. Белоусова, Е.Н. Оценка запасов влаги в черноземе в условиях минимизации обработки почвы / Е.Н. Белоусова, А.А. Белоусов // Агрофизика. 2021. № 4. – С. 1-6.
4. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. - М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
5. Вериго, С.А. Почвенная влага и ее значение в сельском хозяйстве / С.А. Вериго, Л.А. Разумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 327 с.
6. Власенко, А.Н. Изменение показателей плодородия чернозема выщелоченного лесостепи Приобья при использовании технологии No-Till / А.Н. Власенко, Н.Г. Власенко, П.И. Кудашкин // Агрохимия. 2019. № 12. – С. 16-21.
7. Воробьева, Л.А. Теория и практика химического анализа почв / Л.А. Воробьева, М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
8. Глухих, М.А. Влага черноземов Зауралья и пути ее эффективного использования: монография / М.А. Глухих. М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 359 с.
9. Грингоф, И.Г. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том I. Потребность сельскохозяйственных культур в агрометеорологических условиях и опасные для сельскохозяйственного производства погодные условия / И.Г. Грингоф, А.Д. Клещенко, Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. – 808 с.
10. Едимейчев, Ю.Ф. Современные проблемы ресурсосберегающих технологий в земледелии Красноярского края / Ю.Ф. Едимейчев, А.И. Шпагин, Красноярск, 2014. – 204 с.

11. Конищев, А.А. Прошлое и будущее обработки почвы под зерновые культуры / А.А. Конищев // Аграрный вестник Урала. 2020. № 03 (194). – С. 21–27.
12. Максимова, Н.Б. Запасы продуктивной влаги по природно-почвенным зонам Алтайского края и их влияние на урожайность яровой пшеницы / Н.Б. Максимова, С.Б. Тарасова, Г.Г. Морковкин // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. Барнаул. 2018. № 4(162). – С. 87-92.
13. Немченко, В.В. Системы обработки почвы и ее плодородие / В.В. Немченко, О.В. Волынкина, В.Л. Дерябин // Агрохимический вестник. 2022. № 4. – С. 90-100.
14. Пыхтин, И.Г. Обработка почвы: действительность и мифы / И.Г. Пыхтин // Земледелие. 2017. № 1. – С.33-36.

УДК 631.416.1: 633.1

### ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

**Власенко Ольга Анатольевна**, кандидат биологических наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: ovlasenko07@mail.ru

**Колесник Алена Андреевна**, кандидат биологических наук, ст. преподаватель  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: airlexxx@mail.ru

**Лебедев Никита Вячеславович**, аспирант  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: nickit.lebedev2012@yandex.ru

**Аннотация.** Микробиологический препарат Биокмпозит-коррект способствовал достоверному увеличению числа продуктивных стеблей пшеницы в 1,4 раза и озерненности колоса в 1,2 раза, что привело к прибавке урожая пшеницы на 14,9 % по сравнению с контролем. Внесение азота и совместное внесение азота и биопрепарата увеличило длину растений в 1,2 раза, длину колоса в 1,4 раза, озерненность колоса в 1,5 раза, что обеспечило прибавку урожая на 10,0 -10,8 % по сравнению с контролем.

**Ключевые слова:** агрочернозем, яровая пшеница, микробиологический препарат, длина колоса, озерненность, урожай

### INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL PREPARATION ON SPRING WHEAT YIELD

**Vlasenko Olga Anatolyevna**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: ovlasenko07@mail.ru

**Kolesnik Alena Andreevna**, Candidate of Biological Sciences, senior lecturer  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: airlexxx@mail.ru

**Lebedev Nikita Vyacheslavovich**, Postgraduate student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: nickit.lebedev2012@yandex.ru

**Abstract.** The microbiological preparation Bbiokmpozit-correct contributed to a reliable increase in the number of productive wheat stems by 1.4 times and the grain content of the ear by 1.2 times, which led to an increase in the wheat yield by 14.9% compared to the control. The introduction of nitrogen and the combined introduction of nitrogen and the biopreparation increased the length of plants by 1.2 times, the length of the ear by 1.4 times, the grain content of the ear by 1.5 times, which ensured an increase in yield by 10.0-10.8% compared to the control.

**Keywords:** agrochernozem, spring wheat, microbiological preparation, ear length, grain content, yield

Авторы благодарят ООО «Щелково Агрохим» за предоставленные средства защиты растений и микробиологический препарат

Замена вспашки технологиями поверхностной обработки приводит к накоплению значительных запасов пожнивных остатков до 5-10 т/га в агропочвах. Большая часть этих остатков представлена соломой зерновых культур (2,04-2,35 млн. т в год), которая медленно разлагается в почве из-за широкого отношения С:N (более 60) и короткого периода биологической активности в условиях Сибири. Одним из способов активизации разложения пожнивных остатков может являться обработка их микробиологическими препаратами. Исследованиями ряда авторов показана эффективность подобных препаратов в качестве деструкторов соломы, установлено увеличение скорости разложения растительных остатков, степени гумификации подвижных гумусовых веществ и улучшение их качественного состава, а также повышение урожайности культур [2, 3, 4, 5]. В связи с этим, цель настоящего исследования – изучить влияние микробиологического препарата Биокомпозит-коррект на урожайность яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи.

Исследования проведены в 2022 г. на территории учебного хозяйства «Миндерлинское», которое находится в центральной части Красноярской лесостепи на Юго-западе Средней Сибири (56°25'N и 92°53'E). Почвенный покров участка исследований представлен комплексом агрочерноземов глинисто-иллювиальных типичных и агрочерноземов криогенно-мицелярных, средне- и тяжело-суглинистых разновидностей. Содержание гумуса высокое 7,6-7,9 %, сумма обменных оснований очень высокая 52-63 мг-экв/100 г, реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 6,6-6,9), содержание минеральных форм азота среднее (10,4 мг/кг). Яровая пшеница сорта Новосибирская 31 возделывалась по зерновому предшественнику. Защита яровой пшеницы проводилась по следующей схеме: протравитель семян Скарлет (0,3 л/т); гербициды: Арго Прим, МЭ (0,5 л/га), Фемида, МД (0,8 л/га) в фазу кушения-начала выхода в трубку; фунгицид: Титул Трио (0,5 л/га) в фазе цветения. Предметом исследования является микробиологический препарат Биокомпозит-Коррект (БК), который содержит культуру живых бактерий и продукты их метаболизма. Бактерии продуцируют ферменты, разрушающие целлюлозу, лигнин соломы и послеуборочных остатков, вырабатывают мощные антибиотики, которые подавляют рост и развитие фитопатогенных микроорганизмов, снижая тем самым инфекционный фон почв.

Схема опыта представлена вариантами: 1) Контроль (солома); 2) N<sub>60</sub> – Солома + аммиачная селитра в дозе 60 кг/га; 3) БК – Солома + Биокомпозит-коррект 3 л/га; 4) БК + N<sub>60</sub> – Солома + Биокомпозит-коррект 3 л/га + N<sub>60</sub>. Весной непосредственно перед посевом проведена инокуляция соломы препаратом Биокомпозит-коррект с помощью ранцевого опрыскивателя на вариантах БК и БК + N<sub>60</sub>, предпосевная культивация на глубину 5 см, внесение аммиачной селитры (34,4 % д.в.) на вариантах N<sub>60</sub> и БК + N<sub>60</sub>. Норма высева 5 млн. шт./га. Урожайность и структуру урожая яровой пшеницы определяли в 3-кратной повторности.

Вегетационный период 2022 г был теплым и увлажненным (табл. 1). Количество осадков и температура воздуха были сопоставимы со среднемноголетними показателями. Немного засушливым было начало вегетации в мае.

**Таблица 1 – Погодные условия вегетационного периода 2022 г (по данным метеостанции «Сухобузимская», Красноярского края)**

Месяцы	Температура воздуха, t °С	Осадки, мм
Май	13,4	27,3
Июнь	17,5	80,8
Июль	18,1	70,3
Август	15,0	69,9
Сентябрь	10,3	35,0
Среднемноголетние показатели		
Май	10,0	32,0
Июнь	16,4	44,0
Июль	18,9	69,0
Август	14,2	62,0

Результаты исследований обработаны методами вариационной статистики и дисперсионного анализа.

Учет урожая пшеницы показал, что применение биологического препарата привело к достоверному увеличению числа продуктивных стеблей на 38 % (табл. 2). На вариантах, где вносили аммиачную селитру в дозе 60 кг/га длина растений была на 24-21 % выше по сравнению с контрольным вариантом. Применение биопрепарата и азотного удобрения, как отдельно, так и совместно, определило увеличение длины колоса на 32-44 % и его озерненность на 12-50 %. При этом наибольший эффект проявился на варианте N<sub>60</sub>. Масса 1000 зерен повысилась на 9-13 % относительно контроля, однако это увеличение недостоверно, поскольку данный признак определяется в большей степени генетическими особенностями культуры [1].

**Таблица 2 – Элементы структуры урожая яровой пшеницы по вариантам опыта**

Вариант	Число растений, шт/м <sup>2</sup>	Число стеблей, шт/м <sup>2</sup>	Число продуктивных стеблей, шт/м <sup>2</sup>	Длина растений, см	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
Контроль	564	864	521	96,4	7,1	24,5	36,1	26,9
N <sub>60</sub>	644	705	560	119,1*	10,2*	36,7*	40,9	29,6*
БК 3 л/га	724	836	719*	99,3	8,8*	28,5*	38,3	30,9*
БК 3 л/га + N <sub>60</sub>	500	689	596	116,4*	9,4*	27,4*	39,5	29,8*
НСР <sub>05</sub>	358,4	469,6	179,6	10,1	0,9	2,6	7,4	1,7

\* - различия достоверны по отношению к контролю

Применение препарата Биокомпозит-коррект показало достоверное увеличение урожайности на 14,9 % относительно контроля, и составило 30,9 и 26,9 ц/га соответственно (НСР<sub>05</sub> = 1,7). На вариантах с внесением азотного удобрения отдельно и совместно с микробиологическим препаратом установлена достоверная прибавка урожайности на 10 -11 % (29,6 и 30,9 ц/га соответственно).

Таким образом, микробиологический препарат Биокомпозит-коррект в дозе 3 л/га способствовал достоверному увеличению числа продуктивных стеблей пшеницы в 1,4 раза и озерненности колоса в 1,2 раза по сравнению с контролем. Внесение азота существенно повлияло на ростовые качества растений пшеницы, увеличив длину растений в 1,2 раза, длину колоса в 1,4 раза, озерненность колоса в 1,5 раза. Совместное внесение азота и микробиологического препарата не имело существенных отличий от варианта с внесением азота. Обработка соломы биопрепаратом Биокомпозит-коррект в дозе 3 л/га привела к существенной прибавке урожая на 14,9 % по сравнению с контролем, при этом внесение азота (N<sub>60</sub>) обеспечило прибавку урожая на 10 %, а совместное внесение азота (N<sub>60</sub>) и био-препарата (3 л/га) на 10,8 % по сравнению с контролем.

#### Список литературы:

1. Валекжанин, В. С., Коробейников Н. И. Изменчивость и характер наследования массы 1000 зерен у сортов и гибридов мягкой яровой пшеницы в диаллельных скрещиваниях / В. С. Валекжанин // Вестник АГАУ. – 2016. – №7 (141). – С. 5-9.
2. Русакова, И. В., Воробьев, Н. И. Использование биопрепарата Баркон для инокулирования соломы, применяемой в качестве удобрения / И. В. Русакова, Н. И. Воробьев // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 25-28.
3. Сергеев, Г. Я. Влияние препарата Байкал ЭМ1 на скорость разложения соломы / Г. Я. Сергеев, В. В. Каверович, Т. А. Костенко // Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 14-15.
4. Li P., Zhang D.D., Wang X.J., Cui Z.J. Survival and performance of two cellulose- degrading microbial systems inoculated into wheat straw-amended soil // J. Microbiol. Biotechnol. 2012. – Vol. 22. – Pp. 126-132.
5. Semykin, V. A., Microbial preparations and growth regulators as a means of biologization in agriculture / V. A. Semykin, I. Y. Pigorev, A. A. Tarasov, A. P. Glinushkin, S. A. Plygun, I. I. Sycheva // RJOAS. – 2016. – № 11. – Pp. 3-9.

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО ГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

**Власенко Ольга Анатольевна**, кандидат биологических наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: ovlasenko07@mail.ru

**Кураченко Наталья Леонидовна**, доктор биологических наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: kurachenko@mail.ru

**Колесник Алена Андреевна**, кандидат биологических наук, ст. преподаватель  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: airlexxx@mail.ru

**Казюлин Лев Федорович**, аспирант  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: levkrsk.99@mail.ru

**Капустина Елена Сергеевна**, аспирант  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: 2549274@mail.ru

**Аннотация.** Установлено увеличение энергии прорастания на 3-13 % и лабораторной всхожести на 10-22 % относительно контроля у семян яровой пшеницы, ярового рапса и гороха посевного при их обработке нейтральным органоминеральным гуминовым удобрением, произведенным безреагентным методом в дозе 0,2 л/т.

**Ключевые слова:** органоминеральное гуминовое удобрение, яровая пшеница, яровой рапс, горох посевной, энергия прорастания, всхожесть

*Работа выполнена при поддержке ООО «Биотех».*

## INFLUENCE OF ORGANOMINERAL HUMIC FERTILIZER ON THE GERMINATION OF AGRICULTURAL PLANTS SEEDS

**Vlasenko Olga Anatolyevna**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: ovlasenko07@mail.ru

**Kurachenko Natalia Leonidovna**, Doctor of Biological Sciences, Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: kurachenko@mail.ru

**Kolesnik Alena Andreevna**, Candidate of Biological Sciences, senior lecturer  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: airlexxx@mail.ru

**Kazyulin Lev Fedorovich**, Postgraduate student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: levkrsk.99@mail.ru

**Kapustina Elena Sergeevna**, Postgraduate student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: 2549274@mail.ru

**Abstract.** An increase in germination energy by 3-13% and laboratory germination by 10-22% relative to the control was established in seeds of spring wheat, spring rape and peas when they were treated with a neutral organomineral humic fertilizer produced by a reagent-free method at a dose of 0.2 l/t.

**Key words:** organomineral humic fertilizer, spring wheat, spring rape, pea, germination energy, germination capacity

Наибольшее распространение удобрения, содержащие гумусовые кислоты получили в сельском хозяйстве в качестве стимуляторов роста и развития растений. Высокая биологическая актив-

ность гумусовых кислот, играет важную роль в обеспечении как биологической продуктивности системы почва–растение, так и ее устойчивости к неблагоприятным воздействиям. Кроме того, гумусовые кислоты, полученные из гуматсодержащих веществ природного происхождения, рассматриваются как безопасные с точки зрения экологии альтернативы удобрениям [1, 2]. Их применение в биологическом земледелии обусловлено сходством с органическим веществом почв. Д. С. Орлов [3] отмечает, что механизмы действия почвенных гуминовых кислот и гуминовых кислот, полученных из природных гуматсодержащих веществ (торфа, сапропеля, бурого угля) включают как прямое специфическое влияние на растения, так и защитное действие.

Таким образом, в условиях химизации сельскохозяйственного производства специалисты вновь обращаются к природному сырью, на основе которого можно получать экологически чистые биологически активные гуминовые препараты, способные смягчать отрицательное побочное действие синтетических субстанций, а в ряде случаев – служить им надежной альтернативой [4]. В настоящее время отечественный рынок интенсивно пополняется новыми гуминовыми удобрениями, подобная ситуация ставит перед наукой задачу на поиск новых технологий их применения и исследования влияния на плодородие почв и урожайность культур.

Производство гуминовых удобрений из бурого угля имеет высокую степень экологичности, поскольку связано с вопросом утилизации отходов угольной промышленности. Самым распространенным способом извлечения гуминовых кислот из субстратов является щелочной гидролиз, в результате которого гуминовые кислоты хорошо переходят в щелочной раствор в виде солей (гуматов), такие удобрения имеют сильнощелочную реакцию среды (рН 9-10) и не содержат микроорганизмов в своем составе.

Микробиологическая безреагентная технология экстракции гуминовых кислот, разработанная КАТЭЖ НИИ «Уголь» и усовершенствованная в ООО «Биотех» (г. Красноярск) позволяет гуминовым кислотам переходить в раствор в виде целых молекул, при этом удобрения имеют нейтральную рН (5,5-7,3) и содержат штаммы почвенных микроорганизмов. Поскольку гуминовые кислоты не растворяются в воде, для их выделения из водной суспензии, бурые угли измельчаются, проходят доокисление в присутствии бактерий, затем в роторных установках за счет кавитационных процессов крупные гумусовые молекулы «выбиваются» из твердых частиц и попадают в раствор вместе с содержащимися в них макро- и микроэлементами, после чего суспензия проходит декантацию и освобождается от взвеси. Таким образом, в конечном гуминовом удобрении не содержится твердых частиц диаметром более 4 микрон, что не препятствует применению этих удобрений для опрыскивания в форсуночных агрегатах.

Цель работы – оценить влияние на энергию прорастания и всхожесть семян сельскохозяйственных растений органоминерального удобрения, полученного безреагентным методом.

Исследования проводились в контролируемых условиях лаборатории кафедры почвоведения и агрохимии Красноярского ГАУ с соблюдением ГОСТ 12038-84. В качестве объектов исследований были выбраны семена различных сельскохозяйственных культур: яровая пшеница сорта Новосибирская 15, яровой рапс сорта Форпост, горох посевной сорта Радомир. Предметом исследования являлось органоминеральное гуминовое удобрение, полученное безреагентным методом в присутствии микроорганизмов, производства ООО «Биотех». Данное удобрение разработано для предпосевной обработки семян любых культур, в своем составе содержит: органическое вещество - 70,0 %; азота - 0,6 %; фосфора - 0,1 %; калия - 0,9 %, микроорганизмы 18 тыс. кл/мл. Схема опыта для всех культур включала: 1) контроль (химический протравитель); 2) органоминеральное гуминовое удобрение в дозе 0,2 л/т + химический протравитель; 3) органоминеральное гуминовое удобрение в дозе 0,4 л/т + химический протравитель; органоминеральное гуминовое удобрение в дозе 0,6 л/т + химический протравитель.

В результате проведения исследований установлена оптимальная доза гуминового органоминерального удобрения для обработки семян яровой пшеницы, ярового рапса и гороха посевного, которая составляет 0,2 л/т. Именно такая минимальная доза гуминового органоминерального удобрения привела к максимальному увеличению энергии прорастания и лабораторной всхожести семян. Более высокие дозы удобрения не имели существенного влияния на показатели всхожести семян, напротив, доза 0,6 л/т приводила к ингибированию ростовых процессов, что подтверждается и другими исследованиями [5]. Таким образом, применение органоминерального гуминового удобрения в дозе 0,2 л/т для обработки семян на фоне химического протравителя у яровой пшеницы увеличивает энергию прорастания на 11%, а лабораторную всхожесть на 22% по сравнению с контролем. При обработке семян ярового рапса происходит увеличение энергии прорастания на 3%, лабораторной всхожести на 10%, относительно контроля. Обработка семян гороха посевного органоминеральным

гуминовым удобрением приводит к увеличению энергии прорастания на 13%, лабораторной всхожести на 15 % по сравнению с контрольным вариантом.

#### Список литературы:

1. Наими, О.И. Применение гуминовых препаратов в сельском хозяйстве /О.И. Наими // Аллея науки, 2018. - № 10.
2. Наими, О.И. Биологическое земледелие и экологические аспекты применения гуминовых препаратов /О.И. Наими, Ю.С. Поволоцкая //Международный журнал гуманитарных и естественных наук, 2019. - № 3. – С. 128-130.
3. Орлов, Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации /Д.С. Орлов //Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
4. Лиштван, И. И. Гуминовые препараты на основе каустобиолитов и продуктов их физико-химической переработки для решения проблем охраны окружающей среды / И. И. Лиштван, А. М. Абрамец, Ю. Г. Янута // Природопользование и экологические риски : материалы науч.-практ. конф., Минск, 5 июня 2019 г. – Минск : БГТУ, 2019. – С. 38-43.
5. Данилина, А. Е. Влияние стимуляторов и регуляторов роста на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян ярового рапса / А. Е. Данилина, О. С. Харалгина, А. И. Старых // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов ЛП Международной студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 15 марта 2018 года. Том Часть 1. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2018. – С. 71-75.

УДК 633.51.01

### ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОПОДЗОЛЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Демиденко Галина Александровна, доктор биологических наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: demidenkoekos@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются возможности применения интенсивной технологии при сохранении физических свойств пахотных и целинных оподзоленных черноземов в лесостепной зоне Красноярского края. При землепользовании удельный вес почвенных горизонтов закономерно увеличивается сверху вниз, что связано с уменьшением органической части почвы. Аналогичная закономерность проявляется по увеличению объемного веса и скважности почвенных горизонтов оподзоленных черноземов

**Ключевые слова:** землепользование, ресурсосберегающие приемы, интенсивная технология, пахотные и целинные оподзоленные черноземы, лесостепная зона, Красноярский край

### THE USE OF INTENSIVE TECHNOLOGY WHILE PRESERVING THE PHYSICAL PROPERTIES OF PODZOLIZED CHERNOZEMS IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE KRASNOYARSK TERRITORY

Demidenko Galina Aleksandrovna, Doctor of Biological Sciences, Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
demidenkoekos@mail.ru

**Abstract.** The article discusses the possibilities of using intensive technology while preserving the physical properties of arable and virgin podzolized chernozems in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory. During land use, the specific gravity of soil horizons naturally increases from top to bottom, which is associated with a decrease in the organic part of the soil. A similar pattern is manifested by an increase in the volume weight and borehole content of the soil horizons of podzolized chernozems

**Keywords:** land use, resource-saving techniques, intensive technology, arable and virgin podzolized chernozems, forest-steppe zone, Krasnoyarsk Territory

Применение интенсивной технологии при сохранении физических свойств пахотных и целинных оподзоленных черноземов в северной лесостепи Красноярского края позволяет сохранить потенциальное почвенное плодородие и стабильность получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Почва интересует земледельцев как средство производства и источник благополучия и его интересует информация о почвах земледельческой зоны страны. Землепользователю необходимы как общие представления о почвах, их строение, состав, свойства, а и генезис, зональные закономерности их распространения, процессы взаимодействия с окружающей средой, пути их рационального использования. Особый интерес вызывают почвы, расположенные на территории его землепользования, а также входящие в почвенный покров административных единиц.

Для городских жителей имеющих дачи, обладателей коттеджей и загородных домов, придомовых земельных участков знания о почвах их территорий, также необходимы для правильного их использования как в сельскохозяйственных, так и рекреационных целях.

Южная группа районов Красноярского края представлена восемью муниципальными образованиями: городской округ Минусинск, Минусинский район; городской округ Шушенское, Шушенский район; Ермаковский район; Идринский район; Каратузский район; Краснотуранский район, Курагинский район.

Территории районов относятся к земледельческой территории края, для выращивания культурных растений, в том числе зерновых (кроме риса), зернобобовых, масличных. Физические свойства черноземов являются важными показателями, определяющими плодородие почв [1 - 6].

Сохранение физических свойств пахотных оподзоленных черноземов, влияющих на плодородие почв, актуальная задача.

Цель исследования: сравнительная характеристика некоторых физических свойств пахотных и целинных оподзоленных черноземов в Каратузском районе Красноярского края.

Интенсивная технология возделывания зерновых культур в сибирских лесостепях [7-9] в отличие от традиционной агротехники требует: 1. интенсификации обработок по уходу за посевами весной и летом против сорняков, болезней и вредителей; применения разновидностей регуляторов роста (ретардантов) и применения сидерантов, удобрений, в том числе органических. 2. работы проводят современными машинами и агрегатами, движение которых предусматривают по постоянной технологической колее; 3. сохранение плодородия агропочв; и другое [10-12]

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются почвенные разрезы, расположенные на пашне и целине пробных площадей Каратузского района.

Каратузский административный район находится в южной части Красноярского края и относится к южной группе районов края. Расположен в юго-восточной части отрогов гор Восточного Саяна на реке Амыл.

Рельеф увалисто – равнинный, расчлененный долинами рек. Климат резко-континентальный, в летнее время – засушливый. Средняя температура января: (-16 °С) – (-25 °С) иногда с морозами до – 52°С; июня – (+18.2) – (+19.6 °С), а иногда температура поднимается до +45°С.

Положительные характеристики района: район расположен на юге края; разнообразие природных ресурсов; многонациональность. Отрицательные характеристики района: неблагоприятные условия для ведения сельского хозяйства и жизни населения; небольшая относительно площадь; удален от основных магистральных трасс Красноярского края и Сибири.

Основной метод исследования – почвенный мониторинг, дающий информацию о свойствах черноземов лесостепной и степной зон Красноярского края. Применены морфогенетический метод исследования почв и вариационно-статистический анализ изучения черноземов.

В Каратузском районе распространены обыкновенные, выщелоченные и оподзоленные черноземы [1,2].

Оподзоленные черноземы занимают значительную часть земледельческой территории в северной лесостепи Красноярского края, которые по морфологическому строению обычно представлены почвенным профилем: А1(Аp)-А1В-Вt-Вса -ВСа- Сса.

Физические свойства пахотных и целинных оподзоленных черноземов представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Физические свойства пахотных и целинных оподзоленных черноземов (средние значения)**

Угодье	Горизонт	Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	Удельный вес	Скважность (общая)	Максимальная гигроскопичность
				%	
Оподзоленные черноземы (южная часть северной лесостепи)					
Целина	A	0.8	2.5	67	12.5
	A1B	1.2	2.6	55	11.3
	Bt	1.3	2.7	51	10.7
Пашня	Ap	0.9	2.6	66	11.9
	A1B	1.1	2.7	58	9.4
	Bt	1.4	2.7	48	9.9
Оподзоленные черноземы (северная часть северной лесостепи)					
Целина	A	0.9	2.6	66	11.9
	A1B	1.1	2.7	58	9.4
	Bt	1.4	2.7	48	9.9
Пашня	Ap	0.9	2.6	62	10.6
	A1B	1.2	2.7	55	9.5
	Bt	1.4	2.7	49	9.1

Анализ таблицы 1 показал, что физические свойства горизонтов оподзоленных черноземов различаются между собой. Удельный вес закономерно увеличивается сверху вниз, что связано с уменьшением органической части почвы. Аналогичная закономерность проявляется по увеличению объемного веса и скважности. Скважность пахотного горизонта оподзоленных черноземов почти не отличается от скважности верхних горизонтов целинных почв. Вероятно, это является следствием высокой гумусированности и лучшего соотношения структурных агрегатов в пахотных горизонтах оподзоленных черноземов. Повышенная гумусированность и тяжелый гранулометрический состав обусловили высокую максимальную гигроскопичность оподзоленных черноземов, являющуюся причиной большого содержания недоступной влаги для растений в этих почвах.

Применение интенсивной технологии предусматривает: выбор оптимальной системы обработки для оподзоленных черноземов; соблюдение научно-обоснованных технологий выращивания сельскохозяйственных культур; интенсивная минеральная система удобрений; и другое [6].

Выводы: оподзоленные черноземы обладают высоким потенциальным плодородием почв, а сельскохозяйственные культуры дают высокие урожаи на равнинных участках почвы, где они менее переувлажнены, лучше прогреваются и обеспечены подвижными питательными веществами. Применение интенсивной технологии позволит сохранить уровень плодородия этих почв. Сохранение производительной способности почв при применении интенсивной технологии землепользования, позволяет сохранить естественное почвенное плодородие и позволит получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Конечно, составляющей урожая еще являются: производные климата и погоды, агрокультуры, время и труд человека.

#### Список литературы:

1. Бугаков, П.С., Горбачева С.М., Чупрова В.В. Почвы Красноярского края. Красноярск, 1981. 129 с.
2. Бугаков, П.С., Чупрова В.В. Агрохимическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края. Красноярск: КрасГАУ, 1995. 176 с.
3. Демиденко, Г. А. Приемы ресурсосберегающих технологий ведения землепользования в ландшафтах Канской лесостепи / Г. А. Демиденко// Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. Материалы II Международной научной конференции. - Красноярск, 2021. – С. 245 – 248.
4. Демиденко, Г.А. Оценка сельскохозяйственного землепользования в Канско-Рыбинской котловине (ландшафтно-экологический подход)// Аграрная Россия. 2022. № 6. С. 3 – 7.
5. Демиденко, Г. А. Мониторинг применения интенсивной технологии при возделывании яровой пшеницы в агроценозах Красноярской лесостепи/ Г. А. Демиденко// Ресурсосберегающие техно-

логии в агропромышленном комплексе России. Материалы III Международной научной конференции. - Красноярск, 2022. – С. 202 – 206

6. 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.

7. 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.

8. Келер, В. В. Экологические и сортовые особенности формирования технологических качеств яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края/ В.В. Келер – Красноярск: КрасГАУ, 2007. - 122 с.

9. Келер, В. В., Хижняк С.В. Аспекты повышения продуктивности и рентабельности производства зерна яровой пшеницы в Красноярском крае/ В. В. Келер, С. В. Хижняк. – Вестник КрасГАУ. № 6. Красноярск, 2019. С. 28-34.

10. Пыльпив, А. М. Необходимость применения ресурсосберегающих технологий в растениеводстве/ А. М. Пыльпив, В. А. Нестерова. Интернет-журнал, 2015. – Выпуск 1. - С. 1 – 8.

11. Романов В.Н., Демиденко Г.А. Применение интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи. Вестник КрасГАУ. № 4. 2021. С. 21 – 26.

12. Романов, В. Н. Интенсификация возделывания яровой пшеницы на земледельческой территории Сибири/ В. Н. Романов, Н. А. Козулина, А. В. Василенко, Г. А. Демиденко. Вестник КрасГАУ. - 2022. - № 5. С. 17 -27.

УДК 631.674.6

## РОЛЬ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА В УСТОЙЧИВОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ: ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ И ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ

**Карпенко Мария Сергеевна**, студент

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия  
e-mail: arkadiam2002@gmail.com

**Шишкин Александр Сергеевич**, старший преподаватель

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия  
e-mail: schischa@inbox.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются условия современных экологических вызовов АПК, в особенности необходимости радикального пересмотра систем водоснабжения и обеспечения продуктивности посевов, на примере капельного полива. Рассмотрены методы внедрения других систем в капельный полив, для более качественной работы и повышения урожайности.

**Ключевые слова:** АПК, капельный полив, земледелие, урожай, сельское хозяйство

## THE ROLE OF DRIP IRRIGATION IN SUSTAINABLE AGRICULTURE: IMPLEMENTATION EXPERIENCE AND DEVELOPMENT POTENTIAL

**Karpenko Maria Sergeevna**, Student

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia  
e-mail: arkadiam2002@gmail.com

**Shishkin Alexander Sergeevich**, Senior lecturer

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia  
e-mail: schischa@inbox.ru

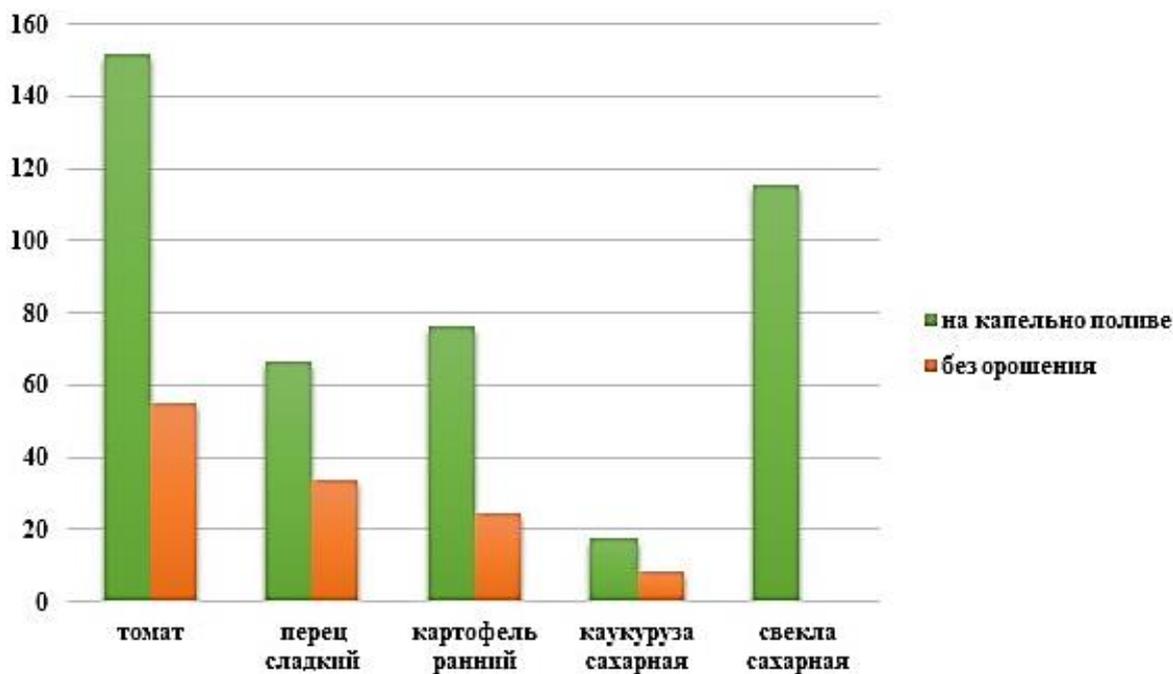
**Abstract.** The article considers the conditions of modern environmental challenges of agro-industrial complex, especially the need for radical revision of water supply systems and ensuring crop productivity, on the example of drip irrigation. The methods of introducing other systems in drip irrigation for better performance and yield increase are considered.

**Key words:** agro-industrial complex, drip irrigation, farming, crop, agriculture

В настоящее время происходит значительный рост численности населения и изменение климата, из-за этого обострилась проблема дефицита водных ресурсов, особенно в засушливых регионах. Традиционные методы орошения характеризуются значительными потерями воды, что приводит к деградации почв и снижению их плодородия. Капельный полив в этом контексте выступает как ресурсосберегающая технология, направленная на локализованное распределение воды, минимизацию испарения и обеспечение растений необходимыми элементами для полноценного развития. [1,2]

Капельный полив позволяет сократить объемы водопотребления в среднем на 40-60% по сравнению с традиционными методами полива. Уровень урожайности для основных культур, таких как кукуруза, соя и овощные культуры, в условиях капельного полива возрастает на 20-30%. Существенно сокращается количество сорняков за счёт точечного распределения воды, что также снижает потребность в применении гербицидов. [1,3]

Кроме того, капельный полив способствует улучшению агрохимических свойств почвы. При локализованном подаче воды и удобрений почва испытывает минимальное воздействие со стороны водной эрозии. Позволяет сохранить структуру и биологическое разнообразие почвы.



*Рисунок 1 – Урожайность при капельном поливе и без орошения, т/га*

Система капельного полива открывает возможности для внедрения интеллектуальных технологий. Применение сенсорного контроля и автоматизированных систем управления, с их помощью можно гибко регулировать объёмы подачи воды в зависимости от погодных условий и фаз роста растений.



**Рисунок 2 - Система капельного полива**

Примером применения системы капельного полива с ИИ технологиями в России существует проект, реализованный в Краснодарском крае. В рамках аграрных инноваций используются системы автоматизированного полива с интеграцией сенсоров для контроля влажности почвы и прогнозирования погодных условий. [2]

Сенсоры, размещённые в почве, могут отслеживать уровень влажности и передавать данные на центральный сервер, который анализирует информацию и корректирует подачу воды в зависимости от текущих нужд растений. Например, если ожидается дождь, система автоматически уменьшает подачу воды, что позволяет избежать перерасхода ресурсов, повысить эффективность полива и избежать затопление почвы. Такие решения активно внедряются на крупных сельскохозяйственных предприятиях, занимающихся выращиванием овощей и фруктов, в том числе в Ростовской области, где климатические условия требуют чёткого контроля за водными ресурсами. [3]

Несмотря на значительные преимущества капельного полива, следует отметить и некоторые сложности, связанные с его широкомасштабным внедрением. В первую очередь, это касается начальных финансовых затрат и необходимости квалифицированного обслуживания системы. Однако с развитием инновационных технологий и удешевлением производства компонентов система капельного полива становится всё более доступной.



**Рисунок 3 - Беспилотные летательные аппараты применяемые при орошении**

Для дальнейшего повышения эффективности капельного полива перспективным направлением является интеграция его с технологиями точного земледелия, такими как беспилотные летательные аппараты, метеостанции и анализ больших данных. Совместное использование этих инструментов позволит создать максимально адаптивные и экологически безопасные агротехнологии, что соответствует принципам устойчивого земледелия.

Капельный полив является мощным инструментом для реализации целей устойчивого развития в сельском хозяйстве. Его использование не только обеспечивает снижение водопотребления, но и способствует поддержанию плодородия почвы, повышению урожайности и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

#### **Список литературы:**

1. Карпенко, М. С. Внедрение современных технологий и методов управления сельскохозяйственными предприятиями / М. С. Карпенко, В. И. Орехова // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы XIV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 25–26 апреля 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2024. – С. 305-309. – EDN RCAXFL.

2. Шишкин, А. С. Автоматизация землеустроительного проектирования на орошаемых участках России / А. С. Шишкин, М. С. Карпенко // Аграрная наука в обеспечении продовольственной безопасности и развитии сельских территорий : СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ IV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Луганск, 17 января – 08 2023 года. – Луганск: Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова, 2023. – С. 169-171. – EDN BKVKUO.

3. Использование водных ресурсов для орошения в южных регионах России / А. А. Одновол, М. С. Карпенко, А. Г. Сивоконь, А. С. Шишкин // Virtuozы науки : Сборник тезисов Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных за 2023 г, Краснодар, 06–15 ноября 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 489-491. – EDN KBLYYV.

УДК 332.37

### **ПРОЕКТ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА КАК ВАЖНЕЙШАЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ**

**Колпакова Ольга Павловна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: olakolpakova@mail.ru

**Аннотация.** В статье раскрыто содержание проекта внутрихозяйственного землеустройства как значимой составляющей рациональной организации использования земель и ресурсосберегающего механизма управления землями сельскохозяйственного назначения. Представлены результаты проектной деятельности на примере ООО «Целинное» Ширинского района Республики Хакасии с учётом региональных особенностей и решения природоохранных и ресурсосберегающих задач.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, внутрихозяйственное землеустройство, рациональное землепользование, проект, организация угодий, севообороты

### **THE PROJECT OF ON-FARM LAND MANAGEMENT AS THE MOST IMPORTANT RESOURCE-SAVING COMPONENT OF LAND MANAGEMENT**

**Kolpakova Olga Pavlovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: olakolpakova@mail.ru

**Abstract.** The article reveals the content of the project of on-farm land management as an important component of the rational organization of land use and resource-saving mechanism of agricultural land management. The results of the project activity are presented on the example of LLC "Tselinnoe" of the Shirinsky

district of the Republic of Khakassia, taking into account regional peculiarities and solving environmental and resource-saving tasks.

**Keywords:** agriculture, on-farm land management, rational land use, project, organization of land, crop rotations

Задачей исследования является на основании анализа и обобщения сведений общей характеристики состояния и использования земель ООО «Целинное» Ширинского района Республики Хакасии разработать проект организации использования сельскохозяйственных земель.

Объект исследования — внутрихозяйственная организация территории ООО «Целинное».

Новизна работы заключается в разработке предложений по организации рационального использования земель ООО «Целинное» Ширинского района Республики Хакасии с учётом региональных особенностей и решения природоохранных и ресурсосберегающих задач.

Проект внутрихозяйственного землеустройства является важнейшей составляющей при организации рационального использования земель и гарантом ресурсосберегающих технологий и экологической безопасности в сельскохозяйственном производстве [2, 3].

Территория землепользования ООО «Целинное» расположена в северной части Республики Хакасия, в 12 километрах севернее районного центра с. Шира. Расстояние от ООО «Целинное» до республиканского центра г. Абакана составляет 170 километров.

Основной вид деятельности хозяйства – разведение молочного крупного рогатого скота, большое внимание уделяется развитию мясо – молочного скотоводства, выращивание зерновых и кормовых культур.

Территория хозяйства относится к зоне сухой степи, климат – резко континентальный, с продолжительной холодной зимой и кратковременным, но сравнительно жарким летом. Характерны низкие зимние температуры, застой холодного воздуха.

Почвенный покров ООО «Целинное» разнообразен по физико-химическим свойствам и мощности гумусового горизонта. Для объективной оценки ресурсного потенциала хозяйства рассмотрим текущее состояние гумусированности почв в ООО «Целинное» (таблица 1.).

**Таблица 1 - Группировка почв по содержанию гумуса**

Класс	Содержание гумуса, %	Степень гумусированности	Пашня		Сенокосы		Пастбища	
			га	%	га	%	га	%
I	0-2,0	слабогумусные	-	-	-	-	-	-
II	2,1-4,0	малогумусные	4651,1	37,8	-	-	685,6	33,1
III	4,1-6,0	среднегумусные	6612,2	53,8	179,1	64,3	895,0	42,9
IV	6,1-8,0	высокогумусные	1024,6	8,4	100,1	34,7	431,9	21,6
V	8,1-10,0	тучные	-	-	-	-	42,6	1,4
Итого:			12287	100	279,2	100	2056,6	100

Анализ результатов агрохимического обследования показывает, что по степени гумусированности 37,8% почв пашни, 33,1% пастбищ относятся к малогумусным, в которых содержание гумуса не превышает 4%. На долю среднегумусных почв с содержанием гумуса 4-6% приходится 53,8 % почв пашни, 64,3% сенокосов и 42,9% пастбищ. К высокогумусным почвам относятся 8,4% почв пашни, 34,7% сенокосов и 21,6% пастбищ (рис.1.).



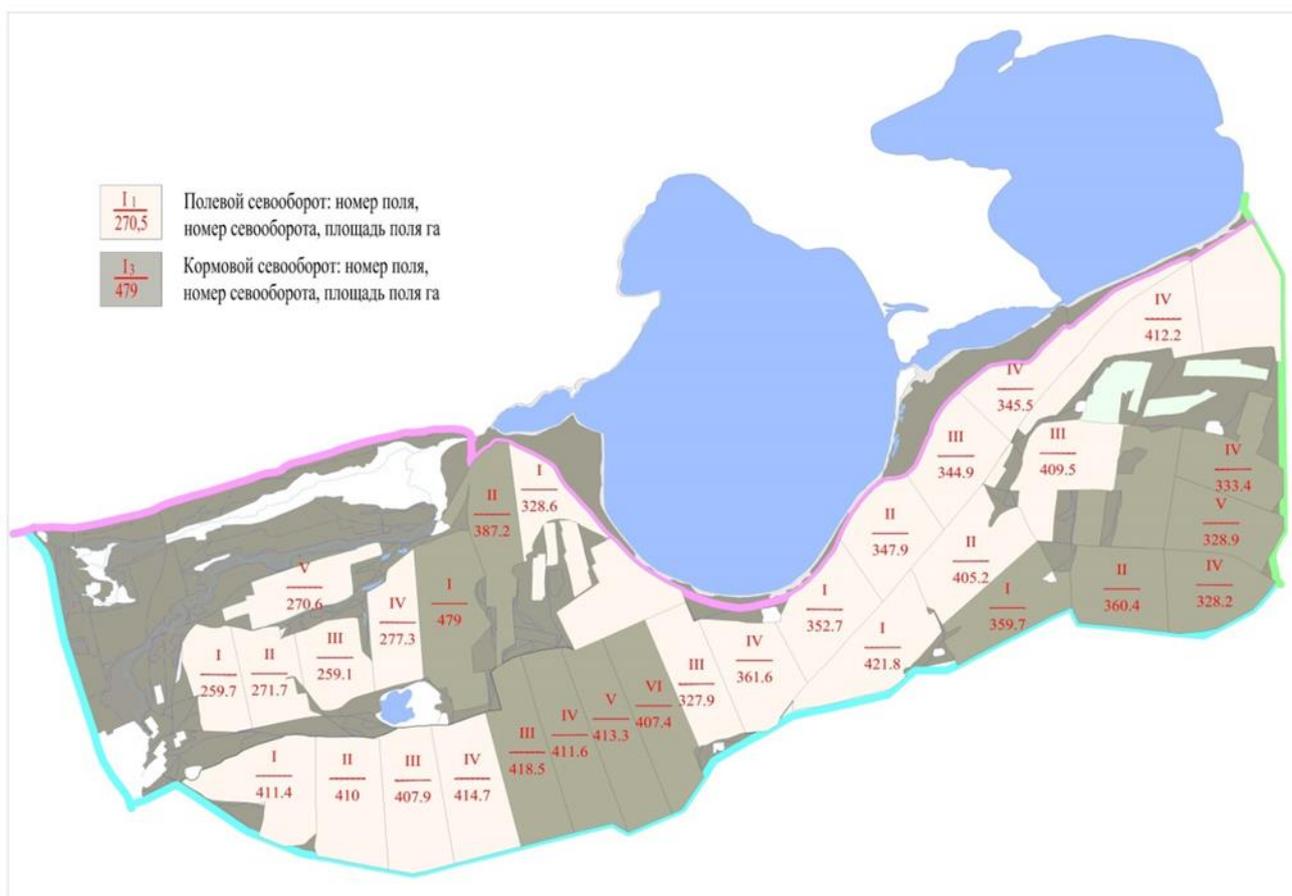
**Рисунок 1 - Группировка почв по содержанию гумуса**

Экспликация ООО «Целинное» включает 14926,54 га сельскохозяйственных угодий, в том числе 12287 га пашни, 279,02 га сенокосов, 2056,66 га пастбищ. Для улучшения организационно-производственной структуры на перспективу предусмотрено провести трансформацию угодий из пастбищ в пашню. По произведенным расчетам срок окупаемости составит 3 года.

Хозяйство достаточно большое, поголовье КРС составляет 2899 голов, из них 36 % коровы, молодняк до 6 мес. – 586 голов, это на 58 голов больше, чем молодняк от 6 мес. до года, это свидетельствует об увеличении приплода. По проекту планируется увеличить поголовье скота на 10 %, быки производители остаются неизменными. Это возможно за счет собственных имеющихся ресурсов, без дополнительных вложений на строительство ферм, без приобретения дополнительных площадей сельскохозяйственных угодий. Увеличение поголовья скота влияет на рост валовой продукции животноводства. Основным источником пополнения стада является получение приплода от маточно-го поголовья.

Центральная усадьба хозяйства размещена в селе «Целинное», наиболее приближенном населенном пункте, и имеет хорошую дорожную связь с районным центром, пунктами реализации сельскохозяйственной продукции, благодаря удачному местоположению расположение центральной усадьбы не требует корректировок. Животноводческий комплекс и производственные цеха в надлежащем состоянии, дополнительного строительства не предполагаем. Особое внимание было уделено организации территории угодий и севооборотов.

Организация угодий и севооборотов - важнейшая составная часть проекта организации использования земель, где устанавливается состав и соотношение угодий; хозяйственно-целесообразное размещение на территории типов, видов и количества севооборотов, объем трансформации и улучшений угодий [1, 4, 5]. Наглядно организация севооборотов представлена на рисунке 2.



**Рисунок 2 - Схемы севооборотов**

Запроектированные научно-обоснованные схемы севооборотов удовлетворяют потребность в кормовой базе и позволяют получить максимум продукции с единицы площади, так как используются такие предшественники, как пар, силосные, однолетние и многолетние травы.

На основании проведенного анализа, полагаем, что в рамках совершенствования содержания проекта внутрихозяйственного землеустройства целесообразно включить в состав проекта новую составную часть - оценка ресурсного потенциала территориальной зоны, включающую в себя комплексную оценку территории по материалам зонирования и районирования, а также новые элементы в организации угодий и севооборотов, такие как формирование агроландшафтных участков и проектирование системы севооборотов на основе материалов территориального зонирования.

#### **Список литературы:**

1. Дехканова Н.Н. Землеустройство сельскохозяйственных организаций Кировской области на адаптивно-ландшафтной основе: специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук/ Дехканова Наталия Николаевна. - Государственный университет по землеустройству. - Москва, 2014.- 174 с.

Колпакова, О. П. Ландшафтно-экологические основы совершенствования использования земель сельскохозяйственного назначения / О. П. Колпакова, С. А. Мамонтова, Н. Е. Лидяева // Астраханский вестник экологического образования. – 2019. – № 3(51). – С. 31-40.

2. Колпакова, О. П. Оптимизация структуры посевных площадей на основе использования экологических критериев / О. П. Колпакова, С. А. Мамонтова, Ю. П. Ковалева, О. И. Иванова // Астраханский вестник экологического образования. – 2020. – № 1(55). – С. 97-101. – DOI 10.36698/2304-5957-2020-19-1-97-101.

3. Колпакова, О. П. Проект внутрихозяйственного землеустройства как средство повышения эффективности использования сельскохозяйственных угодий / О. П. Колпакова, И. В. Чуракова, В. В. Когоякова // Проблемы современной аграрной науки: Материалы международной научной конференции, – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2018. – С. 27-29.

4. Колпакова, О. П. Проект внутрихозяйственного землеустройства как основной инструмент формирования экологически и экономически обоснованного сельскохозяйственного землепользования / О. П. Колпакова, В. В. Когоякова, С. А. Мамонтова, В. И. Незамов // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 5(146). – С. 36-42.

УДК 633.855 (631.8)

## ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ ЛИГНОГУМАТ АМ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

**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

**Аннотация.** В полевом опыте в условиях Красноярской лесостепи показано, что припосевное внесение аммофоса и двукратное опрыскивание вегетирующих посевов гуминовым удобрением Лигногумат АМ являлось эффективным приемом повышения урожайности культуры. Максимальная урожайность зерна ячменя (3,8-4,0 т/га), отмечена при опрыскивании посевов гуминовым удобрением Лигногумат АМ на фоне припосевного внесения аммофоса в дозах  $N_5P_{20}$  и  $N_{12}P_{50}$ .

**Ключевые слова:** ячмень, чернозем, гуминовое удобрение, структура урожая, урожайность

## INFLUENCE OF HUMIC FERTILIZER LIGNOHUMATE AM ON SPRING BARLEY YIELD IN KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

**Kurachenko Natalia 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

**Abstract.** In a field experiment in the Krasnoyarsk forest-steppe, it was shown that pre-sowing application of ammophos and double spraying of vegetative crops with humic fertilizer Lignohumate AM was an effective method for increasing crop yield. The maximum yield of barley grain (3,8-4,0 t/ha) was noted when spraying crops with the humic fertilizer Lignohumate AM against the background of pre-sowing application of ammophos in doses of  $N_5P_{20}$  and  $N_{12}P_{50}$ .

**Keywords:** barley, chernozem, humic fertilizer, crop structure, yield

Применение гуминовых препаратов в современном сельскохозяйственном производстве является одним из основных элементов биологизации земледелия – сокращения, а также нивелирования негативного воздействия почвообрабатывающих агрегатов и синтетических средств химизации на окружающую среду и, в частности, почву [10; 9; 4; 5].

Основной областью применения гуминовых удобрений в сельскохозяйственном производстве является их использование в качестве стимуляторов роста культурных растений. Гуминовые удобрения позволяют получать прибавки урожайности возделываемых культур до 15-30 % при их небольших дозах применения и соответственно малых затратах финансовых средств [8]. Препараты на основе гуминовых веществ помимо повышения урожайности культурных растений обладают рядом положительных качеств. При этом вопрос о возможном механизме ростостимулирующего действия гуминовых препаратов на растения в настоящее время является дискуссионным. О.С. Безуглова [1] объясняет ростостимулирующий эффект гуминовых препаратов повышением подвижности элементов минерального питания за счет образования комплексов с гуминовыми и фульвокислотами, а также их влиянием на процессы клеточного дыхания и фотосинтеза. В исследовании Г.Н. Федотова с соавторами [7] выдвигается гипотеза о механизме стимулирования ростовых процессов растений,

прежде всего за счет благоприятного влияния гуминовых препаратов на эндо- и эпифитные микроорганизмы синтезирующие гормоны роста, витамины и другие биологически активные вещества, которые в свою очередь оказывают стимулирующий эффект на культурные растения. Перспективным препаратом является гуминовое удобрение Лигногумат АМ, представляющее собой продукт окислительно-гидролитической деструкции лигносодержащего сырья. Он характеризуется как природный фитогармон и стимулятор роста с микроэлементами и повышенной концентрацией гуминовых и фульвокислот [6]. По мнению разработчиков удобрения, препарат оказывает существенное влияние на естественные механизмы выноса NPK и позволяет сократить нормы внесения удобрений.

Цель исследования – оценить влияние гуминового удобрения Лигногумат АМ на структуру урожая и урожайность ярового ячменя.

Полевой опыт проводили в 2022 году на базе учебного хозяйства Красноярского государственного аграрного университета «Миндерлинское», расположенного в Красноярской лесостепи. Почва опытного участка чернозем выщелоченный среднемощный тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Слой почвы 0-20 см характеризовался высоким содержанием гумуса (6,9-7,4 %), очень высокой суммой обменных оснований (57,5-62,0 ммоль/100г), нейтральной реакцией почвенного раствора (рН<sub>H2O</sub> – 7,0-7,2), повышенной обеспеченностью нитратным азотом (12,8-15,02 мг/кг); средней обеспеченностью подвижным фосфором (150,0-175,8 мг/кг) и очень высокой обменным калием (265,0-291,0 мг/кг).

Яровой ячмень Ача возделывался в зернопаровом севообороте: занятый пар – пшеница – пшеница – ячмень в условиях комплексной химической защиты растений. В комплексной защите ярового ячменя применяли химические препараты: Скарлет (0,35л/га), Пума Супер 7,5 (0,8 л/га), Секатор Турбо (0,5 л/га), Зенон Аэро (1,7 л/га), Цунами (0,1 л/га) и гуминовое удобрение Лигногумат АМ (100 г/га). Доза каждого из используемых препаратов соответствовала рекомендациям производителя.

Схема полевого опыта включала 6 вариантов с применением комплексного удобрения аммофос в двух дозах, фолиарной обработкой посевов зерновых культур Лигногуматом АМ и его совместным применением с минеральными удобрениями. Контролем служил вариант, где культуры возделывались без удобрений.

Посев ячменя осуществлялся во второй декаде мая сеялкой Агратор-4,8. Первая внекорневая обработка гуминовым удобрением Лигногумат АМ в дозе 100 г/га проводилась в баковой смеси с гербицидами; вторая обработка - с фунгицидами и инсектицидами в фазе выхода в трубку – начало колошения. Доза химических препаратов соответствовала рекомендациям производителя. Расход рабочего раствора баковой смеси составлял 300 л/га. Минеральное удобрение аммофос вносили в почву при посеве ячменя. Рабочая площадь делянки 1000 м<sup>2</sup>, учетная – 100 м<sup>2</sup>. Размещение вариантов систематическое в 3-кратной повторности. Определение густоты стояния растений перед уборкой и отбор снопов для определения структуры урожая проводили на площади 1 м<sup>2</sup> в 4-кратной повторности. Учет урожая проводили в 4-кратной повторности пробными площадями по 20 м<sup>2</sup>. Урожайность приводили к стандартной 14%-й влажности и 100%-й чистоте. Вегетационный сезон 2022 года характеризовался как теплый и избыточно влагообеспеченный. Сумма активных температур за вегетационный сезон составила 2043 °С, осадков за этот период выпало 273 мм, что определило ГТК равным 1,34, что указывает на избыточное увлажнение. Экспериментальные данные обработаны по Б.А. Доспехову [2] с использованием программы Microsoft Excel XP.

Исследованиями установлено, что развитие элементов структуры урожая определялось приемами интенсификации возделывания ярового ячменя (табл.).

### Структура урожая ярового ячменя

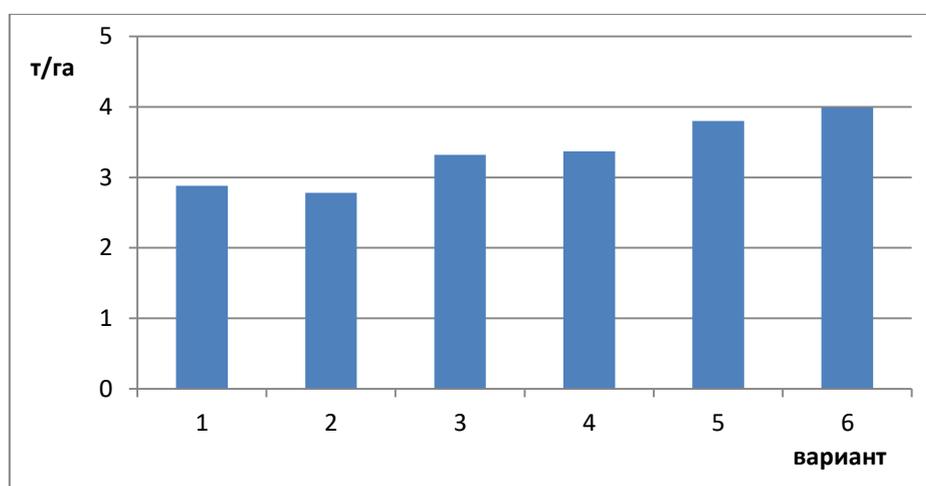
Вариант	Число продукт. побегов, шт/м <sup>2</sup>	Высота растений, см	Длина главного колоса, см	Масса 1000 зерен, г
Контроль	652	54,0	5,5	45,6
Лигногумат АМ	648	49,8	4,8	42,4
N <sub>5</sub> P <sub>20</sub>	675	51,7	5,2	43,0
N <sub>5</sub> P <sub>20</sub> + Лигногумат АМ	693	78,5	6,8	46,2
N <sub>12</sub> P <sub>50</sub>	680	57,0	5,2	41,5
N <sub>12</sub> P <sub>50</sub> + Лигногумат АМ	699	74,2	6,3	44,1
<i>p</i> <sub>05</sub>	<b>0,045*</b>	<b>0,000*</b>	<b>0,021*</b>	0,076

\* Достоверные значения.

Опрыскивание гуминовым удобрением посевов ячменя, возделываемого по пшенице на фоне припосевного внесения минерального удобрения аммофос как в дозах  $N_5P_{20}$  и  $N_{12}P_{50}$  определяло существенное улучшение элементов структуры урожая. На этих вариантах полевого опыта число продуктивных побегов оценивалось значением 675-699 шт./м<sup>2</sup> при 652 продуктивных побегов на контрольном варианте ( $p = 0,045$ ). Достоверно ( $p < 0,001$ ) увеличивалась высота растений до 74-79 см и длина главного колоса до 6-7 см ( $p = 0,021$ ). Применение же только минерального удобрения аммофос не оказывало влияния на элементы структуры урожая ярового ячменя.

Интегральным показателем, отражающим вклад всех факторов в рост и развитие культурных растений, является урожайность. Для производства сельскохозяйственной продукции необходимы такие технологии и технологические приемы формирования и функционирования агроценозов, которые в конкретных почвенно-климатических условиях дадут более высокий экономический эффект в сочетании с природоохранными функциями [3].

Урожайность ячменя, возделываемого по пшенице, составляла на контрольном варианте 2,9 т/га. Двукратная обработка посевов ячменя в течение вегетации Лигногуматом АМ без припосевного внесения минеральных удобрений не влияла на величину урожайности культуры. Гуминовый препарат оказал ростостимулирующий эффект на вегетирующий ячмень только при опрыскивании посевов по удобренному фону с применением аммофоса в дозах  $N_5P_{20}$  и  $N_{12}P_{50}$ . Урожайность на этих вариантах опыта составляла 3,8-4,0 т/га ( $p = 0,002$ ). Припосевное внесение аммофоса в дозах  $N_5P_{20}$  и  $N_{12}P_{50}$  определяла урожайность ярового ячменя на уровне 3,3 и 3,8 т/га.



**Урожайность ярового ячменя (т/га) на вариантах опыта:**

1 – Контроль (химическая защита); 1 – Лигногумат АМ; 3 –  $N_5P_{20}$ ; 4 –  $N_5P_{20}$  + Лигногумат АМ; 5 –  $N_{12}P_{50}$ ; 6 –  $N_{12}P_{50}$  + Лигногумат АМ;  $p = 0,002^*$

Анализ корреляционных зависимостей между урожайностью зерна ячменя и некоторыми элементами структуры урожая показал, что продуктивность культуры в сильной степени была связана с количеством продуктивных стеблей ( $r = 0,97$ ), высотой растений ( $r = 0,76$ ) и длиной главного колоса ( $r = 0,66$ ), сформированных по вариантам опыта.

Полученные результаты позволили заключить, что при возделывании ячменя третьей зерновой культурой в севообороте на фоне применения комплексной химической защиты растений, припосевное внесение аммофоса и двукратное опрыскивание вегетирующих посевов гуминовым удобрением Лигногумат АМ являлось эффективным приемом повышения урожайности культуры. Максимальная урожайность зерна ячменя (3,8-4,0 т/га), отмечена при опрыскивании посевов гуминовым удобрением Лигногумат АМ на фоне припосевного внесения аммофоса в дозах  $N_5P_{20}$  и  $N_{12}P_{50}$ .

### Список литературы:

1. Безуглова, О.С. Гуминовые вещества в биосфере: Учебное пособие / О. С. Безуглова. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2009. – 120 с.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) /Б.А. Доспехов. – М.: Альянс, 2014. – 351 с.
3. Кураченко, Н. Л. Влияние систем удобрения на изменение агрофизических свойств темносерой лесной почвы / Н. Л. Кураченко, О. А. Ульянова, В. В. Чупрова // *Агрохимия*. – 2011. – № 4. – С. 22-29.
4. Кураченко, Н.Л. Эффективность применения биологического стимулятора Гипергрин при возделывании яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи / Н.Л. Кураченко, А.В. Шарাপатова // *Вестник КрасГАУ*. –2019. - № 12. – С.49-56.
5. Современное состояние земельных и почвенных ресурсов Красноярского края / В. В. Чупрова, Н. Л. Кураченко, О. А. Сорокина [и др.] // *Почвы Сибири: особенности функционирования и использования: Сборник научных статей, посвященный памяти известного сибирского почвовед, доктора сельскохозяйственных наук, профессора П. С. Булгакова*. Том Выпуск 4. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2012. – С. 13-37.
6. Стимулятор роста и гуминовое удобрение Лигногумат /Официальный сайт компании «Лигногумат». URL: <https://spb.lignohumate.ru/> (дата обращения: 04.09.2024).
7. Федотов, Г.Н. Биологическая активность гумусовых веществ и их влияние на свойства семян / Г.Н. Федотов, М.Ф. Федотова, В.С. Шалаев, Ю.П. Батырев // *Лесной вестник. ForestryBulletin*. – 2017. – Т. 21, № 2. – С. 26-36.
8. Черников, П.П. Продуктивность пивоваренных сортов ячменя в зависимости от минеральных удобрений и биопрепаратов / П.П. Черников, Ю.В. Гайдукова // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2018. – № 3. – С. 25-32.
9. Flores-Felix, j. D. Chapter 9 - Future perspective in organic farming fertilization: Management and product /j. D. Flores-Felix, E. Menendez, R. Rivas, M. de la Encamacion Velazquez // *Organic Farming. Global Perspectives and Methods*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 2019. – P. 269-315.
10. Shivlata, L. Actinobacteria in agricultural and environmental sustainability / L. Shivlata, T. Satyanarayana // *Agro-Environmental Sustainability*. – Cham: Springer, 2017. – P. 173-218.

## ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЕ РАСТЕНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

**Мистратова Наталья Александровна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: mistratova@mail.ru

**Бопп Валентина Леонидовна**, кандидат биологических наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: vl\_kolesnikova@mail.ru

**Гриценко Андрей Александрович**, магистрант  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: hateandhype12@mail.ru

**Савченко Анна Валентиновна**, студент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: annateryeva2003@gmail.com

***Аннотация.** В работе приводятся результаты исследований по влиянию интенсивной и органической технологий возделывания на содержание железа в надземной фитомассе растений яровой пшеницы сорта Свирель в условиях лесостепной зоны Красноярского края. Установлено, что применение органической технологии при возделывании яровой пшеницы сорта Свирель способствует большему накоплению в растительном сырье к концу периода вегетации (фаза молочной-начало восковой спелости) микроэлементов: магния, цинка, никеля, марганца.*

***Ключевые слова:** яровая пшеница, интенсивная технология, органическая технология, магний, цинк, никель, марганец, надземная фитомасса, Красноярская лесостепь.*

## INFLUENCE OF INTENSIVE AND ORGANIC CULTIVATION TECHNOLOGIES ON THE CONTENT OF MICROELEMENTS IN THE ABOVE-GROUND PHYTOMASS OF SPRING WHEAT PLANTS

**Mistratova Natalia Aleksandrovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: mistratova@mail.ru

**Bopp Valentina Leonidovna**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: vl\_kolesnikova@mail.ru

**Gritsenko Andrey Aleksandrovich**, Graduate student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: hateandhype12@mail.ru

**Savchenko Anna Valentinovna**, Student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: annateryeva2003@gmail.com

**Abstract.** The paper presents the results of studies on the effect of intensive and organic cultivation technologies on the iron content in the above-ground phytomass of spring wheat plants of the Svirel variety in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory. It was found that the use of organic technology in the cultivation of spring wheat of the Svirel variety contributes to a greater accumulation of trace elements in plant materials by the end of the growing season (milk phase - beginning of wax ripeness): magnesium, zinc, nickel, manganese.

**Keywords:** spring wheat, intensive technology, organic technology, magnesium, zinc, nickel, manganese, aboveground phytomass, Krasnoyarsk forest-steppe

Органическое сельское хозяйство - это система ведения аграрного производства, которая минимизирует или полностью исключает использование искусственных минеральных удобрений, пестицидов, генетически модифицированных организмов, регуляторов роста, базируется на использо-

вании современных сортов растений, севооборотов, растительных остатков, бобовых культур, зеленых удобрений, биологических методов борьбы с вредителями и болезнями, механической культивации почв, а также соответствует документально зафиксированным требованиям. Это способствует достижению природно-и ресурсосберегающего эффекта [6; 7].

Развитию органического растениеводства в Российской Федерации способствовало принятие 1 января 2020 года Федерального закона «Об органической продукции» [11]. Лидером по числу сертифицированной органической продукции являются производители продукции растениеводства. В России их выращивают около 53 % производителей. Затем идет продукция переработки – 37 %, а следом животноводческая продукция – 8 % [10]. Так же для поддержки развития органического сектора в России была утверждена в июле 2024 года Стратегия развития производства органической продукции в РФ на период до 2030 года [12].

Химический состав зеленой массы растений формируется под влиянием как природных, так и антропогенных факторов [4]. Представление об обязательной токсичности всех тяжелых металлов является заблуждением, так как в эту группу попадают медь, цинк, молибден, кобальт, марганец, железо, т.е. те элементы, большое позитивное биологическое значение которых давно уже обнаружено и доказано. Некоторые из них в сельском хозяйстве используются как удобрения и получили название микроэлементов, что связано с теми концентрациями, в которых они необходимы живым организмам. Растения способны аккумулировать как незаменимые микроэлементы, так и тяжелые металлы, а они могут оказывать негативное влияние на качество получаемых продуктов.

Применение минеральных удобрений направлено на повышение в почвах содержания доступных для растений биогенных элементов. В качестве удобрений могут также использоваться различные отходы промышленности, содержащие элементы, способные послужить источником питания для растений. Естественно, что удобрения и особенно отходы промышленности, используемые в качестве удобрений или химических мелиорантов кислых почв, наряду с соединениями, необходимыми для жизнедеятельности растений, содержат примеси, часто представляющие потенциальную опасность для них и для плодородия почв. Минеральный состав растений изменялся в зависимости от применяемой технологии возделывания и от фазы вегетации яровой пшеницы [1; 2].

Цель работы - изучить влияние интенсивной и органической технологий возделывания на содержание магния, цинка, никеля, марганца в надземной фитомассе растений яровой пшеницы.

Исследования проведены в 2021 году на земплепользовании ООО «КХ Родник» Балахтинского района Красноярского края. Объект исследования - сорт яровой пшеницы Свирель. Автор сорта Сидоров А.В. Оригинатор - ФГБНУ 'Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН». Разновидность эритроспермум. Сорт среднепоздний, вегетационный период 90-97 дней. Устойчив к полеганию и среднезасухоустойчив. Качество зерна среднее. Восприимчив к септориозу; сильновосприимчив к твердой и пыльной головне, бурой ржавчине, мучнистой росе и корневым гнилям [8; 9].

Варианты опыта:

1) Контроль – интенсивная технология, предшественник – пар (Кинг Комби, КС – 1,3 л/т; Овен, КЭ – 0,5 л/га; Ассалюта, МК - 0,5 л/га; Трибун, СТС - 20 г/га; Декстер, КС - 0,15 л/га + аммиачная селитра (N<sub>30</sub>));

2) Органическая технология, предшественник – залежь.

Подвижную форму железа определяли в динамике (фазы: выход в трубку, начало колошения, молочная-начало восковой спелости) в сухих образцах надземной фитомассы растений пшеницы на атомно-абсорбционном анализаторе PinAAcle 900T [5] в Научно-исследовательском испытательном центре ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. Результаты исследований представлены в таблице.

Содержание *магния* в сухой биомассе пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии, составило от 716,6 до 2158 мг/кг. Применение органической технологии способствовало большему накоплению Mg в растениях к фазе начало колошения – 2026 мг/кг, что больше относительно контрольного варианта (интенсивная технология) при учете в такую же фазу на 184 мг/кг. Магний фактически является единственным металлом, который содержится в хлорофилле. В большей степени он накапливается в семенах, в других частях растений его концентрация незначительная.

**Таблица - Влияние применяемой технологии возделывания на изменчивость микроэлементного состава сухой массы растений пшеницы сорта Свирель в динамике, мг/кг**

Вариант	Интенсивная технология (контроль)			Органическая технология		
	фазы учета			фазы учета		
	выход в трубку	начало колошения	молочная-начало восковой спелости	выход в трубку	начало колошения	молочная-начало восковой спелости
Магний	2158	1842	716,6	1336	2026	932,6
Цинк	31,7	10,5	7,5	14,5	22,3	11,1
Никель	7,0	1,2	0,8	5,0	1,3	0,9
Марганец	122,7	35,6	24,7	53,3	30,5	32,9

*Цинк* обладает слабой фитотоксичностью, которая обнаруживается только при существенном увеличении его содержания в почве. Проявление признаков токсичности цинка у растений наступает при содержании его в тканях 300-500 мг/кг сухой массы. Обычное содержание цинка в частях растений, бедных хлорофиллом, составляет 7-27 мг/кг сухой массы, а в материалах, богатых хлорофиллом, - 40-95 мг/кг. В образцах растительной массы яровой пшеницы, возделываемой на интенсивном фоне, содержание цинка находилось в пределах 7,5-31,7 мг/кг сухой массы. Наибольшая его концентрация зафиксирована в фазу выхода в трубку (09.07) – 31,7 мг/кг. Применение органической технологии способствовало большему накоплению Zn к концу вегетации – фаза молочной-начало восковой спелости – 11,1 мг/кг (7,5 мг/кг – интенсивная технология).

Содержание *никеля* в растениях яровой пшеницы, выращенных по интенсивной и органической технологиям, практически не отличалось - диапазон данного элемента находился в пределах 0,8-1,2 мг/кг и 0,9-5,0 мг/кг соответственно. При возделывании пшеницы на интенсивном фоне концентрация изучаемого микроэлемента была выше (7,0 мг/кг), чем при использовании органической технологии (5,0 мг/кг). Необходимость в Ni для растений не доказана, и он классифицируется как несущественный элемент. Если никель им необходим, то в очень малом количестве. Установлено, что растения, содержащие повышенные количества никеля, страдают от дефицита железа, который часто проявляется в виде железистого хлороза (Алексеев, 2008).

Зерновые культуры являются относительно толерантными к *марганцу*. Фитотоксичность марганца, находящегося в почве, сильно связана с ее рН окислительно-восстановительным потенциалом. Поэтому в полевых условиях марганцевая фитотоксичность наблюдается только на сильно кислых почвах или почвах переизвесткованных, от щелочной реакции [6]. Содержание Mn в растениях пшеницы в фазу выхода в трубку на варианте с использованием интенсивной технологии максимальное – 122,7 мг/кг, к концу периода вегетации концентрация данного микроэлемента снизилась до 24,7 мг/кг. При использовании органической технологии в фазу выхода в трубку содержание Mg в растениях было ниже (53,3 мг/кг), чем на варианте с возделыванием пшеницы на интенсивном фоне, но в фазу молочной-начало восковой спелости накопление данного элемента в растениях, выращенных по органической технологии, составило 32,9 мг/кг, превысив показатель, полученный при интенсивной технологии на 8,2 мг/кг (24,7 мг/кг).

В результате исследований установлено, что применение органической технологии при возделывании яровой пшеницы сорта Свирель способствует большему накоплению в растительном сырье к концу периода вегетации (фаза молочной-начало восковой спелости) микроэлементов – магния, цинка, никеля, марганца.

#### Список литературы:

1. Бопп, В.Л., Мистратова Н.А., Ступницкий Д.Н. Влияние интенсивной и органической технологий возделывания на содержание калия в надземной фитомассе растений яровой пшеницы // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 19–21 апреля 2022 года. Том Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 363-365.
2. Бопп, В.Л., Савенкова Е.В., Мистратова Н.А., Ступницкий Д.Н. Содержание железа в надземной фитомассе растений яровой пшеницы при использовании интенсивной и органической технологий возделывания // Парадигма устойчивого развития агропромышленного комплекса в усло-

виях 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. 85-87.

3. Дубовик, Д.В., Дубовик Е.В., Шумаков А.В. Влияние приемов основной обработки почвы на запасы микроэлементов в растительных остатках гороха // *Агрохимия*. - 2022. - №3. - С. 61-67.

4. Кириенко, Н.Н., Первышинна Г.Г., Коньшева Е.Н., Терлеева П.С. Механизмы устойчивости сельскохозяйственных и дикорастущих растений к стрессовым факторам среды. – Красноярск: Красн. гос. аграрн. ун-т, 2009. – 269 с.

5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. – М., 1992.

6. 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.

7. Мистратова, Н. А. Органическое земледелие в России (обзорная статья) / Н. А. Мистратова, Д. Н. Ступницкий, С. Е. Яшин // *Вестник КрасГАУ*. – 2021. – № 11(176). – С. 100-107.

8. Сидоров, А.В., Нешумаева Н.А., Плеханова Л.В. Новые сорта яровой мягкой пшеницы для восточной Сибири // *Земледелие*. 2017. №7. С. 41-44.

9. Сидоров, А.В. Этапы развития селекции яровой мягкой пшеницы в Красноярском НИИСХ // *Адаптивность сельскохозяйственных культур в экстремальных условиях Центрально- и Восточно-Азиатского макрорегиона: материалы симпозиума с международным участием*, 2018. – С. 47-57.

10. Уколова, Н.В., Новиков А.А. Структура органической продукции растениеводства в Российской Федерации // *Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК: Материалы VIII Международной научно-практической конференции*, Саратов, 25 апреля 2024 года. – Саратов: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова", 2024. – С. 330-333.

11. Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.08.2018 N 280-ФЗ. [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_304017/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017/)

12. Распоряжение Правительства РФ от 4 июля 2023 г. № 1788-р Об утверждении Стратегии развития производства органической продукции в РФ до 2030 г. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407297286/>

УДК 632.51: 633.34: 63:54

## ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ В УСЛОВИЯХ ЦЧЗ

**Пятаков Максим Александрович**, аспирант

Курский государственный аграрный университет, Курск, Россия

e-mail: maks.pyatakov.99@mail.ru

**Ишков Игорь Викторович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Курский государственный аграрный университет, Курск, Россия

**Аннотация.** Высокие темпы роста производства сои (*Glycine max* (L.) Merrill обусловлены значительными преимуществами по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами. Благодаря большому содержанию белка она является заменителем продуктов животного происхождения. С увеличением посевных площадей возрастает массовое накопление инфекционного материала многих фитопатогенов, и сорной растительности, которые могут обуславливать вспышки ряда болезней и приводить к значительным потерям. Перед аграрниками Курской области сегодня главной задачей остается повышение урожайности и качества сортов сои и соблюдая технологию вырастить культуру без потерь.

**Ключевые слова:** соя, сорняки, обработка гербицидами, качество зерна, урожайность

## THE EFFECT OF HERBICIDES ON SOYBEAN PRODUCTIVITY IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL

**Pyatakov Maxim Alexandrovich**, Postgraduate student  
Kursk State Agrarian University, Kursk, Russia  
e-mail: maks.pyatakov.99@mail.ru

**Ishkov Igor Viktorovich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Kursk State Agrarian University, Kursk, Russia

**Abstract.** The high growth rates of soybean production (*Glycine max* (L.) Merrill) are due to significant advantages over other agricultural crops. Due to its high protein content, it is a substitute for animal products. With an increase in acreage, the massive accumulation of infectious material of many phytopathogens and weeds increases, which can cause outbreaks of a number of diseases and lead to significant losses. Today, the main task for farmers of the Kursk region remains to increase the yield and quality of soybean varieties and, observing technology, grow crops without losses.

**Keywords:** soybeans, weeds, herbicide treatment, grain quality, yield.

Задачи исследований:

1. Определить влияние гербицидов на снижение засоренности посевов сои.

2. Определить действие гербицидов на основные элементы структуры урожая и урожайность сои.

3. Изучить влияние изучаемых гербицидов на технологические показатели качества зерна сои.

4. Рассчитать экономическую эффективность применения гербицидов на посевах сои.

Одним из элементов технологии возделывания, повышающим урожайность этой культуры, является обработка гербицидами во время вегетации.

*Схема опыта:*

1. Вариант – Соя без обработки гербицидами (контроль);

2. Вариант – Первая химическая обработка гербицидами в фазу образования первого тройчатого листа на сое: Корум ВРК 1,8 л/га + ПАВ Даш 0,9 л/га.

3. Вариант – Первая химическая обработка гербицидами в фазу образования первого тройчатого листа на сое: Хармони СТС 12 г/га + Базагран ВР 2,7 л/га + Тренд 90 – 200 г/га. Вторая обработка проводилась в фазу 3-4 тройчатого листа Флекс 1,8 л/га.

4. Вариант – Довсходовое внесение Гардо Голд КС 3,5 л/га. Вторая обработка проводилась в фазу 4-5 настоящих листьев Фюзилад Форте КЭ 1,0 л/га.

Сорт сои: Лидер 1, Сезон: 2022 урожайность сои сорта Лидер 1 в данном хозяйстве составила 21,5 ц/га, Предшественник: Подсолнечник (*Clearfield*), Сев проводился 03-08.05.2020-2022, сеялка Быстрица, трактор МТЗ 82, норма высева семян 550 тыс. на га.

Обработка проводилась МТЗ 82, опрыскиватель Ростсельмаш прицепной RSM TS-3200

При обработке, скорость ветра 1-3 м/с. Сорняки: падалица подсолнечника, осот розовый, чина клубненостная, просо куриное, марь белая.

*Методика проведения исследований.* Исследования проводились на почве чернозем типичный мощный тяжелосуглинистого гранулометрического состава, содержание гумуса в почве составляет 6,0 %. Обеспеченность элементами питания следующее, содержание щелочногидролизующего азота 75 мг/кг, фосфора 145 – 146 мг/кг, калия – 164 – 168 мг/кг почвы.

Агротехника общепринятая для возделывания сои в данной зоне [1, 2, 3, 4]. Предшественник озимая пшеница. Обработку гербицидами проводили в два срока: первая обработка в фазу образования первого тройчатого листа, а вторая обработка в фазу 3-4 листа у сои. Расход рабочего раствора составлял 200 л/га.

Площадь посевной делянки составляла 140 м<sup>2</sup>, учетной 100 м<sup>2</sup>. Повторность опыта – четырехкратная. Урожайность пересчитывали на очищенное зерно стандартной влажности. Варианты в полевом опыте располагались систематически в один ярус.

Сорная растительность в опытах была представлена следующими видами: марь белая, щирица обыкновенная, просо куриное, подмаренник цепкий, горчица полевая. Многолетние виды сорных растений были представлены в основном осотом полевым, бодяком полевым, пыреем ползучим.

Наибольшая эффективность в снижении сорняков была отмечена на варианте с применением почвенного гербицида Гардо Голд + вторая обработка Фюзилад Форте. На варианте 4 при примене-

нии такой комбинации препаратов при засоренности до обработки 64,9 шт./м<sup>2</sup>, после обработок осталось по 4 сорных растения на 1 м<sup>2</sup>, процент гибели сорных растений получен 93,8 %.

Действующие вещества в составе изучаемого нами гербицида Гардо Голд отличаются не только эффективностью против двудольных и злаковых сорняков, но и длительностью защитного периода. Более эффективно и надежно злаки контролирует с-метолахлор (до 8 недель). Тербутилазин более эффективен работает против широколистных сорняков (эффективность снижается спустя 7 недель после внесения) и очень слабо (на уровне 40 %) контролирует злаки.

Корум, ВРК – высокоселективный гербицид против злаковых и двудольных сорняков на посевах сои. Гербицид подавляет однолетние и некоторые многолетние двудольные и однолетние злаковые сорняки. В составе два действующих вещества из разных химических классов: Бентазон и Имазамокс.

Хармони, СТС - Послевсходовый гербицид с низкой нормой расхода для применения в чистом виде и в смесях против двудольных сорняков в посевах сои. Действующее вещество Хармони - тифенсульфурон-метил (750 г/кг) – соединение, открытое компанией «Дюпон». Хармони относится к поколению сульфониломочевин без ограничений для культур севооборота.

Базагран, ВР – производит данный гербицид компания BASF. Действующее вещество: бентазон, 480 г/л. Препаративная форма гербицида: водный раствор.

Флекс, ВР - селективный послевсходовый гербицид для контроля широкого спектра двудольных сорняков, в т.ч. трудноконтролируемых - амброзии полыннолистной, дурнишника, канатника Теофраста, коммелины, акалифы - в посевах сои. Производитель: ООО «Сингента». Действующее вещество: 250 г/л фомесафен. Химический класс: дифениловый эфир

Гардо Голд, КС - селективный довсходовый гербицид эффективен против однолетних двудольных и злаковых сорняков в посевах сои. Уничтожает сорные растения в момент их прорастания, проникая через колеоптиль у злаковых и семядоли у двудольных сорняков или через корни и листья, если в период обработки сорные растения имели достаточное развитие. Производитель ООО «Сингента», действующее вещество: 312,5 г/л с-метолахлор, 187,5 г/л тербутилазин. Химический класс: хлорацетамида, триазины.

Фюзилад Форте, КЭ - послевсходовый гербицид для контроля злаковых сорняков в посевах сои. Регистрант: ООО «Сингента», Упаковка: 10 л / 2х10 л. Действующее вещество: 150 г/л флуазифоп-П-бутил. Химический класс: арилоксифеноксипропионаты.

Исследования по влиянию гербицидов на урожайность сои проведены в 2020 году в условиях ООО «Сингента» на производственном поле КФХ «Коротких», Горшеченский район, с. Старое меловое.

Исследования проводились на почве чернозем типичный мощный тяжелосуглинистого гранулометрического состава [5,6], содержание гумуса в почве составляет 6,0 %. Обеспеченность элементами питания следующее, содержание щелочногидролизующего азота 75 мг/кг, фосфора 145 – 146 мг/кг, калия – 164 – 168 мг/кг почвы [7,8]. Обработку гербицидами проводили в два срока: первая обработка в фазу образования первого тройчатого листа, а вторая обработка в фазу 3-4 листа у сои. Расход рабочего раствора составлял 200 л/га. Площадь посевной делянки составляла 140 м<sup>2</sup>, учетной 100 м<sup>2</sup>. Повторность опыта – четырехкратная. Урожайность пересчитывали на очищенное зерно стандартной влажности. Варианты в полевом опыте располагались систематически в один ярус. Данные гербицидные защитные обработки показали высокую эффективность, сорняки полностью погибли, остались единичные двудольные сорняки

Внесение гербицида до посева (Гардо Голд КС 3,5 л/га + Фюзилад Форте ВР 1,0 л/га), способствовало увеличению: высоты растений на 4 см, количества бобов на 1 растении на 6,9 шт., количества семян на 11,6 шт.

**Таблица 1- Влияние гербицидов на засоренность посевов сои (2020-2022 г.)**

№ опыта	Количество сорняков, шт./м <sup>2</sup>								
	однолетних			многолетних			всего		
	до обработки	после обработки	% гибели	до обработки	после обработки	% гибели	до обработки	после обработки	% гибели
1	58,8	70,6	-	5,6	6,2	-	64,4	76,8	-
2	58,4	3,0	94,8	5,2	1,0	80,7	63,6	4,0	93,7

3	58,6	4,0	93,2	5,2	1,0	80,7	63,8	5,0	92,2
4	59,7	3,1	94,8	5,2	0,9	81,4	64,9	4,0	93,8

Масса 1000 семян сои на изучаемых вариантах изменялась от 144,5 до 159,3 г. Наиболее высокие значения массы 1000 зерен получены нами на 2 и 4 вариантах 156,2г. и 159,3 г., что выше контрольного варианта на 11,7 и 14,8 г соответственно.

**Таблица 2 - Основные элементы структуры урожая сои, 2020-2022 г**

Варианты опыта	Элементы структуры урожая сои					
	Полевая всхожесть, %	Высота растений, см	Кол-во бобов на 1 растение	Кол-во семян на 1 растение	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
1. Без обработки гербицидами	74,7	81,2	17,4	26,6	3,8	144,5
2. Корум ВРК+ Даш	75,1	83,1	24,6	36,1	6,1	156,2
3. (Хармони СТС + Базагран ВР + Тренд 90) + Флекс ВР	75,3	84,4	23,7	35,8	5,8	154,4
4. Гардо Голд КС + Фюзилад Форте КЭ.	75,4	85,2	24,3	38,2	6,6	159,3

Наиболее высокая урожайность получена при использовании гербицида (Гардо Голд 3,5 л/га + Фюзилад Форте 1,0 л/га) - 25,1 ц/га, что выше контрольного варианта на 33,5 %.

**Таблица 3 - Урожайность зерна сои в зависимости от применяемых гербицидов, 2020-2022 год**

Варианты опыта	Урожайность зерна, ц/га	Прибавка урожая	
		ц/га	%
1 Без обработки гербицидами	18,8	-	-
2 Корум ВРК+ Даш	24,2	5,4	28,7
3 (Хармони СТС + Базагран ВР + Тренд 90) + Флекс ВР	23,5	4,7	25,0
4. Гардо Голд КС + Фюзилад Форте КЭ.	25,1	6,3	33,5
НСР <sub>05</sub>	1,5		

Рассчитанная наименьшая существенная разница по повторностям (НСР<sub>05</sub> составила 1,5 ц/га, что подтверждает полученные существенные прибавки на изучаемых вариантах по 4,7 и 6,3 ц/га.

На сорте сои Хана наиболее высокое содержание белка 39,2 % получено при использовании почвенного гербицида (Гардо Голд 3,5 л/га + Фюзилад Форте 1,0 л/га), что выше контрольного варианта на 3,1 %.

**Таблица 4 - Качество семян сои в зависимости применяемых гербицидов, 2020-2022 г**

Варианты опыта	Содержание белка, %	Содержание масла, %
1 Без обработки гербицидами	36,1	20,4
2 Корум ВРК+ Даш	38,5	20,0
3 (Хармони СТС + Базагран ВР + Тренд 90) + Флекс ВР	38,3	20,2
4. Гардо Голд КС + Фюзилад Форте КЭ.	39,2	19,6

Обработка посевов сои данной схемой увеличивало содержание белка до 39,2 %, но содержание жира снизилось до 19,6 %. При увеличении белка происходит снижение растительного жира, но в основном сою производят для получения белка.

**Таблица 5 - Влияние гербицидов на экономическую эффективность возделывания сои в ООО «Сингента» в 2020-2022 г. (расчёт на 1 га)**

Показатели	Варианты опытов			
	Без гербицидов (Контроль)	Корум ВРК, +Даш	(Хармони СТС + Базагран ВР + Тренд 90) + Флекс ВР	Гардо Голд КС + Фюзилад Форте ВР
Урожайность зерна, ц	18,8	24,2	23,5	25,1
Стоимость продукции, тыс. р.	56,4	72,6	70,5	75,3
Производственные затраты, тыс. р.	27,3	33,4	36,7	32,2
В том числе дополнительные, тыс. р.	-	6,14	9,36	4,86
Себестоимость 1 ц продукции, р.	1452,1	1380,2	1561,7	1282,8
Чистый доход, тыс. р.	29,1	39,2	33,8	43,1
В том числе дополнительный, тыс. р.	-	10,1	4,7	14,0
Уровень рентабельности, %	106,6	117,4	92,1	133,8

Экономически целесообразным является вариант применения почвенного гербицида от компании ООО «Сингента» (Гардо Голд КС 3,5 л/га + Фюзилад Форте ВР 1,0 л/га). Это позволяет получать 25,1 ц/га. При производственных затратах 32,2 тыс. рублей с себестоимостью зерна за 1 ц 1282,8 рублей с дополнительным доходом 14 тыс. рублей и уровнем рентабельности 133,8 %.

На основании проведенных исследований можно сделать следующее заключение:

1. Применение одной обработки гербицидом Корум ВРК 1,8 л/га + ПАВ Даш 0,8 л/га позволяет снизить засоренность посевов сои на 93,7 %, а проведение обработки почвы почвенным гербицидом Гардо Голд КС 3,5 л/га снижает засоренность сои на 93,8 %.

2. Внесение гербицида до посева (Гардо Голд КС 3,5 л/га + Фюзилад Форте ВР 1,0 л/га), способствовало увеличению: высоты растений на 4 см, количества бобов на 1 растении на 6,9 шт., количества семян на 11,6 шт., массы 1000 зерен на 14,8 г по сравнению с контрольным вариантом.

3. Наиболее высокая урожайность получена при использовании гербицида (Гардо Голд КС 3,5 л/га + Фюзилад Форте ВР 1,0 л/га) 25,1 ц/га, что выше контрольного варианта на 33,5 %.

4. На сорте сои Хана наиболее высокое содержание белка 39,2 % получено при использовании почвенного гербицида (Гардо Голд КС 3,5 л/га + Фюзилад Форте ВР 1,0 л/га), что выше контрольного варианта на 3,1 %.

5. Экономически целесообразным является вариант применения почвенного гербицида от компании ООО «Сингента» (Гардо Голд КС 3,5 л/га + Фюзилад Форте ВР 1,0 л/га). Это позволяет получать 25,1 ц/га. При производственных затратах 32,2 тыс. рублей с себестоимостью зерна за 1 ц 1282,8 рублей с дополнительным доходом 14 тыс. рублей и уровнем рентабельности 133,8 %.

#### Список литературы:

1. Ишков, И. В. Влияние обработки семян и посевов биопрепаратами на продуктивность сои в условиях темно-серых лесных почв Курской области / И. В. Ишков, Е. И. Комарицкая // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 2. – С. 52-54.

2. Об агрофизических свойствах почвенного слоя / Н. В. Долгополова, Е. В. Малышева, А. В. Нагорных [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 7. – С. 18-25.

3. Михайлова, Н. А. Влияние гербицидов на продуктивность сои / Н. А. Михайлова, И. В. Ишков // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса: материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 28–29 января 2016 года / Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. Том Часть 2. – Курск: Курская ГСХА, 2016. – С. 307-309.

4. Долгополова, Н. В. Продукты растительного происхождения - главные носители минеральных веществ и витаминов / Н. В. Долгополова // Аграрная наука - сельскому хозяйству: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 27–28 января 2009 года / Ответственный

за выпуск И.Я. Пигорев. Том Часть 1. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2009. – С. 52-54.

5. Пигорев, И. Я. Влияние удобрений и мелиорантов на симбиотическую активность растений сои / И. Я. Пигорев, И. В. Ишков, О. А. Грязнова // Получение биологически ценной и экологически безопасной продукции сельского хозяйства: научные труды, Брянск, 09 ноября 2017 года. Том Выпуск 5. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2017. – С. 64-66.

6. Соколова, И. А. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на качество зерна сои / И. А. Соколова, М. Н. Беседина, М. Н. Котельникова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 7. – С. 26-27.

7. Пигорев, И. Я. Влияние сроков посева на засоренность сои / И. Я. Пигорев, И. В. Ишков, А. И. Трубников // Актуальные проблемы современных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 30-летию подготовки специалистов-технологов, Курск, 08 февраля 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 11-16.

8. Экологические проблемы почвоведения и земледелия / И. В. Дудкин, Д. И. Жилияков, Н. В. Долгополова, Е. В. Малышева // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 4. – С. 72-77. – DOI 10.31857/2500-2082/2023/4/72-77.

УДК 631.454

### НЕИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕТНЕЙ ТЕПЛИЦЫ

**Савенкова Елена Викторовна**, кандидат биологических наук  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: nesterenko-ev@mail.ru

**Волков Владислав Олегович**, студент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: volkov.vo124@yandex.ru

**Аннотация.** Пересадка пробирочных растений картофеля в теплицы сопровождается сильным воздействием различных факторов: температуры, освещенности, влажности. В связи с этим необходимо проведение мониторинга неинфекционных симптомов для снятия стрессовых состояний с сохранением и повышением продуктивности размножаемых меристемных растений.

**Ключевые слова:** семенной картофель, неинфекционные болезни, элементы питания

### NON-COMMUNICABLE DISEASES OF SEED POTATOES IN A SUMMER GREENHOUSE

**Savenkova Elena Viktorovna**, Candidate of Biological Sciences  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: nesterenko-ev@mail.ru

**Volkov Vladislav Olegovich**, Student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: volkov.vo124@yandex.ru

**Abstract.** Transplanting test tube potato plants into greenhouses is accompanied by a strong influence of various factors: temperature, light, humidity. In this regard, it is necessary to monitor non-infectious symptoms in order to relieve stress conditions while maintaining and increasing the productivity of propagated meristemic plants.

**Keywords:** seed potatoes, non-communicable diseases, food elements

Для удовлетворения потребности страны в картофеле необходимо обеспечить: продовольственное потребление на уровне 14 млн. тонн, на семена — около 4 млн. тонн, на кормовые цели — 5 млн. тонн, для переработки — 1 млн. тонн [2].

Производство оздоровленного семенного материала представляет собой достаточно сложный, комплексный процесс, который должен включать, в том числе, разработку эффективных технологий возделывания [4].

Важный этап семеноводства картофеля - выращивание мини-клубней из мериклонов, оздоровленных в культуре *in vitro*. Пересадка растений в теплицы сопровождается сильным воздействием различных факторов: температуры, освещенности, влажности. В связи с этим очень важен поиск способов снятия стрессовых состояний для повышения продуктивности размножаемых меристемных растений [1]. Для увеличения устойчивости растений к болезням, возрастания урожайности картофеля, выхода стандартной семенной фракции мини-клубней размером 7 - 60 мм целесообразно использовать сочетания хелатных удобрений [3].

Работа проведена в теплице «Городская» ООО «СХП Дары Малиновки» в 2024 году в течение двух вегетаций – 1 вегетация 02.04.24 - 4.07.24, вторая вегетация с 10.07.24 - 23.09.24.

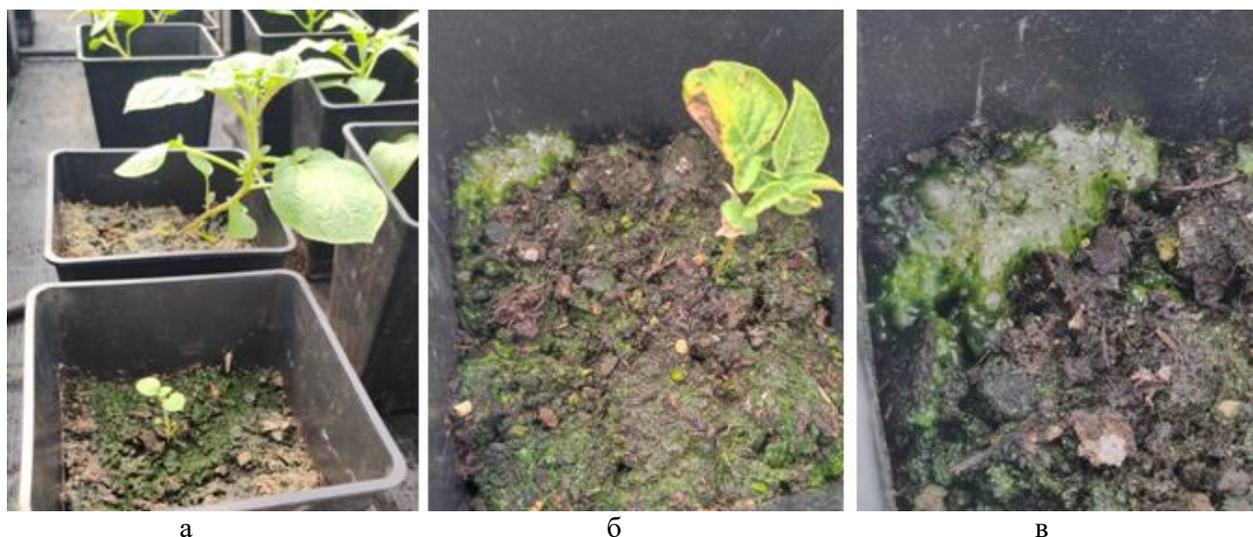
Мониторинг неинфекционных болезней растений картофеля в теплице «Городская» осуществлялся с помощью периодических осмотров растений (каждые 7-10 дней) и проведением тканевой диагностики обеспеченности элементов питания лабораторией «Аквадонис».

Симптомы неинфекционных болезней возникали из-за недостаточного увлажнения и представляли симптомы привядания (рисунок 1).



***Рисунок 1 – Симптомы привядания на картофеле***

Также наблюдалась остановка или замедление роста вследствие переувлажнения. Кроме того, в условиях повышенной влажности и оптимальной освещенности развивалось большое количество водорослей, что также могло сказаться негативно на растениях картофеля (рисунок 2)



**Рисунок 2 – Замедление роста растений картофеля (а) и развитие водорослей (б, в)**

Проведена тканевая диагностика сортов 15 - Краса Мещеры, 28 – Арго, 36 – Лиля, выращиваемых по перуанскому методу. Опыт состоял из трех «столов», отличающихся датой посадки.

На растениях картофеля обнаружены симптомы, представленные на рисунке 3.

Результаты тканевой диагностики растений картофеля (перуанский метод) от 16.08.24 представлены в таблице 1.

**Таблица 1 - Результаты тканевой диагностики растений картофеля (перуанский метод)**

Сорт	1 стол	2 стол	3 стол
Сорт 15 – Краса Мещеры	Fe +10 Mo +22	Ks +45 B +14 Zn +35 Mn +8 Mo +16 Co +22 I +21 Ca, Mg, Cu – не определены	P +36 Ks +20 Mg +1 B +16 Zn +4 Mo +16 Co +17 I +7 Ca 0
Сорт 28 - Арго	P +51 Ca +32 B +26 Cu +48 Zn +39 Mn +13 Fe +41 KCl - не определен	N +2 P +8 Ks +2 Mo +1 I +13 Mg 0	Ks +12 KCl +13 Ca +4 Mn +30 Co +82 I +28 Fe, Mo - не определены
Сорт 36 - Лиля	Cu +2	Ca +10 Cu +41 Fe +9 I +5	Ca +1 Cu +10 Zn +5 Mn +3 Co +6



***Рисунок 3 – Симптомы на растениях картофеля, выращиваемого по Перуанскому методу***

Тканевая диагностика растений картофеля, выращиваемого Перуанским методом, не выявила закономерностей по обеспеченности элементами питания и состоянием растений. Так на сорте 15 на столе 1 наблюдался симптом нитевидности листьев. Выявленный дефицит молибдена и железа незначительный. При высоком дефиците этих элементов наблюдается мелколистность и общий хлороз листьев (дефицит молибдена) и межжилковый хлороз и иногда побеление молодых листьев (дефицит железа), что не соответствовало внешнему виду растений картофеля. По визуальным симптомам нитевидность листьев на сорте 15 могла быть вызвана дефицитом цинка.

На сортах 28 и 36 на столе 1 наблюдались задержка роста и листья, стремящиеся занять прямостоячее положение на стебле, образуя с последним острый угол, что характерно для недостатка азота и фосфора. При этом недостаток азота выражается в пожелтении листьев, а недостаток фосфора

– в необычной темно-зеленой окраске листьев, чего не наблюдалось. Повторяющийся недостаток меди в обоих случаях должен был вызвать закручивание листьев «лодочкой», чего также не было.

Так как обеспеченность элементами питания зависит от многих факторов, включая температуру окружающей среды, влажность грунта, рН, в подобных случаях тканевую диагностику целесообразно совмещать с агрохимическим анализом.

Фитосанитарный мониторинг в течение первой и второй вегетации показал, что факторами, вызывающими неинфекционные болезни в условиях теплицы, являются недостаток и избыток влаги в торфогрунте; недостаток элементов питания. Недостаток элементов питания подтвержден тканевой диагностикой растений картофеля.

#### **Список литературы:**

1. Браткова Л. Г., Машенко М. Н., Малыхина А. Н., Волощенко А. С. Выращивание оздоровленных *in vitro* мериклонов картофеля в закрытом грунте // Земледелие. 2015. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyraschivanie-ozdorovlennyh-in-vitro-meriklonov-kartofelya-v-zakrytom-grunte> (дата обращения: 13.11.2024).
2. Картофелеводство России: реалии, возможности развития, 2020// <https://potatosystem.ru/kartofelevodstvo-rossii-realii-vozmozhnosti-razvitiya/>
3. Молякко А. А., Марухленко А. В., Еренкова Л. А., Борисова Н. П., Белоус Н. М., Ториков В. Е. Хелатные удобрения для выращивания оздоровленных микрорастений картофеля // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. 2018. №6 (70). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/helatnye-udobreniya-dlya-vyraschivaniya-ozdorovlennyh-mikrorasteniy-kartofelya> (дата обращения: 13.11.2024).
4. Терентьева Е. В., Ткаченко О. В. Получение миниклубней картофеля в летних каркасных теплицах в условиях Нижнего Поволжья // Достижения науки и техники АПК. 2018. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-miniklubney-kartofelya-v-letnih-karkasnyh-teplitsah-v-usloviyah-nizhneho-povolzhya> (дата обращения: 13.11.2024).

#### **УДК 632.03**

### **ФИТОСАНИТАРНЫЙ МОНИТОРИНГ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕТНЕЙ ТЕПЛИЦЫ**

**Савенкова Елена Викторовна**, кандидат биологических наук  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: [nesterenko-ev@mail.ru](mailto:nesterenko-ev@mail.ru)

**Юшин Никита**, студент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: [nikiops34@gmail.com](mailto:nikiops34@gmail.com)

**Аннотация:** выращивание пробирочных растений картофеля в летних каркасных теплицах, позволяет скорректировать влияние климатических условий и получить два урожая микроклубней в условиях центральных районов Красноярского края. Для своевременного проведения защитных мероприятий необходимо проведение фитосанитарного мониторинга. Появление вредителей эпизодическое, для борьбы достаточно проведение фитопрочисток. Развитие альтернариоза и фитофтороза зависит от микроклиматических условий в теплице. Необходимо предусматривать обработку фунгицидами.

**Ключевые слова:** семенной картофель, вредители, инфекционные болезни

## PHYTOSANITARY MONITORING OF SEED POTATOES IN A SUMMER GREENHOUSE

**Savenkova Elena Viktorovna**, Candidate of Biological Sciences  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: nesterenko-ev@mail.ru

**Yushin Nikita**, Student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: nikiops34@gmail.com

**Abstract.** Growing test tube potato plants in summer frame greenhouses makes it possible to adjust the influence of climatic conditions and obtain two harvests of microtubers in the conditions of the central regions of the Krasnoyarsk Territory. Phytosanitary monitoring is necessary for the timely implementation of protective measures. The appearance of pests is episodic, it is enough to carry out phyto-cleaning to combat. The development of alternariasis and late blight depends on the microclimatic conditions in the greenhouse. It is necessary to provide for treatment with fungicides.

**Keywords:** seed potatoes, pests, infectious diseases

Развитие картофелеводства является важной стратегической задачей отечественного растениеводства как культуры, обладающей наиболее высоким пищевым, энергетическим и кормовым выходом с единицы площади [3].

Одним из методов получения микроклубней из микрорастений является выращивание мериклонов в летних каркасных теплицах, позволяющих скорректировать влияние климатических условий и получить два урожая микроклубней в условиях центральных районов Красноярского края. Биологические особенности картофеля как вегетативно размножаемой культуры способствуют быстрому накоплению инфекций в ходе репродукций [2]. Для того чтобы на пробирочных растениях сформировались высококачественные мини-клубни с гарантированно высокой продуктивностью и качеством, целесообразно использовать современные субстраты и обрабатывать посадки в период их активного роста препаратами направленного действия для обеспечения защиты растений от вредителей и болезней [1]. Построение защитных мероприятий должно быть основано на результатах фитосанитарного мониторинга.

Работа проведена в теплице «Городская» ООО «СХП Дары Малиновки» в 2024 году в течение двух вегетаций – 1 вегетация 02.04.24 - 4.07.24, вторая вегетация с 10.07.24 - 23.09.24.

Наблюдения проводились каждые 7-10 дней в течение первой и второй вегетации. За все время наблюдений в условиях теплицы были выявлены 1 случай появления тли (рисунок 1) и 1 случай появления земляничного клеща (рисунок 2)



*Рисунок 1– Деформация листа, вызванная питанием тли и тля с обратной стороны листа*



**Рисунок 2 – Точечная пятнистость, вызванная питанием земляничного клеща, и земляничный клещ с обратной стороны листа**

Присутствующие в теплице представители отряда *Lepidóptera* (Чешуекрылые) (рисунок 3), по всей видимости, используют теплицу в качестве временного укрытия.



**Рисунок 3 - Представители отряда *Lepidóptera* (Чешуекрылые) в теплице «Городская»**

Кладок яиц и вредящей стадии (гусениц) за все время наблюдения не обнаружено.

Потенциальную опасность в теплице представляют насекомые, не являющиеся вредителями, - муравьи, переносящие тлю, и почвенные мушки, питающиеся отмершими тканями на некрозах и способные переносить возбудителей инфекции на своем теле.

За все время наблюдения за фитосанитарным состоянием растений был выявлен 1 случай с подозрением на вирусную инфекцию (рисунок 4).



*Рисунок 4 – Растение картофеля с симптомами*

В первую вегетацию альтернариоз проявился незначительно с первыми симптомами во второй декаде мая. Во вторую вегетацию первые признаки альтернариоза выявлены 31 июля на сортах Леди Клер и Краса Мещеры (рисунок 5).

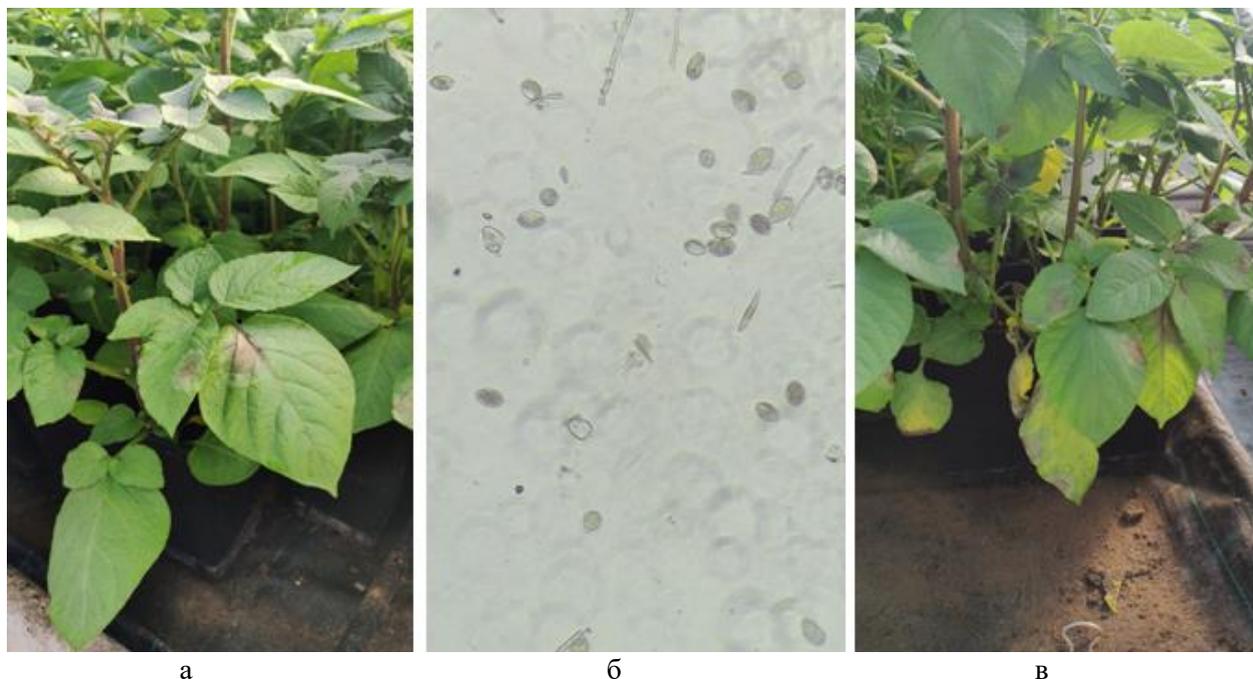


*Рисунок 5 – Характерные симптомы альтернариоза на листьях картофеля*

В первую вегетацию распространенность альтернариоза была значительна только на сорте Метеор (до 90 %) с поражением 16 % листьев. На сорте Гала зафиксированы единичные пораженные растения. Процент пораженных листьев также был низким и не превышал 5% от общего количества на растении. Во вторую вегетацию альтернариоз проявился также незначительно, кроме сорта Краса Мещеры.

Распространенность альтернариоза статистически значимо зависело от сорта картофеля.

Фитофтороз выявлен только во вторую вегетацию. Первый симптом фитофтороза обнаружен 9 августа (рисунок 6).



**Рисунок 6 – Единичный симптом фитофтороза 9.08.24 (а), зооспорангии возбудителя под микроскопом с места поражения (б), развитие фитофтороза на 13.08.24 (в)**

После появления первого пятна с возбудителем 9 августа, распространенность и интенсивность развития болезни быстро увеличивались, чему способствовали умеренные температуры и высокая влажность в теплице.

Таким образом, при выращивании микроклубней в условиях летней каркасной теплицы возможно появление болезней и вредителей в теплице. Так как распространенность вредителей низкая и не является постоянной, для борьбы с ними достаточно проведение мониторинга и фитопрочисток. Для контроля инфекционных болезней необходимо использовать средства защиты растений.

#### **Список литературы:**

1. Браткова Л. Г., Мащенко М. Н., Малыхина А. Н., Волощенко А. С. Выращивание оздоровленных *in vitro* мериклонов картофеля в закрытом грунте // Земледелие. 2015. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyraschivanie-ozdorovlennyh-in-vitro-meriklonov-kartofelya-v-zakrytom-grunte> (дата обращения: 13.11.2024).
2. Картофелеводство России: реалии, возможности развития, 2020// <https://potatosystem.ru/kartofelevodstvo-rossii-realii-vozmozhnosti-razvitiya/>
3. Семеноводство картофеля: учебно-методическое пособие / составитель О. М. Цыбикова. — Улан-Удэ: Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова, 2019. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/226040> (дата обращения: 27.09.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 3.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ И ЭФИРНО-МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

**Сачивко Татьяна Владимировна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений, Минск, Беларусь  
e-mail: sachyuka@rambler.ru

**Босак Виктор Николаевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений, Минск, Беларусь  
e-mail: bosak1@tut.by

**Аннотация.** Изучена агроэкономическая эффективность возделывания новых авторских сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных растений. Установлено, что урожайность зеленой массы новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур составила 1,25–2,55 кг/м<sup>2</sup> при среднем чистом доходе 4,05 бел. руб./м<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры, урожайность, зеленая масса, экономическая эффективность

## ECONOMICAL ASPECTS OF CULTIVATION OF SPICY-AROMATIC AND ESSENTIAL-OIL PLANTS

**Sachivko Tatsiana**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
e-mail: sachyuka@rambler.ru

**Bosak Viktor**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
State Inspection for Testing and Protection of Plant Varieties, Minsk, Belarus  
e-mail: bosak1@tut.by

**Abstract.** The agro-economic efficiency of the cultivation of new author's varieties of spicy-aromatic and essential-oil plants has been studied. The yield of green mass of new varieties of spicy-aromatic and essential oil crops amounted to 1.25–2.55 kg/m<sup>2</sup> with an average notional net income of 4.05 BY rubles/m<sup>2</sup>.

**Keywords:** spicy-aromatic and essential-oil plants, green mass, yield, economical efficiency

Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры широко применяются в промышленности (парфюмерно-косметическая, пищевая, табачная, лакокрасочная, текстильная, мыловаренная, фармацевтическая, ликеро-водочная), в сельском хозяйстве (медоносы, декоративные, кормовые культуры, репелленты, вкусовые растения, эфирные масла), в медицине (фито- и ароматерапия, лекарственные средства), в быту (пищевые добавки, консерванты, косметические средства и др.), а также выступают в роли импортозамещающего сырья [1, 3–5, 7, 10, 12, 13, 15–19].

При возделывании пряно-ароматических и эфирно-масличных растений, наряду с показателями агрономической эффективности (урожайность и качество товарной продукции), большое значение имеет экономическая эффективность их выращивания, которая позволяет определить наиболее перспективные виды [2, 11].

Исследования по изучению эффективности возделывания пряно-ароматических и эфирно-масличных культур проводили в полевых опытах УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (г. Горки, Республика Беларусь) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на протяжении 2013–2023 гг.

В исследованиях изучали новые районированные авторские сорта базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) Магия, Володар, Настена, базилика тонкоцветного (*Ocimum tenuiflorum* L.) Источник, лука многоярусного (*Allium proliferum* Schrad.) Узгорак и Пачастунак, лука душистого (*Allium odorum* L.) Водар, бораго (огуречной травы) (*Borago officinalis* L.) Блакіт, герани крупнокорневищной (*Geranium macrorrhizum* L.) Танюша, иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) Завея, пажитника голубого (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) Росквіт, руты душистой (*Ruta graveolens* L.) Смаляніца, душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) Завіруха и Аксаміт [4, 18].

Производственные затраты на возделывание пряно-ароматических и эфирно-масличных культур рассчитывали согласно технологическим картам их возделывания [17, 18]. Средние оптовые закупочные цены за 1 кг зеленой массы брали из расчета 2,5 руб. Следует, однако, отметить что вели-

чина закупочных цен может значительно варьировать в зависимости от конкретного вида растений и фазы их уборки, востребованности той или иной культуры, а также сезонности и емкости рынка сбыта товарной продукции.

Как показали результаты исследований, возделывание новых районированных сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур характеризовалась достаточно высокими показателями агрономической и экономической эффективности, которые во многом определялись видовыми и сортовыми особенностями растений (таблица).

**Таблица - Агрэкономическая эффективность возделывания новых сортов различных видов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур**

Культура	Урожайность зеленой массы		Стоимость продукции, руб./га	Затраты, руб./га	Чистый доход, руб./м <sup>2</sup>	Рентабельность, %
	кг/м <sup>2</sup>	ц/га				
Бasilik обыкновенный	2,55	255	63750	8943,3	5,48	613
Бasilik тонкоцветный	2,40	240	60000	8943,3	5,11	571
Душица обыкновенная	1,95	195	48750	8943,3	3,98	445
Иссоп лекарственный	1,70	165	42550	8943,3	3,36	376
Пажитник голубой	1,65	165	41250	8817,7	3,24	368
Рута душистая	2,50	250	62500	8943,3	5,36	599
Огуречная трава	1,25	125	31250	8817,7	2,24	254
Герань крупнокорневищная	1,85	185	46250	8225,8	3,80	462
Лук душистый	1,90	190	47500	8943,3	3,86	431
Лук многоярусный	1,95	195	48750	8225,8	4,05	493
Среднее					4,05	461
НСР <sub>05</sub>	0,09	9,4				

Урожайность зеленой массы новых сортов пряно-ароматических и эфирномасличных культур изменялась от 1,25 кг/м<sup>2</sup> при возделывании огуречной травы (бораго) до 2,55 кг/м<sup>2</sup> при возделывании базилика обыкновенного, что обусловило значительную вариабельность по показателям условно-чистого дохода.

Вследствие высокой урожайности зеленой массы у базилика обыкновенного чистый доход при его возделывании оказался максимальным – 5,48 бел. руб./м<sup>2</sup> с рентабельностью 613 %. Наименьший чистый доход получен, соответственно, при возделывании огуречной травы (бораго) – 2,24 бел. руб./м<sup>2</sup> при рентабельности 254 %. Средний чистый доход при выращивании новых сортов малораспространенных пряно-ароматических и эфирно-масличных культур составил 4,05 бел. руб./м<sup>2</sup> при рентабельности 461 %.

При расчете экономической эффективности той или иной культуры следует учитывать также преимущественный способ размножения. Так, при возделывании огуречной травы (бораго) и пажитника голубого основным способом размножения является семенной, лука многоярусного и герани крупнокорневищной – вегетативный (воздушными бульбочками у лука многоярусного и делением куста у герани крупнокорневищной), остальных изучаемых культур – рассадный, что оказывает влияние на общие производственные затраты [6, 8, 9, 11, 14].

При общей оценке возделывания пряно-ароматических и эфирно-масличных культур за многолетний период следует также учитывать, что приведенные затраты на выращивание однолетних культур (базилик обыкновенный, базилик тонкоцветный, бораго, пажитник голубой) учитываются ежегодно, для многолетних культур (иссоп лекарственный, душица обыкновенная, рута душистая,

герань крупнокорневищная, лук душистый, лук многоярусный) – в первый год учета зеленой массы (2 или 3 год возделывания). При расчете экономической эффективности в последующие годы возделывания многолетних пряно-ароматических и эфирно-масличных культур годовые производственные затраты в среднем снижаются на 50 %.

**Заключение.** При возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве новых сортов малораспространенных пряно-ароматических и эфирно-масличных культур урожайность зеленой массы составила 1,25–2,55 кг/м<sup>2</sup> при среднем чистом доходе 4,05 бел. руб./м<sup>2</sup> и рентабельности 461 %.

#### Список литературы:

1. Биохимический состав новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / В. Н. Босак [и др.] // Вестник БГСХА. – 2024. – № 1. – С. 64–68.
2. Босак, В. Н. Агроэкономическая эффективность возделывания пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. – Гродно: ГГАУ, 2023. – Т. 62. – С. 37–44.
3. Босак, В. Н. Влияние минеральных удобрений и гербицидов на урожайность и качество кориандра посевного / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 15–18.
4. Генетические ресурсы растений. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 22 с.
5. Оценка новых сортов *Origanum vulgare* L. по хозяйственно-полезным признакам / Т. В. Сачивко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 4 (72). – С. 151–159.
6. Сачивко, Т. В. Агрономическая эффективность различных способов возделывания базилика / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Современное состояние и перспективы развития овощеводства. – Самохваловичи, 2017. – С. 18–19.
7. Сачивко, Т. В. Методика оценки хозяйственно полезных признаков герани крупнокорневищной / Т. В. Сачивко // Картофелеводство и овощеводство. – 2023. – Т. 1. – С. 302–309.
8. Сачивко, Т. В. Особенности способов размножения *Hyssopus officinalis* L. и *Ruta graveolens* L. / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, Е. В. Яковлева // Вестник аграрной науки. – 2023. – № 2. – С. 49–56.
9. Сачивко, Т. В. Особенности технологии возделывания базилика / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2016. – № 11. – С. 15–18.
10. Сачивко, Т. В. Оценка новых сортов лука многоярусного по хозяйственно полезным признакам / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Овощи России. – 2024. – № 1. – С. 36–40.
11. Сачивко, Т. В. Приемы возделывания иссопа лекарственного / Т. В. Сачивко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2023. – Т. 62. – С. 127–133.
12. Сачивко, Т. В. Разработка методики оценки хозяйственно полезных признаков иссопа лекарственного / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Вестник НГАУ. – 2024. – № 3 (72). – С. 96–103.
13. Сачивко, Т. В. Усовершенствование методики оценки хозяйственно полезных признаков пажитника голубого / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Проблемы развития АПК региона. – 2023. – № 3. – С. 82–88.
14. Сачивко, Т. В. Эффективность и особенности способов размножения пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2023. – № 3. – С. 64–69.
15. Сачыўка, Т. У. Вострасмакавыя культуры ў ландшафтным будаўніцтве / Т. У. Сачыўка, В. М. Босак // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2024. – С. 440–442.
16. Содержание витаминов в зеленой массе новых сортов пряно-ароматических растений / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, С. В. Егоров, Е. В. Егорова // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 215–217.
17. Технология возделывания овощных, бахчевых культур, картофеля, пряно-ароматических и лекарственных растений / А. А. Аутко [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2022. – 614 с.
18. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряно-ароматических культур / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 20 с.
19. A systematic comparison of 25 Tunisian plant species based on oil and phenolic contents, fatty acid composition and antioxidant activity / G. Ksoudaa, M. Hajjia, S. Sellimia [et al.] // Industrial Crops and Products. – 2018. – Vol. 123. – P. 768–778.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ МИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

**Сторожева Ольга Владимировна**, магистрант

Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия  
e-mail: storogeva2001@gmail.com

**Петрова Полина Максимовна**, студент

Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия  
e-mail: biologvgma@yandex.ru

**Дорохин Сергей Владимирович**, доктор технических наук, доцент

Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия  
e-mail: dsvvrn@yandex.ru

**Чепрасова Анна Александровна**, ассистент

Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия  
e-mail: cheprasova\_81@mail.ru

**Аннотация:** в данной статье рассматривается применение некоторых видов грибов в качестве биоудобрений. В особенности арбускулярные микоризные грибы способствуют улучшенному усвоению минеральных веществ, а также обеспечивают растения водой, что в последствии влияет на качественные и количественные показатели урожайности. Взамен данные организмы получают от растений органические вещества, которые являются результатом фотосинтетических процессов.

**Ключевые слова:** питательная среда, грибы, биоудобрение, растениеводство, растительно-грибной симбиоз, ауксин

## PROSPECTS FOR THE USE OF MUSHROOMS IN CROP PRODUCTION

**Storozheva Olga Vladimirovna**, Graduate students

Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia  
e-mail: storogeva2001@gmail.com

**Petrova Polina Maksimovna**, Student

Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia  
e-mail: biologvgma@yandex.ru

**Dorokhin Sergey Vladimirovich**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia  
e-mail: dsvvrn@yandex.ru

**Cheprasova Anna Alexandrovna**, Assistant

Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia  
e-mail: aacheprasova@vrngmu.ru

**Annotation.** This article discusses the use of fungi as biofertilizers, especially arbuscular mycorrhizal fungi, which are a symbiotic compound between plant roots and fungi, which contributes to improved absorption of minerals, and also provides plants with water, which subsequently affects qualitative and quantitative yield indicators. In return, they receive organic substances from plants, which are the result of photosynthetic processes.

**Keywords:** nutrient medium, mushrooms, biofertilizer, crop production, plant-mushroom symbiosis, auxin

Растениеводство в современном мире является одной из важнейших областей сельского хозяйства, играя ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности, формировании кормовой базы животноводства и служа сырьем для множества отраслей промышленности. Потенциальная роль микоризы в устойчивом сельском хозяйстве с каждым годом все больше набирает обороты в качестве главного компонента почвенной жизни в обеспечении устойчивого ведения сельского хозяйства, включая симбиотические ассоциации растений [1].

Арбускулярные микоризные грибы (АМГ) являются важной группой симбиотических организмов, которые образуют ассоциации с корнями растений-хозяев, тем самым создавая внутриклеточные структуры – арбускулы и везикулы [2]. В свою очередь, растение предоставляет грибу углеводы,

необходимые для его роста и развития. Эти грибы относятся к типу зигомицетов, а также способствуют увеличению доступности макро- и микроэлементов и большому количеству использования почвы для поглощения воды за счет гифальной сети. В результате формируются связи между данными видами и высшими растениями. Такое взаимодействие способствует улучшению состояния растений, устойчивости к стрессам, таким как болезни и засухи и повышению биологического разнообразия в экосистеме.

Кроме того, арбускулярные микоризные грибы (АМГ) играют важную роль в углеродном цикле, способствуя накоплению органического углерода в почвах. Это путем образования микоризных гиф, которые связывают углерод, что помогает улучшать структуру почвы и ее здоровье. Устойчивые почвы обеспечивают более эффективное удержание воды и питательных веществ, что особенно важно в условиях изменения климата, когда экстремальные погодные условия становятся все более частыми. Благодаря улучшению структуры почвы и увеличению биомассы корней, в которых обитают микоризные грибы, происходит активизация микробной активности. Это способствует восстановлению природной микрофлоры и способствует созданию более сбалансированной экосистемы, что в свою очередь защищает растения от патогенов и болезней.

Главными преимуществами АМГ можно назвать:

симбиотические отношения с корнями растений, что способствует улучшению их всасывающих свойств;

положительное влияние на разнообразие сообществ растений;

стимулирование роста и укрепление корней растений, что способствует улучшению структуры почвы, увеличивая её аэрацию и водоудерживающую способность [3];

повышенная устойчивость к засухам, засоленностям и болезням [4].

Перспективы применения грибов в растениеводстве открывают новые горизонты для устойчивого сельского хозяйства. Особенно интересным является использование микоризных грибов в качестве биоудобрения. Это микроорганизмы, которые стимулирует рост растений и улучшают плодородие почвы. Ведущую роль в области функционирования почвенной экосистемы занимают симбионты микоризных грибов. Они представляют собой сложную и уникальную экосистему, где происходит взаимодействие растений и грибов, создавая взаимовыгодные отношения. Обмен питательными веществами в основном осуществляется в клетках коры корней, где арбускулы, созданные микоризными грибами, образуют утонченные древовидные разветвления. Они служат увеличением площади поверхности для обмена жизненно важных веществ. Данная симбиотическая связь не ограничивается лишь простым обменом веществ. Микоризные грибы также служат своеобразной сетью, позволяющей растениям обмениваться информацией и даже сообщать о наличии вредителей.

В прикладных исследованиях микоризы в контексте устойчивого сельского хозяйства, можно сосредоточиться на создании микоризных технологий. Современные исследования показывают, что внедрение микоризных технологий в сельском хозяйстве, садоводстве и лесоводстве значительно увеличивает урожайность культур и улучшает качество продукции. Очевидно, что наиболее очевидным примером таких технологий является производство и использование микоризного грибного инокулянта.

Разработка новых технологий выращивания микоризы должна подкрепляться научными исследованиями, и конкретные потребности в исследованиях для различных компонентов.

Инокуляция может продемонстрировать явные достоинства в урожайности, которые могут быть подтверждены исследованием Хиджри, в которых проводились испытание над посевами картофеля [5], но это не единственное исследование. Благодаря недавнему анализу в области устойчивого сельского хозяйства, одним из самых впечатляющих факторов стало «увеличение знаний на гектар», где предполагается, как достичь ресурсоэффективных агроэкосистем с минимальным воздействием на окружающую среду.

В исследовании Юркова А.П. [6], при помощи инокуляции, проводился эксперимент на выявление количества эндогенной концентрации индолилуксусной кислоты и эффективности микоризации в корнях люцерны хмелевидной (*Medicago lupulina* L. var. *vulgaris* Koch) в условиях низкого содержания доступного для растений фосфора в почве. Эксперимент показал, что в почве наблюдалось достоверное увеличение содержания индолилуксусной кислоты в корнях и побегах. Уровень ауксина в корнях возрос уже на самых ранних стадиях формирования арбускулярной микоризы. Стремясь осветить взаимосвязь, следует отметить, что инокуляция растений практически не оказала влияния на рост массы корней, однако привела к значительному увеличению массы их надземной части. Вероятно, характерный для ауксина эффект привлечения служит пусковым механизмом, стимулирующим активный транспорт углеродсодержащих соединений в корни. Этот тонкий баланс между корнями и

надземными частями растений перекликается с глубокими процессами взаимодействия, тем самым подчеркивая важность ауксина как ключевого элемента в сложной сети жизни растений.

Исследования в области цветоводства свидетельствуют, что АМГ могут принести значительный успех в данной области [7]. Были продемонстрированы положительный эффект этой инокуляции у древесных растений, а именно: отмечены невероятные улучшения в приросте биомассы, урожайности, а также в накоплении фитохимических веществ и эфирных масел, что способствует полноценному питанию растений.

Некоторые авторы подчеркивают, что АМГ способны увеличивать в растениях содержание таких ценнейших фитохимических соединений, как каротиноиды, флавоноиды и полифенолы [8]. Более того, многочисленные исследования подтверждают успешность инокуляции АМГ для повышения уровня продуктов вторичного метаболизма, таких как эфирные масла, в лекарственных и декоративных растениях. Таким образом, инокуляция АМГ открывает новые горизонты для достижения устойчивого развития и повышения качества сельскохозяйственной продукции.

Многие растения, такие как зерновые, бобовые и овощи, демонстрируют заметные улучшения в росте и урожайности при наличии микоризных грибов. Это дает возможность фермерам снизить количество удобрений и пестицидов, что не только снижает затраты, но и минимизирует негативное воздействие на окружающую среду.

Использование арбускулярных микоризных грибов (АМГ) в растениеводстве представляют собой настоящую революцию в подходах к устойчивому развитию. Эти симбиотические организмы способны значительно улучшать здоровье почвы, увеличивая доступность питательных веществ для растений и способствуя их более активному росту. Следовательно, применение АМГ может стать ключом к решению проблем, связанных с деградацией земель и неэффективным использованием ресурсов.

Таким образом, интеграция арбускулярных микоризных грибов в современные агрономические практики не только повышает продуктивность, но и облегчает переход к более устойчивым методам ведения сельского хозяйства. АМГ становятся неотъемлемой частью стратегии управления почвами, направленной на обеспечение продовольственной безопасности при одновременном сохранении природных ресурсов.

#### **Список литературы:**

1. Mäder P, Fließbach A, Dubois D, Gunst L, Fried P, Niggli U. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*. 2002 May 31;296(5573):1694-7. doi: 10.1126/science.1071148. PMID: 12040197
2. Brundrett, M. C. Diversity and classification of mycorrhizal association / M. C. Brundrett // *Biol. Rev.* – 2004. Vol. 79. – P. 473–495.
3. Mohammad, M. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on growth and nutrient uptake of barley grown on soils with different levels of salts / M. Mohammad, // *J. Plant Nutr.* – Vol. 26. – 2011. – P. 125–137. DOI: org/10.1081/PLN-120016500.
4. Santander, C. Arbuscular mycorrhizal colonization promotes the tolerance to salt stress in lettuce plants through an efficient modification of ionic balance / C. Santander // *J. Soil Sci. Plant Nutr.* – № 19(2). – 2019. – P. 321–331. DOI: org/10.1007/s42729-019-00032-z.
5. Hijri, M. (2016). Analysis of a large dataset of mycorrhiza inoculation field trials on potato shows highly significant increases in yield. *Mycorrhiza* 26, 209–214. doi: 10.1007/s00572-015-0661-4
6. Юрков А.П., Якоби Л.М., Степанова Г.В., Дзюбенко Н.И., Проворов Н.А., Кожемяков А.П., Завалин А.А. Эффективность инокуляции форм люцерны хмелевидной грибом арбускулярной микоризы *Glomus intraradices* и внутривульварная изменчивость растений по показателям продуктивности и микоризообразования. *Сельскохозяйственная биология*, 2007, 5: 67-74.
7. Koltai, H. Mycorrhiza in floriculture: difficulties and opportunities / H. Koltai // *Symbiosis.* – Vol. 52. – 2010. – P. 55–63. DOI: org/10.1007/s13199-010-0090-2.
8. Bagheri, S. Terpenoids and phenolic compounds production of mint genotypes in response to mycorrhizal bio-elicitors / S. Bagheri // *Tech. J. Eng. Appl. – Sci.* 4. – 2014. – P. 339–348

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДНОЙ ОБРАБОТКИ ПОСЕВОВ СОИ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

**Ступницкий Дмитрий Николаевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: stupdn@mail.ru

**Павлов Иван Юрьевич**, студент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: biology1112@mail.ru

**Павлыш Арина Евгеньевна**, студентка  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: arinapavlysh@gmail.com

**Аннотация.** Исследования по оценке эффективности гербицидной обработки посевов сои в условиях Красноярской лесостепи проведены в 2022 году в Красноярской лесостепи на полях УНПК «Борский» Красноярского ГАУ. Основная биологическая группа сорного компонента агрофитоценоза представлена однолетниками, среди которых доля зимующих - Аистник цикутовый (*Erodium cicutarium*), Подмаренник цепкий (*Galium aparine*), составляет 5,4 %. Остальные представители - яровые однолетники. Доминирующими засорителями являются двудольные, среди которых щирца жминдовидная (94 шт/м<sup>2</sup>) и марь белая (88 шт/м<sup>2</sup>), которые составили 36,3 и 34,0 % от общей суммы сорной растительности. Установлено, что максимальная биологическая эффективность применения гербицида Парадокс, ВК + Адыу, Ж на посевах сои отмечена через 30 дней после обработки, которая составила 94 % по показателю количества сорных растений на 1 м<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** соя, сорные растения, гербицид, биологическая эффективность, Красноярская лесостепь

## THE EFFECTIVENESS OF HERBICIDAL TREATMENT OF SOYBEAN CROPS IN THE CONDITIONS OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

**Stupnitsky Dmitry Nikolaevich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: stupdn@mail.ru

**Pavlov Ivan Yurievich**, Student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: biology1112@mail.ru

**Pavlysh Arina Evgenievna**, Student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: arinapavlysh@gmail.com

**Abstract.** Studies to assess the effectiveness of herbicidal treatment of soybean crops in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe were conducted in 2022 in the Krasnoyarsk forest-steppe in the fields of the ESPC "Borsky" of the Krasnoyarsk State Agrarian University. The main biological group of the weed component of agrophytocenosis is represented by annuals, among which the proportion of wintering storks (*Erodium cicutarium*), Tenacious bedstraw (*Galium aparine*) is 5,4 %. The remaining representatives are spring annuals. Dicotyledonous weeds are the dominant weeds, among which the yellow-tipped grass (94 pcs/m<sup>2</sup>) and the white mar (88 pcs/m<sup>2</sup>), which accounted for 36.3 and 34.0 % of the total amount of weeds. It was found that the maximum biological effectiveness of the use of the herbicide Paradox, VK + Aduy, L on soybean crops was noted 30 days after treatment, which amounted to 94 % in terms of the number of weeds per 1 m<sup>2</sup>.

**Keywords:** soybeans, weeds, herbicide, biological efficiency, Krasnoyarsk forest steppe

В системе мероприятий, направленных на получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, защита растений от вредных организмов играет ведущую роль.

В настоящее время соя - перспективная культура для растениеводства Красноярского края, прирост посевных площадей под которой увеличивается с каждым годом.

По данным [3], залогом получения высокого урожая сои не всегда является увеличение посевных площадей, так как потенциальные потери урожая от вредных организмов в зерновом исчислении ежегодно составляют до 100 млн. тонн, 40 % из них приходится на долю сорняков. Поэтому одним из важнейших элементов технологии возделывания сои является разработка эффективной системы защиты от сорного компонента. [1,5] В Красноярской лесостепи, на опытном поле КрасГАУ наибольшее распространение в посевах сои имеют просо сорное, куриное просо, щирицы жминдовидная и запрокинутая [2].

Цель работы – оценить эффективность гербицидной обработки посевов сои в условиях Красноярской лесостепи.

Исследования проведены в 2022 году в Красноярской лесостепи на полях УНПК «Борский» Красноярского ГАУ.

Почва опытного поля представлена комплексом черноземов выщелоченных и обыкновенных тяжелосуглинистого гранулометрического состава.

Обработки почвы под сою включали ранне-весеннее боронование на глубину 3 см, предпосевную культивацию на глубину 7 см. Удобрения не применялись. Дата посева сои – 24 мая. Посев пневматической сеялкой ССПН – 1,6 на глубину 5 см нормой высева 0,8 млн. всхожих зерен на га. Полные всходы зафиксированы 07 июня.

В опыте использовался сорт сои СК Артика. Оригинатор - ООО Компания "Соевый комплекс". Включен в Госреестр по Центральному (3), Волго-Вятскому (4), Центрально-Черноземному (5), Северо-Кавказскому (6), Средневолжскому (7), Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10), Восточно-Сибирскому (11) регионам. Рекомендован для возделывания в Тульской, Курганской областях, Краснодарском, Красноярском краях. Срок созревания очень ранний. Растение индетерминантное, средней высоты. Время начала цветения очень раннее. Средняя урожайность семян в Западно-Сибирском (10) регионе 16, ц/га. Vegetационный период 101 дней. Масса 1000 семян 140,0 г. Содержание белка в семенах 32,8 %, жира 22,2 %.

Гербицидная обработка против сорной растительности проведена опрыскивателем ОПШ-10, расход рабочего раствора 200 л/га.

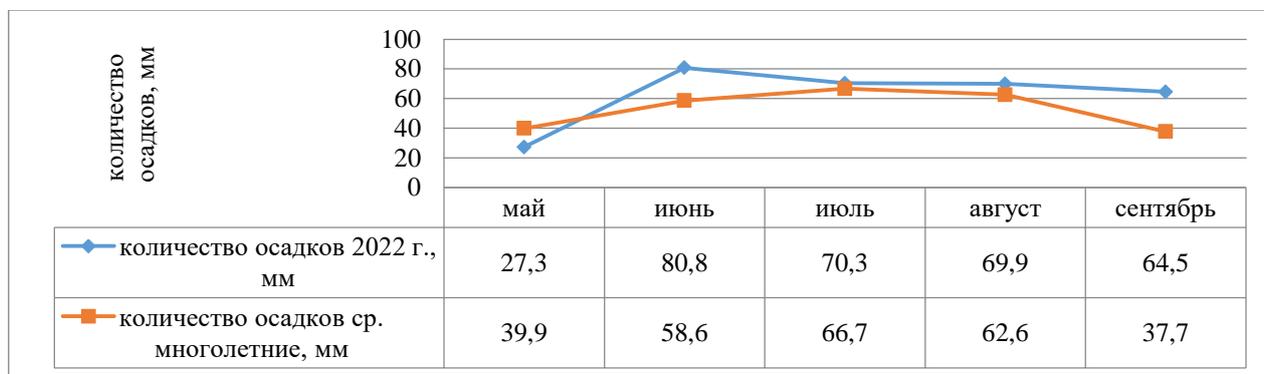
Повторность опыта трехкратная, размещение делянок систематическое, площадь каждой опытной делянки 240 м<sup>2</sup>.

Варианты опыта: 1 – контроль (без применения гербицидов); 2 – Парадокс, ВК 0,3 л/га + Адю, Ж 0,2 л/га.

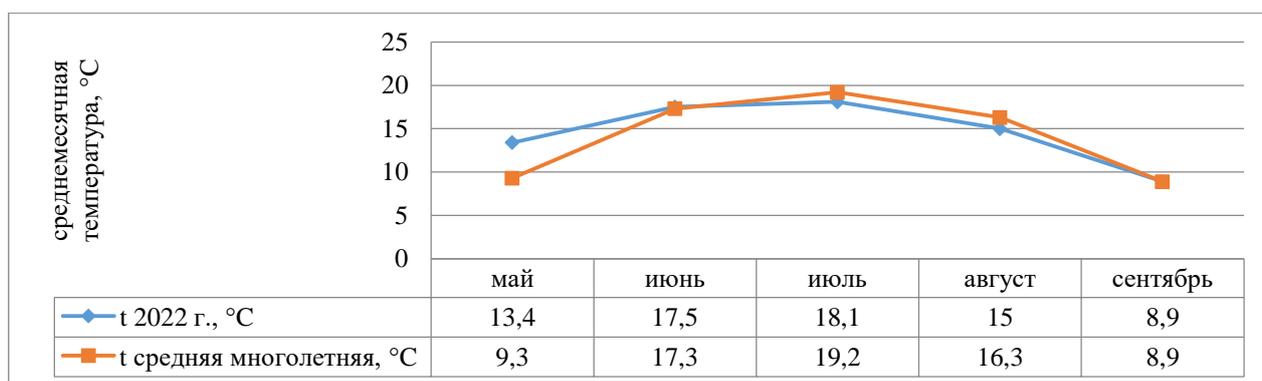
Учет урожайности выполнен методом прямого обмолота комбайном Sampo Terrior 130 в период полной спелости сои.

Для учета сорных растений с целью определения эффективности применения гербицидов использовался количественно-весовой метод и «скользящие» учетные площадки (которые выделяют посредством произвольного наложения на поверхность делянки специальных рамок определенной площади), площадью 0,1 м<sup>2</sup>. Проводили подсчет сорняков на каждом варианте опыта в десятикратной повторности после их подрезания на уровне почвы, взвешивали (по видам и в целом) - в свежем виде.

В 2022 году условия вегетации отличались от среднеголетних показателей (рис. 1-2).



**Рисунок 1 - Режим влагообеспеченности**



**Рисунок 2 - Режим теплообеспеченности**

Весенняя дата перехода температуры через плюс 10°C в 2022 году зафиксирована 7 мая (на десять дней раньше среднемноголетнего показателя). При этом, во второй декаде мая наблюдались острозасушливые условия (0 мм осадков). Июнь месяц характеризуется как прохладный и дождливый, что явилось причиной медленного роста и развития как культурных, так и сеgetальных растений. Вторая половина вегетации отмечена обилием осадков (выше среднемноголетнего показателя во второй декаде июля на 21,9 мм, в третьей декаде – более чем в два раза) при относительно прохладных условиях вегетации (в июле среднемесячная  $t$  воздуха на 1,2 °C ниже среднемноголетнего показателя). ГТК в год проведения исследований - 1,4, что на 0,3 выше многолетнего показателя. По данным метеостанции «Сухобузимское», сумма активных температур в 2022 г. составила 1911°C. При этом, учитывая, что для формирования плодов большинству сортов сои требуется сумма активных температур от 1800 до 2000°C, наблюдалось неравномерное распределение тепла и влаги в периоды роста и развития культурного агроценоза [4]. Вторая половина вегетации проходила в условиях дефицита эффективных температур. Так, минимальная температура самого теплого месяца – июля составила 5,7 °C при среднемноголетнем показателе 7,5 °C. Поэтому в 2022 году растения сои сформировали урожай зерна с незначительным количеством невызревших семян, которое привело к сдвигу сроков уборки изучаемой культуры и снижению урожайности зерна в целом.

Анализ исходной засоренности опытного участка показал, что основная биологическая группа сорного компонента агрофитоценоза представлена однолетниками, среди которых доля зимующих - Аистник цикутовый (*Erodium cicutarium*), Подмаренник цепкий (*Galium aparine*), составляет 5,4 % (табл. 1).

**Таблица 1 - Исходная засоренность опыта**

Виды сорняков		Уровень засоренности	
русское и латинское названия	биологическая группа	количество, шт/м <sup>2</sup>	% от общей суммы
Марь белая <i>Chenopodium album</i>	Яровой однолетник	88,0	34,0
Конопля сорная <i>Cannabis ruderalis</i>	Яровой однолетник	9,0	3,5
Просвирник маленький <i>Malva pusilla</i>	Яровой однолетник	1,0	0,4
Аистник цикутовый <i>Erodium cicutarium</i>	Зимующий однолетник	6,0	2,3
Подмаренник цепкий <i>Galium aparine</i>	Зимующий однолетник	8,0	3,1
Щирица запрокинутая <i>Amaranthus retroflexus</i>	Яровой однолетник	26,0	10,0
Щирица жминдовидная <i>Amaranthus blitoides</i>	Яровой однолетник	94,0	36,3
Пикульник обыкновенный <i>Galeopsis tetrahit</i>	Яровой однолетник	16,0	6,2
Просо сорное <i>Panicum miliaceum</i>	Яровой однолетник	11,0	4,2
Итого		259	100

Остальные представители - яровые однолетники. Доминирующими засорителями являются двудольные, среди которых щирица жминдовидная (94 шт/м<sup>2</sup>) и марь белая (88 шт/м<sup>2</sup>) которые составили 36,3 и 34,0 % от общей суммы сорной растительности. В среднем на контрольных учетных делянках на 1 м<sup>2</sup> насчитывалось 259 сорных растений, что характеризует участок как засоренный в

сильной степени. Гербицидная обработка препаратом Парадокс снизила распространенность проса сорного.

Результаты применения гербицидов отражены на рисунке 3, в таблице 2.



**Рисунок 3 - Состояние посевов сои: А - через 15 дней после обработки гербицидами; Б - через 30 дней после обработки гербицидами**

Проведенные маршрутные обследования соевого агроценоза после гербицидной обработки показали, что через пятнадцать дней наблюдалось снижение количества сорной растительности на 92,4 % в сравнении с вариантом без обработки гербицидами. Максимальный сдерживающий эффект по количеству и массе сорняков получен при обработках соевого агроценоза препаратами Парадокс, ВК + Адю, Ж через тридцать дней и составил 94,0 и 92,9 % соответственно (табл. 1).

**Таблица 2 - Биологическая эффективность гербицидов**

Препарат	Норма расхода препарата, (л/га)	Снижение засоренности к контролю, %					
		через 15 дней		через 30 дней		через 45 дней	
		по массе	по количеству	по массе	по количеству	по массе	по количеству
Парадокс, ВК + Адю, Ж	0,3+0,2	91,1	92,4	92,9	94,0	91,1	89,5

Таким образом, установлено, что максимальная биологическая эффективность применения гербицида Парадокс, ВК + Адю, Ж на посевах сои отмечена через 30 дней после обработки, которая составила 94 % по показателю количества сорных растений на 1 м<sup>2</sup>. Через 30 дней после обработки отмечены единичные сорные растения, которые не оказали влияния на формирование урожая зерна сои. Период защитного действия препаратов составил десять недель.

#### Список литературы:

1. Афонин, Н. М. Совершенствование элементов технологии защиты сои в условиях Тамбовской области / Н. М. Афонин, И. Г. Шевнина // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3, № 1. – С. 67. – EDN HROSDJ.
2. Бекетова О. А., Иванова Н. В., Жохова Е. А. Особенности видового состава сорной флоры Красноярского природного округа // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2019. №. 4 (145). С. 10–15.
3. Влияние гербицидов на видовой состав сорняков и продуктивность посевов сои / В. В. Епифанцев [и др.] // Земледелие. 2020. № 1. С. 22–26. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10106>
4. Галиченко А. П., Фокина Е. М. Влияние метеорологических условий на формирование урожайности сортов сои селекции ВНИИ сои // Аграрный вестник Урала. 2022. № 07 (222). С. 16–25.

5. Химическая защита зерновых культур в Красноярском крае: методические рекомендации / В. К. Пурлаур, Ю. Н. Трубников, Л. К. Бутковская [и др.]. – Красноярск: ГНУ КНИИСХ СО Россельхозакадемии, 2009. – 105 с.

УДК 631.5:631.472.71:631.445.2:632.937.11

## ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ЧИСЛЕННОСТЬ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ПАХОТНОМ СЛОЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

**Труфанов Александр Михайлович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Ярославский государственный аграрный университет, Ярославль, Россия  
e-mail a.trufanov@yarcx.ru

**Аннотация.** В 2023 году по результатам изучения динамики численности дождевых червей в пахотном слое дерново-подзолистой почвы установлено преимущество многолетних трав третьего года пользования в повышении их количества до 45,1 шт./м<sup>2</sup>, максимальной численности беспозвоночных способствовало использование органической технологии – в среднем значения показателя были выше контроля на 13,5%, интенсивных технологий – на 10,2-18,6%.

**Ключевые слова:** почвенные беспозвоночные, дождевые черви, технологии возделывания, органическая технология, кормовые сельскохозяйственные культуры

## THE INFLUENCE OF AGRICULTURAL CROPS AND CULTIVATION TECHNOLOGIES ON THE NUMBER OF EARTHWORMS IN THE ARABLE LAYER OF SODDY-PODZOLIC SOIL

**Trufanov Alexander Mikhailovich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Yaroslavl State Agrarian University, Yaroslavl, Russia  
e-mail a.trufanov@yarcx.ru

**Abstract.** In 2023, based on the results of studying the dynamics of the number of earthworms in the arable layer of sod-podzolic soil, the advantage of perennial grasses in the third year of use was established in increasing their number to 45.1 pcs./m<sup>2</sup>, the maximum number of earthworms was facilitated by the use of organic technology when cultivating crops – on average, the indicator values were higher than control by 13.5%, intensive technologies – by 10.2-18.6%.

**Key words:** soil invertebrates, earthworms, cultivation technologies, organic technology, forage crops

Сельскохозяйственное производство для удовлетворения растущих потребностей населения в настоящее время является предметом серьезной озабоченности: наряду с повышением продуктивности сельского хозяйства требуется его экологизация, под которой подразумевается освоение систем биологического или органического земледелия, базирующихся на принципах рационального экологически безопасного природопользования [8].

Например, использование на дерново-подзолистых почвах сберегающих систем обработки почвы при применении органических удобрений в форме соломы обеспечивает воспроизводство плодородных свойств почвы как агрофизических [1], так и биологических. При этом использование системы защиты растений с применением пестицидов становится нецелесообразным, так как несет большие экологические риски [6].

Присутствие в почве достаточного количества почвенных беспозвоночных, в частности дождевых червей, является признаком экологической направленности земледелия [7]. Их роль в почвообразовательных процессах антропогенных ландшафтов является неоспоримой [5]. Благодаря их действию почва подвергается биологическим, химическим и физическим изменениям: перемещаются питательные вещества, разлагается и трансформируется органическое вещество, взаимодействует окружающая биота, усиливается микробную активность и в целом стимулируется рост растений [4].

В свою очередь, почвенные беспозвоночные испытывают интенсивное влияние со стороны применяемых агротехнологий. Существенное действие оказывают выращиваемые основные и покровные культуры, растительные остатки [10]. Неоднозначное влияние на дождевых червей оказы-

вают применяемые агрохимические средства – удобрения и пестициды [3, 9]. В этой связи, немало важной является и индикаторная роль червей в агрофитоценозах [2].

Поэтому **целью** наших исследований было оценить влияние различных по интенсивности технологий возделывания кормовых сельскохозяйственных культур на численность дождевых червей в почве.

### **Методика**

На базе многолетнего опыта Ярославского НИИЖК – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» и кафедры агрономии ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ» в 2023 году в условиях дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы изучалось влияние культур кормового севооборота (однолетние травы с подсевом многолетних на зеленую массу, многолетние травы первого, второго и третьего годов пользования на зеленую массу, овес на зеленую массу + поукосно рапс на сидерат, ячмень на зерно, кукуруза на силос) и агротехнологий их возделывания – экстенсивной (контроль – без удобрений и пестицидов), интенсивной (органические удобрения + средние дозы минеральных удобрений), высокоинтенсивной (органические удобрения + повышенные нормы минеральных удобрений + химическая защита растений), органической (без минеральных удобрений и пестицидов, применение только органических удобрений – сидерат рапс, ячменная солома, последний укос многолетних трав на сидерат, навоз), биологизированной (органические удобрения + пониженные дозы минеральных удобрений) на динамику численности дождевых червей в пахотном слое почвы.

Опыт был заложен в 2017 году методом расщепленных делянок с в трехкратной повторности. Схема опыта включает 35 вариантов. Площадь под культурой 600 м<sup>2</sup> (20 м x 30 м) – делянки первого порядка (фактор А), на делянках второго порядка площадью 120 м<sup>2</sup> (30 м x 4м) изучаются технологии возделывания (фактор В).

Определение численности червей проводилось методом раскопок (отмучивания): из почвы брали пробы с использованием рамки размером 0,2 м x 0,2 м, глубина отбора составляла 20 см, в каждой пробе подсчитывали количество дождевых червей и пересчитывали на их число на 1 м<sup>2</sup>, учет проводился 1 раз в месяц, данные приведены в среднем за три учета; статистическая обработка экспериментальных данных проводилась дисперсионным анализом.

Погодные условия вегетационного периода 2023 года были близки к среднемноголетним данным, при чем в начале и середине вегетации в июне-июле температура была ниже на 3,3-10,1%, а в конце вегетации в августе-сентябре она была выше на 10,9-24,8%. Количество атмосферных осадков практически за весь вегетационный период было ниже многолетних данных: на 6,0% в начале вегетации и на 60,0% – в ее конце, только в июле месяце наблюдалось избыточное увлажнение – осадков выпало на 66,0% больше нормы.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Неустойчивое увлажнение атмосферными осадками за период вегетации культур в 2023 году негативно сказалось на общей численности червей в почве – показатель по сравнению с предыдущими годами был ниже среднего.

В среднем за вегетацию культур севооборота возделывание многолетних трав второго и третьего года пользования способствовало максимальной численности червей при органической технологии (54,0 и 52,6 шт./м<sup>2</sup>, соответственно) в слое 0-20 см (таблица 1).

При сравнении выращиваемых культур с однолетними травами было установлено существенное повышение количества червей при возделывании многолетних трав всех лет пользования, что можно объяснить меньшим воздействием на почву сельскохозяйственными орудиями и агрохимикатами, при этом наблюдалось достоверное снижение показателя при выращивании зерновых (овса) и ячменя, что, вероятно, связано с меньшим количеством растительных остатков, поступающих в почву после этих культур. Эти изменения в основном касались слоя 10-20 см и за счет него слоя 0-20 см.

Использование всех технологий возделывания однолетних трав, за исключением высокоинтенсивной, привело к значительному повышению количества червей в пахотном слое почвы в сравнении с контролем. Похожая закономерность наблюдалась в посеве трав второго года пользования, но только по органическому варианту их возделывания.

В целом в слое 0-10 см беспозвоночных было в среднем на 14,0% больше, чем в слое 10-20 см.

Таблица 1 – Численность дождевых червей в почве в среднем за вегетацию культур, шт./м<sup>2</sup>

Вариант		Численность червей, шт./м <sup>2</sup> по слоям почвы		
фактор А – культура севооборота	фактор В – технология возделывания	0-10 см	10-20 см	0-20 см
Однолетние травы с подсевом многолетних трав	контроль (б/у)	16,0	16,0	32,0
	интенсивная (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> )	23,9	19,6	43,5
	высокоинтенсивная (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>135</sub> )	20,3	19,6	39,8
	органическая	25,3	17,8	43,1
	биологизированная (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>45</sub> )	23,8	19,6	43,4
Многолетние травы 1 года пользования	контроль (б/у)	25,1	20,3	45,4
	интенсивная (P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> )	20,9	21,3	42,2
	высокоинтенсивная (P <sub>90</sub> K <sub>135</sub> )	23,8	17,8	41,6
	органическая	23,8	17,8	41,6
	биологизированная (P <sub>30</sub> K <sub>45</sub> )	25,1	23,8	49,0
Многолетние травы 2 года пользования	контроль (б/у)	20,3	16,0	36,3
	интенсивная (P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> )	23,1	20,9	44,0
	высокоинтенсивная (P <sub>90</sub> K <sub>135</sub> )	21,6	16,0	37,6
	органическая	28,7	25,3	54,0
	биологизированная (P <sub>30</sub> K <sub>45</sub> )	23,8	19,6	43,4
Многолетние травы 3 года пользования	контроль (б/у)	23,4	22,1	45,4
	интенсивная (P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> )	29,3	19,6	48,8
	высокоинтенсивная (P <sub>90</sub> K <sub>135</sub> )	22,1	18,5	40,6
	органическая	25,1	27,5	52,6
	биологизированная (P <sub>30</sub> K <sub>45</sub> )	20,3	17,8	38,1
Овес	контроль (б/у)	24,4	17,8	42,2
	интенсивная (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> )	19,6	17,8	37,3
	высокоинтенсивная (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>135</sub> )	16,0	16,0	32,0
	органическая (Сид)	25,6	23,1	48,7
	биологизированная (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>45</sub> )	22,1	19,6	41,6
Ячмень	контроль (б/у)	20,3	21,3	41,6
	интенсивная (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + Сид)	17,8	17,8	35,6
	высокоинтенсивная (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>135</sub> + Сид + ХЗР)	17,8	16,0	33,8
	органическая (Сид)	19,6	16,0	35,6
	биологизированная (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>45</sub> + Сид)	19,6	17,8	37,3
Кукуруза	контроль (И)	17,8	18,5	36,3
	интенсивная (И + N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>120</sub> + Н + С)	18,5	17,8	36,3
	высокоинтенсивная (И + N <sub>125</sub> P <sub>125</sub> K <sub>150</sub> + Н + С + ХЗР)	22,1	19,6	41,7
	органическая (И + Н + С)	22,1	19,6	41,7
	биологизированная (И + N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>60</sub> + Н + С)	20,9	19,6	40,4
НСР <sub>05</sub> по фактору А		F <sub>ф</sub> < F <sub>05</sub>	3,5	11,6
НСР <sub>05</sub> по фактору В		9,0	6,2	9,5

Условные обозначения в таблице: Сид – сидерат, С – солома, Н – навоз, И – известь, ХЗР – химическая защита растений.

Если усреднить полученные данные по изучаемым факторам, то можно отметить, что численность дождевых червей в среднем за вегетацию культур севооборота существенно возростала при выращивании многолетних трав первого и третьего года пользования в слое 10-20 см и за счет него в слое 0-20 см (на 8,9 и 11,6 шт./м<sup>2</sup>, соответственно) по сравнению с однолетними травами (таблица 2).

Таблица 2 – Численность дождевых червей в среднем по изучаемым факторам, шт./м<sup>2</sup>

Вариант	Численность червей по слоям почвы, шт./м <sup>2</sup>		
	0-10 см	10-20 см	0-20 см
Фактор А – культура севооборота			
Однолетние травы с подсевом многолетних трав	21,9	18,5	40,4
Многолетние травы 1 г.п.	23,8	20,2	44,0
Многолетние травы 2 г.п.	23,5	19,5	43,1
Многолетние травы 3 г.п.	24,0	21,1	45,1
Зерновые (овес)	21,5	18,8	40,4
Ячмень	19,0	17,8	36,8
Кукуруза	20,3	19,0	39,3
НСР <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	1,5	5,0
Фактор В – технология возделывания			
Контроль	21,0	18,9	39,9
Интенсивная	21,9	19,2	41,1
Высокоинтенсивная	20,5	17,6	38,2
Органическая	24,3	21,0	45,3
Биологизированная	22,2	19,7	41,9
НСР <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	3,6

Тенденция к повышению показателя отмечалась также при выращивании многолетних трав второго года пользования (на 6,7%). Это можно объяснить помимо минимального механического воздействия на почву, повышением количества органического вещества при выращивании многолетних трав. На варианте выращивания овса численность червей была на уровне однолетних трав, тогда как под посевами кукурузы и, особенно, ячменя показатель снижался до минимальных значений, соответственно, на 2,8 и 9,9%. Это могло быть связано с интенсивными обработками почвы при выращивании кукурузы и применением в высокоинтенсивной технологии возделывания пестицидов при выращивании этих культур.

В отношении технологий возделывания отмечалось достоверное повышение количества червей в пахотном слое почвы 0-20 см при использовании органической технологии до 45,3 шт./м<sup>2</sup>, что было выше контроля на 13,5%, интенсивных – на 16,2%. Применение минеральных удобрений в повышенных дозах и пестицидов при высокоинтенсивной технологии способствовало наименьшей численности червей в пахотном слое (38,2 шт./м<sup>2</sup>), снижение по сравнению с контролем составило 4,5%. Использование средних и пониженных доз удобрений без пестицидов в интенсивной и биологизированной технологиях способствовало динамике увеличения показателя в среднем на 5,0% по сравнению с контролем.

**Выводы.** В целом можно заключить, что наиболее благоприятные условия для распространения дождевых червей в дерново-подзолистой почве в условиях 2023 года складывались под посевами многолетних трав, особенно третьего года пользования, так как в пахотном слое почвы 0-20 см численность беспозвоночных достигла максимума – 45,1 шт./м<sup>2</sup>, среди изучаемым агротехнологий этому способствовал органический вариант, исключая применение минеральных удобрений и пестицидов с наибольшей численностью червей 45,3 шт./м<sup>2</sup>.

#### Список литературы:

1. Агрофизические свойства почвы в зависимости от обработки и удобрений / Б.А. Смирнов, А.Н. Воронин, Т.И. Перегуда, А.М. Труфанов // Плодородие. – 2007. – № 3(36). – С. 25-26.
2. Анциферова О.А., Юсупова Д.И., Сафонова Д.Н. Влияние экологических условий на состав мезофауны и численность дождевых червей в почвах агрофитоценозов Калининградской области // Известия КГТУ. – 2022. – №65. – С. 24-34.
3. Воронцов В.В. Действие некоторых пестицидов на дождевых червей (*Lumbricus terrestris* L.): специальность 03.02.08 "Экология (по отраслям)": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Воронцов Вадим Валерьевич. – Москва, 2013. – 18 с.
4. Гузенко А.С., Попова Ю.С. Роль дождевых червей в антропогенных почвах // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 104-15. – С. 187-190.

5. Роль дождевых червей в агросистеме // Влияние органического вещества на плодородие почвы и урожайность культур в Верхневолжском регионе: Монография. – Суздаль-Воронеж: ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр», 2023. – С. 192-196.

6. Роль обработки, удобрений и защиты растений в управлении биологическими свойствами почвы / У.А. Исаичева, А.М. Труфанов, Б.А. Смирнов [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5(91). – С. 30-33.

7. Труфанов А.М. Изменение численности полезных педобионтов при возделывании вико-овсяной смеси под влиянием различных систем обработки почвы и удобрений // Вестник АПК Верхневолжья. – 2017. – № 1(37). – С. 13-17.

8. Черятова Ю. С. Актуальные аспекты экологизации сельского хозяйства // Биосферное хозяйство: теория и практика. – 2022. – № 12(53). – С. 57-62.

9. Щур А.В., Валько В.П., Виноградов Д.В. Влияние способов обработки почвы и внесения удобрений на численность и состав микроорганизмов // Вестник Курской ГСХА. – 2015. – №3. – С.41-44.

10. Blanco-Canqui H. Cover crops and soil ecosystem engineers // Agronomy Journal. – 2022. – 114. – P.3096–3117.

УДК 631.5:634.46

## АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ БОБОВЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Улахович Наталья Владимировна, соискатель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки, Беларусь

Босак Виктор Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки, Беларусь

e-mail: bosak1@tut.by

**Аннотация.** Изучено содержание незаменимых аминокислот в семенах бобовых овощных культур (фасоль овощная, горох овощной, чечевица пищевая). Установлено, что применение минеральных удобрений увеличило содержание незаменимых аминокислот в семенах при наибольшем их количестве у фасоли овощной (7,97–8,21 г/100 г семян).

**Ключевые слова:** фасоль овощная, горох овощной, чечевица, аминокислотный состав, незаменимые аминокислоты

## AMINO ACID COMPOSITION OF LEGUMINOUS VEGETABLE CROPS DEPENDING ON THE APPLICATION OF FERTILIZERS

Ulakhovich Natalia, Applicant

Bosak Viktor, Doctor of agricultural sciences, Professor

Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Belarus

e-mail: bosak1@tut.by

**Abstract.** The content of essential amino acids in the seeds of leguminous vegetable crops (vegetable beans, vegetable peas, lentils) was studied. It was found that the use of mineral fertilizers increased the content of essential amino acids in seeds, with the highest amount in vegetable beans (7.97–8.21 g/100 g of seeds).

**Keywords:** vegetable beans, vegetable peas, lentils, amino acid composition, essential amino acids

Бобовые овощные культуры принадлежат к важнейшим сельскохозяйственным культурам, используемым в продовольственных, кормовых, технических, экологических и агротехнических целях [1, 5, 7, 11, 12, 15–18].

Бобовые овощные культуры являются хорошими предшественниками для большинства культур в овощном севообороте. Они не только способны накапливать в почве азот благодаря симбиотической азотфиксации его из атмосферы с помощью клубеньковых бактерий, но и извлекать питательные вещества из труднорастворимых почвенных соединений фосфора, калия и кальция, а также

улучшать фитосанитарное состояние севооборота и обеспечивать благоприятный баланс гумуса [6, 10, 11].

При возделывании сельскохозяйственных культур наряду с показателями урожайности немаловажное значение отводится качеству полученной продукции. Среди основных качественных показателей содержание белка и аминокислотный состав являются важнейшими показателями качества пищевой продукции [2–4, 8, 9, 11, 13].

Следует также учитывать особую ценность незаменимых аминокислот (лизин, треонин, метионин, валин, изолейцин, лейцин, триптофан, фенилаланин), среди которых лизин, треонин и метионин относятся к критическим, которые не могут синтезироваться в организме человека и должны поступать в наш рацион с растительной пищей.

Изменить фракционный или аминокислотный состав индивидуальных растительных белков теми или иными агротехническими приемами практически невозможно, т. к. их биосинтез обусловлен генетическими факторами. Однако можно в определенной степени влиять на количество той или иной фракции или аминокислоты, в том числе подбором сортов и видов сельскохозяйственных культур, а также применением удобрений [11, 14].

Исследования по изучению аминокислотного состава бобовых овощных культур выполняли в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (г. Горки, Республика Беларусь) на протяжении 2020–2023 гг. Полевые исследования в бобовыми овощными культурами проводили в условиях окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели:  $pH_{KCl}$  6,1–6,2,  $P_2O_5$  (0,2 М HCl) – 173–182 мг/кг,  $K_2O$  (0,2 М HCl) – 205–212 мг/кг, гумус (0,4 н  $K_2Cr_2O_7$ ) – 2,5–2,7 % (индекс агрохимической окультуренности 0,85).

Изучаемые бобовые овощные культуры – фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris* L.) сорта Чьжовенка, горох овощной (*Pisum sativum* L. convar. *medullare* Flef. emend. C.O. Lehm) сорта Прометей, чечевица пищевая (*Lens culinaris* L.) сорта Орловская краснотерная.

Для определения аминокислотного состава использовали методики М-04-38-2009 «Определение протеиногенных аминокислот в комбикормах и сырье» и М 04-63-2010 «Определение массовой доли синтетических аминокислот в кормовых добавках» с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель-105 М». Идентификацию аминокислотного профиля проводили на аминокислотном анализаторе FA-600 (E) Fully Automatic Biochemistry Analyzer.

Как показали результаты исследований, видовые особенности и применение минеральных удобрений оказало определенное влияние на аминокислотный состав семян бобовых овощных культур (таблица).

**Таблица - Содержание незаменимых аминокислот в семенах бобовых овощных культур, г/100 г семян**

Вариант	Лизин	Метионин	Треонин	Валин	Лейцин	Триптофан	Фенилаланин	Сумма незаменимых аминокислот
<b>Фасоль овощная</b>								
Без удобрений	1,14	0,39	1,73	1,35	1,52	0,16	1,68	7,97
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>	1,21	0,40	1,74	1,38	1,49	0,24	1,75	8,21
<b>Горох овощной</b>								
Без удобрений	1,13	0,37	1,66	1,18	1,14	0,24	0,75	6,47
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>	1,17	0,37	1,67	1,22	1,19	0,20	0,77	6,59
<b>Чечевица пищевая</b>								
Без удобрений	1,20	0,39	0,71	1,30	0,92	0,21	1,32	6,05
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>90</sub>	1,17	0,37	0,67	1,21	1,21	0,28	1,42	6,33
НСР <sub>05</sub>	0,05	0,02	0,07	0,06	0,06	0,01	0,06	

Наибольшая сумма незаменимых аминокислот (лизин, метионин, треонин, валин, лейцин, триптофан, фенилаланин) оказалась в семенах фасоли овощной – 7,97–8,21 г/100 г семян.

В семенах гороха овощного содержание незаменимых аминокислот составило 6,47–6,59, в семенах чечевицы пищевой – 6,05–6,33 г/100 г семян.

В разрезе отдельных аминокислот следует отметить, что содержание лизина, метионина и триптофана в значительной степени было выравненным по видам изучаемых бобовых овощных культур. В то же время большее содержание треонина отмечено в семенах фасоли овощной и гороха овощного, валина, лейцина и фенилаланина – в семенах фасоли овощной.

Применение минеральных удобрений в предпосевную культивацию в дозе  $N_{50}P_{50}K_{90}$  (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий) благоприятно сказалось на улучшении аминокислотного состава семян бобовых овощных культур.

В семенах фасоли овощной внесение полного минерального удобрения увеличило сумму незаменимых аминокислот с 7,97 до 8,21 г/100 г семян, в семенах гороха овощного – с 6,47 до 6,59, в семенах чечевицы пищевой – с 6,05 до 6,33 г/100 г семян.

При изучении влияния минеральных удобрений на содержание отдельных аминокислот следует отметить их положительный эффект при накоплении лизина и валина в семенах фасоли овощной и гороха овощного, лейцина – в семенах гороха овощного и чечевицы пищевой, триптофана – в семенах фасоли овощной и чечевицы пищевой, фенилаланина – в семенах всех изучаемых бобовых овощных культур.

**Заключение.** При возделывании бобовых овощных культур на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве наибольшее содержание незаменимых аминокислот отмечено в семенах фасоли овощной (7,97–8,21 г/100 г семян). В семенах гороха овощного содержание незаменимых аминокислот составило 6,47–6,59, в семенах чечевицы пищевой – 6,05–6,33 г/100 г семян.

Применение полного минерального удобрения улучшили аминокислотный состав семян фасоли овощной, гороха овощного и чечевицы пищевой.

#### Список литературы:

1. Аптымізацыя выкарыстання мінеральных угнаенняў пры вырошчванні збожжаваструкавых культур ва ўмовах Беларускага Палесся / В. М. Босак, У. У. Скарына, В. М. Мінюк, Т. В. Каласкова // Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. – Брэст, 2012. – С. 13–15.
2. Босак, В. Н. Аминокислотный состав и биологическая ценность белка бобов овощных в зависимости от применения удобрений / В. Н. Босак, О. Н. Минюк // Вестник БарГУ. Серия: Биологические науки. Сельскохозяйственные науки. – 2016. – № 4. – С. 79–84.
3. Босак, В. Н. Биологическая ценность и аминокислотный состав различных сортов фасоли овощной / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Овощеводство. – 2017. – Т. 25. – С. 5–10.
4. Босак, В. Н. Особенности аминокислотного состава и биологической ценности белка бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Вестник БГСХА. – 2018. – № 1. – С. 37–40.
5. Босак, В. Н. Применение минеральных удобрений при возделывании бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, О. Н. Минюк // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2019. – Т. 45. – С. 9–15.
6. Босак, В. Н. Продуктивность и особенности азотфиксации в посевах бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 1. – С. 21–23.
7. Босак, В.Н. Влияние минеральных удобрений и гуминовых препаратов на урожайность чечевицы / В.Н. Босак, Н.В. Улахович // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. – Гродно: ГГАУ, 2024. – Т. 64. – С. 27–32.
8. Кукреш, Л. В. Оценка белка зернобобовых культур по аминокислотному составу / Л. В. Кукреш, И. В. Рышкель // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2008. – № 1. – С. 36–40.
9. Минюк, О. Н. Продуктивность и аминокислотный состав бобовых овощных культур в зависимости от применения удобрений / О. Н. Минюк, В. Н. Босак // Овощеводство. – 2021. – Т. 29. – С. 72–79.
10. Особенности азотфиксации в посевах бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, О. Н. Минюк, Т. В. Колоскова // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2017. – С. 24–26.
11. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.
12. Продуктивность бобовых овощных культур в зависимости от сорта и удобрений / В. Н. Босак [и др.] // Плодоовощеводство и декоративное садоводство. Состояние и перспективы развития. – Горки: БГСХА, 2011. – С. 52–54.
13. Разумовский, Н. Аминокислоты – заменимые и незаменимые / Н. Разумовский, Д. Соболев // Животноводство России. – 2020. – № 2. – С. 59–63.
14. Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: ИПА, 2005. – 14 с.

15. Сачивко, Т. В. Оценка хозяйственно полезных признаков различных сортов овощного гороха / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Известия ФНЦО. – 2020. – № 3 – 4. – С. 85 – 91.
16. Содержание витаминов в семенах бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 31–33.
17. Содержание и вынос элементов питания бобовыми овощными культурами на дерново-подзолистых почвах / В. Н. Босак [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2021. – Т. 55. – С. 19–27.
18. Эффективность возделывания зернобобовых культур в условиях Белорусского Полесья / В. Н. Босак [и др.] // Инновационные технологии в мелиорации и сельскохозяйственном использовании мелиорированных земель. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – С. 37–38.

УДК 633.812:665.527.654

## КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ СОРТОВ МЯТЫ ПЕРЕЧНОЙ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ

**Цыркунова Ольга Александровна**, старший преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки, Республика Беларусь  
e-mail: botan\_konf@mail.ru

**Сачивко Татьяна Владимировна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки, Республика Беларусь  
e-mail: sachyuka@rambler.ru

**Коваленко Наталья Александровна**, кандидат химических наук, доцент

e-mail: chembstu@rambler.ru

**Супиченко Галина Николаевна**, кандидат химических наук

Белорусский государственный технологический университет, Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Исследование компонентного состава сортов Воля, Любаша, Очарование показало наличие в них от 18 до 36 компонентов. Главным компонентом эфирных масел сортов Воля и Любаша является ментол, его содержание достигает 64,0 % и 49,1 % соответственно, много содержится изоментона, ментона (+ и -) – 21,7 % и 34,6 % соответственно. В сорте Очарование доминирующим компонентом является карвон, его содержится 79,8 %. Полученные данные позволяют отнести сорта Воля и Любаша к ментольному хемотипу, а сорт Очарование – к карвонному хемотипу. Полученные хроматографические данные по компонентному и энантиомерному составам эфирных масел мяты перечной могут быть использованы для установления подлинности и контроля качества эфирных масел.

**Ключевые слова** мята перечная, эфирное масло, компонентный состав, сорт, хемотип

## COMPONENT COMPOSITION OF ESSENTIAL OILS OF PEPPERMINT VARIETIES OF BELARUSIAN SELECTION

**Tsyrkunova Olga Alexandrovna**, Senior lecturer

Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus  
e-mail: botan\_konf@mail.ru

**Sachivko Tatsiana Vladimirovna**, Candidate of agricultural sciences, Associate professor

Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus  
e-mail: sachyuka@rambler.ru

**Kovalenko Natallia Alexandrovna**, Candidate of Chemistry sciences, Associate Professor

e-mail: chembstu@rambler.ru

**Supichenko Galina Nikolaevna**, Candidate of agricultural sciences, senior lecturer

Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** A study of the component composition of the varieties Volya, Lyubasha, Ocharovanie showed the presence of from 18 to 36 components in them. The main component of essential oils of the Volya and Lyubasha varieties is menthol, its content reaches 64,0 % and 49,1 %, respectively, it contains a lot of isomentone, menthone (+ and -) – 21,7% and 34,6%, respectively. In the Charming variety, the dominant compo-

ment is carvone, it contains 79.8%. The data obtained allow us to classify the Volya and Lyubasha varieties as the menthol chemotype, and the Charming variety as the carvone chemotype. The obtained chromatographic data on the component and enantiomeric compositions of peppermint essential oils can be used to establish the authenticity and quality control of essential oils.

**Keywords:** peppermint, essential oil, component composition, variety, chemotype

**Введение.** Эфирные масла широко применяются в фармацевтической, парфюмерно-косметической, пищевой промышленности [2, 3, 7, 13, 14]. Мятное масло, наряду с апельсиновым, лавандовым, гвоздичным, эвкалиптовым, лимонным, розмариновым и маслом чайного дерева, относится к наиболее экономически значимым эфирным маслам [1, 4, 6, 9]. За последние 40 лет мировое производство эфирных масел увеличилось с 50 до 250 тыс. т в год и лишь немногие (кориандр, анис, мята и др.) культивируют в умеренных широтах.

Морфологический анализ образцов мяты перечной коллекции УО БГСХА позволил выявить среди них различия, на основании которых могут быть определены перспективные формы [10–12]. Выявление характерных морфологических признаков и особенностей образцов позволяет идентифицировать его среди других сортов данного вида.

Не менее интересен компонентный и энантиомерный состав эфирных масел, содержащихся в растениях мяты перечной. По химической природе эфирные масла представляют собой сложные смеси различных органических соединений. В начале XIX в. химики смогли впервые определить различные составляющие эфирных масел и дать им специфические названия, такие как «гераниол», «цитронеллол» и «цинеол» [6]. Фармакологическую активность чаще обеспечивает не один компонент, а уникальная химическая комбинация.

Для производства мятного эфирного масла традиционно используется *Mentha piperita* L., основными компонентами которого являются ментол (55–88 %) и ментон (до 30 %). Для рода *Mentha* L. характерно большое разнообразие хемотипов – форм, часто сходных по морфо-биологическим признакам, но различающихся по компонентному составу эфирного масла, а, следовательно, по аромату и воздействию на организм человека [5, 8]. Содержание ментола зависит от многих факторов, таких как различие в хемотипах и климатических условий произрастания растений, стадии вегетации и сроков уборки, длительности и условий хранения растительного сырья [6, 9].

**Материал и методы исследования.** Полевые и лабораторные исследования проводились в 2021–2023 г.г. Посадка, уход и наблюдения за посевами, уборку и учет урожая, проводили в БГСХА по общепринятым методикам и по методике ВНИИЭМК (г. Симферополь, 1978).

В качестве объекта исследований взяты 3 районированных в Республике Беларусь сорта мяты перечной: Очарование, Воля и Любаша. Сорт Очарование получен методом индивидуально-семейного отбора в ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (год включения сорта в Государственный реестр – 2006, районирован по всей Республике Беларусь). Сорта Воля и Любаша получены методом клонового отбора в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (год включения сортов в Государственный реестр – 2022, рекомендованы для приусадебного возделывания).

Оценку образцов по содержанию эфирного масла проводили методом водной дистилляции на приборе Гинзберга в БГСХА в соответствии с Межгосударственным стандартом ГОСТ 34213-2017 «Сырье эфиромасличное цветочно-травянистое. Методы отбора проб, определения влаги, примесей и эфирного масла».

Газохроматографический анализ образцов эфирных масел осуществлялся в соответствии с ГОСТ 14618.5 на кафедре аналитической химии БГТУ на хроматографе «Цвет–800» с пламенно-ионизационным детектором.

Разделение стереоизомеров эфирных масел выполняли с использованием капиллярной колонки Cuscosil В длиной 30 м, внутренним диаметром 0,32 мм, неподвижная фаза β-циклодекстрин (0,25 мкм) при следующем температурном режиме: 70 0С (изотерма в течение 5 минут), скорость нагрева 30/мин до 115 0С (изотерма в течение 20 мин), скорость нагрева 40/мин до 200 0С (изотерма в течение 10 мин) в токе газа-носителя азота. Линейная скорость газа-носителя 30 см/сек, величина сброса 1:50.

Содержание компонентов эфирного масла вычисляли по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов.

**Результаты и их обсуждение.** Органолептическая оценка свидетельствует о различном химическом составе эфирных масел испытываемых сортов. Они имели свой особый запах, сорт Воля

выделялся ярким ментольным запахом, у Любаши приятный, мягкий, карамельный с присутствием ментола. Сорт Очарования яркого запаха ментола не давал.

Компонентный состав эфирных масел исследуемых сортов представлен в табл. 1 и на рис. 1, 2, 3.

Главным компонентом эфирных масел сорта Воля является ментол, его содержание достигает 63,99 %. Кроме ментола содержится 25 компонентов, в том числе 21,65 % ментона (+ и -), 2,88 % терпинен-4-ола, более 1 % содержится в эфирных маслах сорта Воля феландрена, карвона, кариофиллена. На долю других компонентов приходится от 0,12% до 0,87 %.

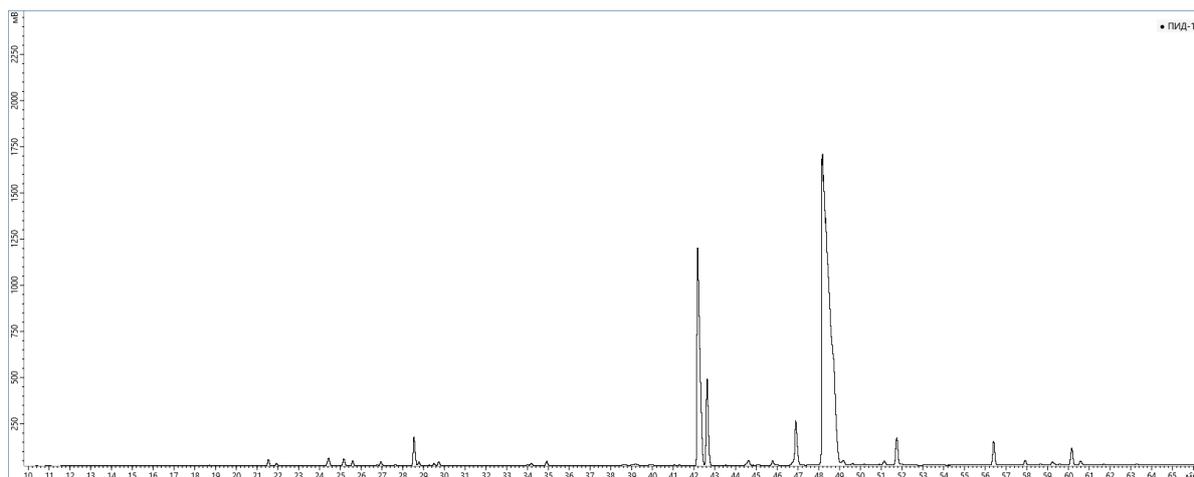
Не менее интересен компонентный состав сорта Любаша. Так же, как и в сорте Воля, основным компонентом эфирных масел сорта Любаша является ментол, но его массовая доля меньше – 49,13 %. Всего выделено 18 компонентов. Кроме ментола в эфирном масле сорта Любаша содержится много изоментона, ментона (+ и -) – 34,60 %, карвона – 9,04 %.

**Таблица 1 - Компонентный состав эфирных масел сортов мяты перечной**

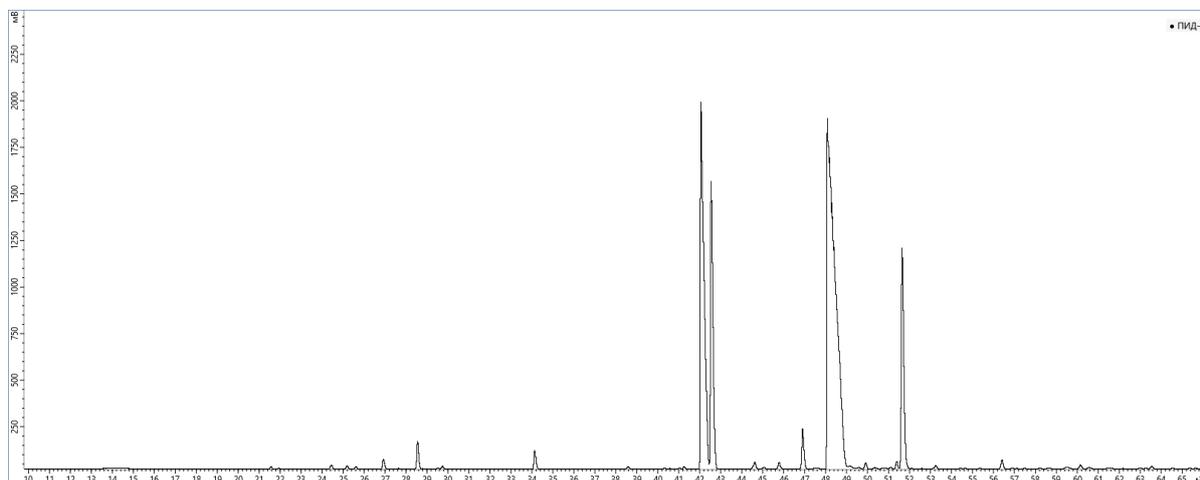
Соединение	Воля		Любаша		Очарование	
	относит. индекс удерж-я	массовая доля, %	относит. индекс удерж-я	массовая доля, %	относит. индекс удерж-я	массовая доля, %
Количество, шт., в т.ч.	27		18		36	
(-)- $\alpha$ -Пинен	982,2	0,31				
(+)- $\alpha$ -Пинен	987,0	0,13				
Сабинен	1018,5	0,48	1018,5	0,16		
(+)- $\beta$ -Пинен	1027,7	0,38	1027,9	0,12		
(-)- $\beta$ -Пинен	1033,2	0,27				
(+)- $\alpha$ -Терпинен	1050,4	0,22	1049,8	0,36		
(-)- $\beta$ -Феландрен	1070,5	1,57	1070,4	0,94		
(+)-Лимонен	1073,3	0,18				
p-Цимен	1082,3	0,12				
1,8-Цинеол	1085,2	0,21				
(-)- $\beta$ -Оцимен	1141,2	0,13	1141,5	0,68		
(+)-цис-Сабинен гидрат					1200,1	0,16
(-)-Изоментон			1245,3	22,4		
(-)-Ментон	1247,6	16,9				
(+)-Ментон и (+) Изоментон	1253,1	4,75	1251,8	12,2		
Линалилацетат	1294,4	0,28	1294,4	0,25		
(-)-Терпинен-4-ол	1310,1	2,88	1309,8	1,46		
(-)-Борнилацетат ментол					1325,5	1,29
Ментол	1330,0	63,99	1326,5	49,13		
1R(-)-Ментилацетат					1338,1	0,23
(+)-Пулегон	1342,2	0,64	1342,2	0,18		
(-)- $\alpha$ -Терпинеол			1352,9	0,21	1352,7	0,16
Нераль					1360,5	1,10
(+)- $\delta$ -Элемен					1369,8	0,38
(S)-(-)- $\beta$ -Цитронеллол			1374,7	0,25		
(-)-Карвон	1380,1	1,61	1378,5	9,04	1377,6	79,8
Терпинилацетат			1402,6	0,12		
(-)- $\beta$ -Кариофиллен	1449,8	1,25	1449,9	0,33	1450,0	0,50

Гумулен					1483,3	0,21
(+)-Гермакрен D					1498,2	0,44
Эвгенол	1513,6	0,21				
Тимол					1563,1	0,40
(-)- $\beta$ -Кариофиллен оксид					1687,6	1,81
другие		3,49		2,17		13,52

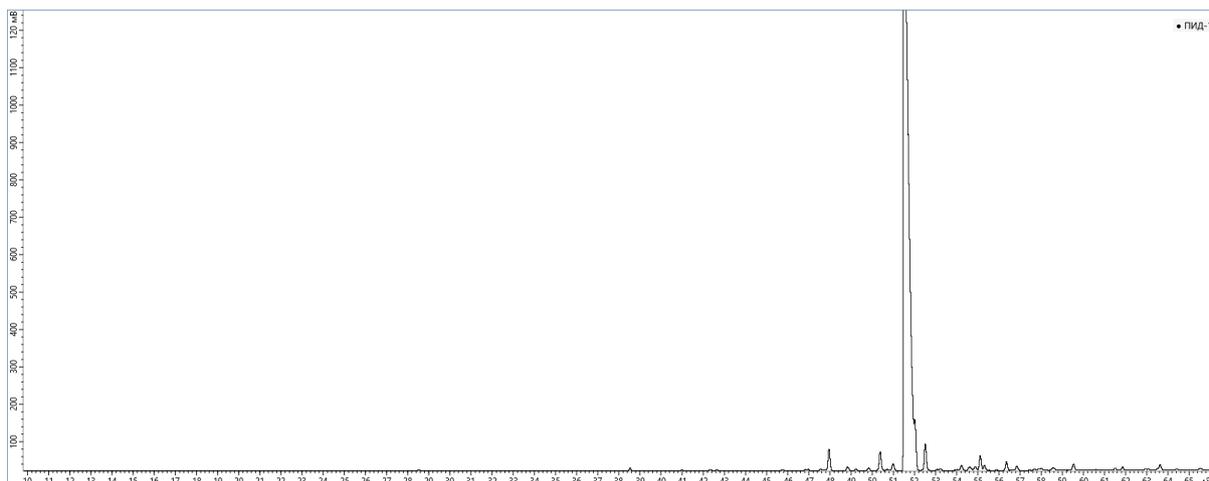
В сорте Очарование главным компонентом является карвон, его содержится 79,8 % (рис.3). Кроме карвона в эфирном масле мяты сорта Очарование содержится еще 36 компонентов. Наибольший удельный вес принадлежит таким компонентам как кариофиллен оксид (1,81 %), борнилацетат ментол (1,29 %), нераль (1,10 %). На долю остальных компонентов приходится от 0,16 % до 0,50 %.



*Рисунок 1 - Хроматограмма эфирных масел мяты перечной сорта Воля*



*Рисунок 2 - Хроматограмма эфирного масла мяты перечной сорта Любаша*



**Рисунок 3 - Хроматограмма эфирного масла мяты перечной сорта Очарование**

Наибольшая массовая доля принадлежит карвону (2,95 %), транс-кариофиллен оксиду (1,79 %) и гераниалу (1,57 %), остальные занимают от 0,11 % до 0,60 %.

**Заключение.** Компонентный состав и доминирующие компоненты эфирных масел разных сортов мяты перечной различны. Среди изучаемых образцов двое принадлежат к ментольному хемотипу (сорта Воля и Любаша) и один (сорт Очарование) является карвонным хемотипом. Полученные хроматографические данные по компонентному и энантиомерному составам эфирных масел различных сортов мяты перечной могут быть использованы для установления подлинности и контроля качества эфирных масел.

#### Список литературы:

1. Биологическая активность экстрактов мяты перечной / Н. А. Коваленко, Г. Н. Супиченко, Т. И. Ахрамович [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – Могилев: БГУТ, 2023. – С. 278–279.
2. Генетические ресурсы растений. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры: рекомендации / Т. В. Сачивко, Н. А. Дуктова, О. А. Порхунцова [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 22 с.
3. Использование показателей компонентного состава эфирных масел для идентификации сорта / Т. В. Сачивко, Н. А. Коваленко, Г. Н. Супиченко, В. Н. Босак // Овощи России. – 2019. – № 3. – С. 68–73.
4. Компонентный состав эфирного масла *Mentha gracilis* L. / Н. А. Коваленко, Г. Н. Супиченко, О. А. Цыркунова [и др.] // Химическая технология и техника. – Минск: БГТУ, 2024. – С. 224–226.
5. Олейников, Д. Н. Химический состав и антирадикальная активность эфирного масла российских образцов *Mentha piperita* L. / Д. Н. Олейников, Л. В. Дударева // Химия растительного сырья. – 2011. – № 4. – С. 109–114.
6. Прокушева, Д. Л. Эфирные масла. Лекарствоведение эфирномасличного сырья / Д. Л. Прокушева, Д. С. Круглов, В. В. Величко. – Новосибирск: ИПЦ НГМУ, 2022. – 214 с.
7. Содержание и вынос элементов питания зелеными, пряно-ароматическими и эфирно-масличными культурами / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, О. А. Цыркунова, А. А. Блохин // Овощеводство. – 2022. – Т. 30. – С. 6–13.
8. Хлыпенко, Л. А. Хемотипическое разнообразие видов рода *Mentha* в коллекции ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада / Л. А. Хлыпенко, С. А. Феськов // Биология растений и садоводство: теория, инновации. Сб. науч. трудов ГНБС. – 2018. – № 146. С. 121–130.
9. Цыркунова, О. А. Лекарственные растения / О. А. Цыркунова, А. А. Горновский. – Горки: БГСХА, 2019 – 140 с.
10. Цыркунова, О. А. Морфологические признаки образцов мяты (*Mentha*) в коллекции УО БГСХА / О. А. Цыркунова, Т. В. Сачивко // Актуальные проблемы агрономии. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 78–81.
11. Цыркунова, О. А. Оценка образцов мяты (*Mentha*) по комплексу морфологических признаков / О. А. Цыркунова, Т. В. Сачивко // Овощеводство. – 2022. – Т. 30. – С. 220–231.

12. Цыркунова, О. А. Сравнительная оценка мяты перечной в коллекционном питомнике / О. А. Цыркунова, Т. В. Сачивко // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 277–280.

13. A systematic comparison of 25 Tunisian plant species based on oil and phenolic contents, fatty acid composition and antioxidant activity / G. Ksoudaa, M. Hajjia, S. Sellimia [et al.] // Industrial Crops and Products. – 2018. – Vol. 123. – P. 768–778.

14. Chaabu, S. B. Composition and insecticidal activity of essential oil from *Ruta graveolens*, *Mentha pulegium* and *Ocimum basilicum* against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) / S. B. Chaabu, S. Haouel, K. Mahjoubi // Journal of Plant Diseases and Protection. – 2018. – Vol. 126 (3). – P. 237–246.

УДК 633.111.1:631.524.7

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА БЕЛКОВОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА НОВОСИБИРСКАЯ 15

**Шрам Надежда Васильевна**

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: ndzdsram@gmail.com

**Келер Виктория Викторовна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: vica\_kel@mail.ru

**Аннотация.** В работе проведена оценка влияния экологических условий лесостепной зоны Красноярского края на содержание белка в зерне яровой пшеницы сорта Новосибирская 15, культивируемого на базе учебного хозяйства «Миндерлинское» в период 2016-2024 гг. Актуальность исследования состоит в необходимости создания, изучения и внедрения в производство сортов сильной пшеницы, способных эффективно использовать климатические ресурсы для формирования зерна с высоким содержанием белка – одного из основных показателей качества. По результатам исследования были даны характеристика погодных условий периода 2016-2024 гг. и оценка качества зерна сорта по содержанию в нём белка, установлены характер и теснота связей метеорологических показателей с белковостью зерна, определены их оптимальные для сорта значения.

**Ключевые слова:** пшеница, белок, гидротермический коэффициент, сумма эффективных температур, осадки, температура, качество зерна, районированные сорта, метеоусловия, спектроскопия

## INFLUENCE OF METEOROLOGICAL FACTORS ON PROTEIN CONTENT OF SPRING WHEAT GRAIN OF NOVOSIBIRSKAYA 15 VARIETY

**Shram Nadezhda Vasilievna**

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: ndzdsram@gmail.com

**Keler Victoria Viktorovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: vica\_kel@mail.ru

**Abstract.** The paper evaluates the impact of environmental conditions of the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk region on the protein content in the grain of spring wheat variety Novosibirskaya 15, cultivated on the basis of the training farm "Minderlinskoye" in the period 2016-2024. The relevance of the study is the need to create, study and introduce into production strong wheat varieties that can effectively use climatic resources for the formation of grain with high protein content - one of the main quality indicators. According to the results of the study, the characteristics of weather conditions of the period 2016-2024 and the assessment of the quality of the grain of the variety on the content of protein in it are given, the nature and closeness of relationships of meteorological indicators with protein content of grain are established, their optimal values for the variety are determined.

**Keywords:** wheat, protein, hydrothermal coefficient, sum of effective temperatures, precipitation, temperature, grain quality, zoned varieties, meteorological conditions, spectroscopy

В Российской Федерации производство зерна составляет основу АПК, является наиболее крупной подотраслью сельского хозяйства и занимает ведущие позиции в обеспечении продовольственной безопасности страны [1]. Для Восточной Сибири в целом и для Красноярского края в частности из зерновых культур наибольшее значение имеет яровая пшеница. Её посевы составляют большую часть всех посевов сельскохозяйственных культур, в том числе зерновых (до трех четвертей) [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

В современных условиях сельхозтоваропроизводителям необходимо переходить на адаптивные ресурсосберегающие агротехнологии, основанные на эффективном использовании почвенно-климатического потенциала местности. Одним из элементов ресурсосберегающих технологий является использование адаптивных сортов. Существует необходимость в создании, изучении и внедрении в производство сортов сильной и ценной пшеницы, способных эффективно использовать климатические ресурсы для формирования зерна высокого качества, одним из важнейших показателей которого является массовая доля белка [3-5].

В связи с вышеизложенным была поставлена цель: изучить характер и степень влияния гидротермических условий на содержание белка в яровой пшенице сорта Новосибирская 15.

В ходе исследования решались следующие задачи:

Оценить гидротермические условия периода исследования;

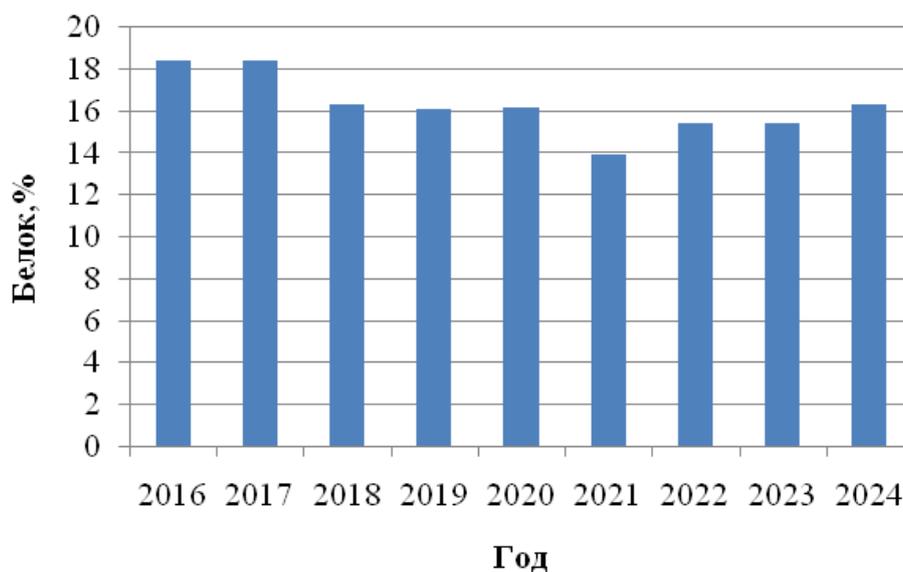
Изучить динамику содержания белка в зерне яровой пшеницы сорта Новосибирская 15 и оценить качество зерна по его белковости;

Определить характер и степень влияния гидротермического коэффициента на содержание белка в зерне;

Выявить оптимальные значения ГТК, достоверно влияющие на накопление белка в зерне.

Исследования проводились на базе учебного хозяйства «Миндерлинское» с 2016 по 2024 г. Посев проводился во второй декаде мая по паровому предшественнику сеялкой ССНП-16 с нормой высева 5 млн.всх.з./га, способ сева – рядовой, глубина заделки семян – 5 см. Размер делянки 50 м<sup>2</sup>, размер площадок для учёта урожая 12 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, способ размещения делянок – системный. Анализ зерна проводился с помощью инфракрасного анализатора «Спектран-119М». В качестве объекта исследования был выбран раннеспелый сорт мягкой яровой пшеницы Новосибирская 15 (патентообладатель: ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук»), допущенный к возделыванию «Государственным реестром селекционных достижений» на территории Красноярского края. Выбор сорта обоснован его способностью формировать высокобелковое зерно на уровне сильной пшеницы.

По результатам лабораторных исследований, содержание белка в образцах по годам варьировало от 13.9% в 2021 году до 18.4% в 2016-2017 (рис. 1). Среднее значение для сорта составило 16.3%. В течение периода исследования по содержанию белка зерно сорта Новосибирская 15 соответствовало требованиям к пшенице 1 класса, в 2021 году – 2 класса (ГОСТ 9353-2016).



*Рисунок 1 – Динамика содержания белка в зерне пшеницы сорта Новосибирская 15*

Период активной вегетации ( $t > 10^{\circ}\text{C}$ ) составлял в среднем 125 дней, наиболее продолжительным он был в 2020 году — 155 дней, было накоплено 2000-2200 $^{\circ}\text{C}$  активных температур, в 2020 году — 2500 $^{\circ}\text{C}$ . Гидротермический коэффициент за период активной вегетации варьировал от 0.5 (2018 г.), что указывает на очень засушливые условия, до 1.4 (2022 г.), что соответствует достаточному уровню увлажнения [2]. Оценивая гидротермические условия по летним месяцам, можно заключить, что наибольшему варьированию по годам подвергался ГТК июня, приходящийся на период кушение - выход в трубку (рис. 2).

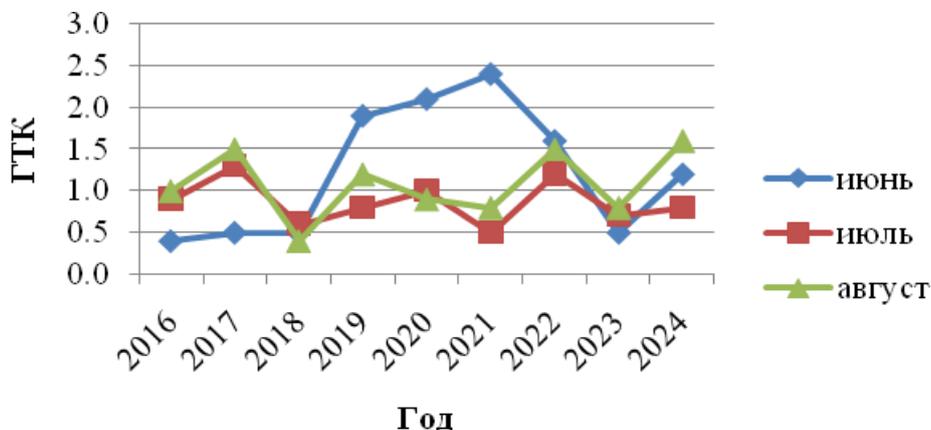


Рисунок 2 – Изменение ГТК по месяцам летнего периода 2016-2024 гг.

По результатам корреляционного анализа, достоверная на уровне  $p \leq 0.05$  связь была обнаружена только между содержанием белка и ГТК июня. Характер связи — обратная, теснота — средняя (таб. 1).

Таблица 1 – Корреляционные коэффициенты зависимости содержания белка в зерне яровой пшеницы сорта Новосибирская 15 от гидротермического коэффициента

ГТК	Коэффициент корреляции
– июня	-0,66*
– июля	0,57
– августа	0,27
– вегетации	-0,28

\*Достоверно при  $p \leq 0.05$

Установлено, что сорт Новосибирская 15 способен формировать высокобелковое зерно в очень засушливых условиях июня, при  $\text{ГТК} \leq 0,5$  (рис. 3).

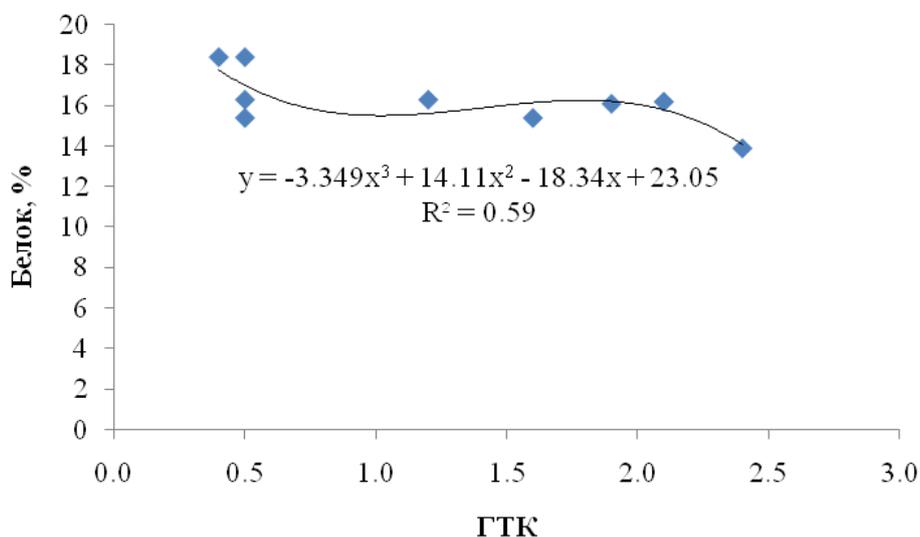


Рисунок 3 – Зависимость содержания белка в зерне (%) от ГТК июня

Наиболее низкое содержание белка в зерне яровой мягкой пшеницы сорта Новосибирская 15 отмечалось в 2021 году, что связано с избыточным увлажнением июня. Снижение качества может быть вызвано переувлажнением почвы и поражением растений болезнями.

На основании проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. В период 2016-2024 гг. ГТК периода активной вегетации варьировал в широких пределах: от 0,5, что характеризует зону как очень засушливую, до 1,4, что указывает на достаточное увлажнение.

2. Сорт мягкой яровой пшеницы Новосибирская 15 формировал зерно 1 класса качества (по массовой доле белка) в течение всего периода исследования, кроме 2021 года, который отличался избыточным уровнем увлажнения июня, что могло привести к переувлажнению почвы, поражению растений болезнями и снижению качества зерна; среднее содержание белка за годы исследования составило 16,3%.

3. На массовую долю белка в зерне пшеницы сорта Новосибирская 15 достоверно влиял ГТК июня ( $p \leq 0,05$ ).

4. Оптимальное значение гидротермического коэффициента июня, обеспечивающее формирование белка на уровне 16-18%, составило 0,5 и менее (очень засушливые условия).

#### Список литературы:

1. Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года // Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 августа 2019 г. № 1796-р.

2. Журина Л.Л. Агрометеорология: учебник / Журина Л.Л., Лосев А.П. – Санкт-Петербург: Квадро, 2014. – 368 с.

3. Келер, В. В. Варьирование содержания белка в зерне мягкой яровой пшеницы под влиянием метеорологических условий Красноярского края / В. В. Келер // Актуальные направления развития АПК : Сборник материалов конференции, Екатеринбург, 28–30 ноября 2019 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2020. – С. 255-259.

4. Мозговой, С. С. Экологическая пластичность сортов яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края / С. С. Мозговой, И. В. Пантюхов, В. В. Келер // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 9(162). – С. 121-128. – DOI 10.36718/1819-4036-2020-9-121-128.

5. Пыхтин, И. Г. Теоретические основы эффективного применения современных ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур / И. Г. Пыхтин, А. В. Готсев, Л. Б. Нитченко, В. А. Плотников // Земледелие. – 2016. – №6. – С. 16-19.

### СЕКЦИЯ 3. РЕАЛИЗАЦИЯ НОВЫХ СТАНДАРТОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ АПК

УДК 347

#### К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ ПРИОБРЕТЕНИЯ ПРАВОВОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СПЕЦИАЛИСТА В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

**Дадаян Елена Владимировна**, кандидат юридических наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: dadaelena.lena@mail.ru

**Аннотация.** Любой как образовательный стандарт в сфере высшего образования, так и профессиональный стандарт предъявляют к будущему (потенциальному) специалисту квалификационные требования, необходимые для выполнения трудовых функций. Конкретная трудовая функция представляет собой набор трудовых действий, необходимых знаний и необходимых умений для осуществления определенного вида профессиональной деятельности. Всякая профессиональная деятельность имеет правовую составляющую, а именно требует от специалиста умения использовать специальные нормативно-правовые акты для осуществления конкретной трудовой функции. Не исключением из этого правила стали технические специалисты в области производства продукции растениеводства. В настоящей статье порассуждаем о том, какие правовые знания должен иметь указанный технический специалист для выполнения задач профессиональной деятельности.

**Ключевые слова:** специалист в области производства продукции растениеводства, законодательство, трудовая функция, правовые знания, образовательный стандарт, профессиональный стандарт, правовая компетенция

#### ON THE NEED TO ACQUIRE LEGAL COMPETENCE FOR A TECHNICAL SPECIALIST IN THE FIELD OF PLANT PRODUCTION

**Dadayan Elena Vladimirovna**, Candidate of Legal Sciences, Associated Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: dadaelena.lena@mail.ru

**Abstract.** Any educational standard in the field of higher education, as well as a professional standard, impose qualification requirements on a future (potential) specialist, necessary for performing work functions. A specific work function is a set of work actions, necessary knowledge and necessary skills for performing a certain type of professional activity. Any professional activity has a legal component, namely, it requires a specialist to be able to use special regulatory and legal acts to perform a specific work function. Technical specialists in the field of plant production are no exception to this rule. In this article, we will discuss what legal knowledge a technical specialist should have to perform the tasks of professional activity.

**Keywords:** specialist in the field of plant production, legislation, labor function, legal knowledge, educational standard, professional standard, legal competence

Вопросы надлежащего выполнения задач любого вида профессиональной деятельности всегда были, есть и будут актуальными и обсуждаемыми не только для образовательных организаций, но и для организаций, принимающих на работу выпускника вуза (работодателя). Так, перед образовательными организациями стоит задача о необходимости выполнения требований образовательного стандарта, направленных на достижение установленных результатов, связанных с освоением программы бакалавриата, магистратуры, специалитета. Результат такого освоения образовательной программы заключается в приобретении (формировании) у выпускника определенного набора компетенций, необходимых для выполнения задач профессиональной деятельности.

Попробуем на конкретном примере показать, что правовые знания, навыки и умения требуются для специалиста не только в организационно-управленческой сфере профессиональной дея-

тельности, но и в производственно – технологической. Так, Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия предусмотрено, что в результате освоения программы у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные, а также профессиональные компетенции. Среди компетенций, предлагаемых к освоению выпускниками, имеют место быть так называемые «правовые компетенции». Представляется, что выпускник освоивший программу бакалавриата приобретет одну из универсальных компетенций, а именно способность определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2). Помимо этого, освоенной должна быть и такая правовая компетенция как развитие у выпускника способности использовать нормативные правовые акты и оформлять специальную документацию в профессиональной деятельности (ОПК-2) [1].

Исходя, из требований образовательного стандарта профессиональные компетенции определяются образовательной организацией самостоятельно на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников (при наличии).

Для профессионального сообщества специалистов в области производства продукции растениеводства действует профессиональный стандарт [4], который предъявляет требования к наличию правовых знаний в области природоохранного законодательства, законодательства в области семеноводства, в области фитосанитарной безопасности для выполнения трудовых функций в сфере организации производства продукции растениеводства, организации испытаний селекционных достижений, управления производством растениеводческой продукции.

Здесь возникает вопрос о глубине изучения правовых норм, закрепленных в специальном законодательстве, которые не только нужно знать будущему выпускнику, но и уметь правильно применять в конкретной области практической деятельности, а именно в области производства продукции растениеводства. Здесь под применением понимается не только умение толковать норму права, но и составлять профессиональную правовую документацию.

Представляется, что в рамках, отведенных часов на правовую дисциплину «Правоведение», направленную на формирование анализируемой универсальной компетенции достаточно непросто сформировать у будущего выпускника способность брать на себя ответственность за принятие взвешенных, основанных на правовых нормах решений в рамках выполнения трудовой функции (осуществления трудовых действий), тем более, что дисциплина «Правоведение» преподается на 1 курсе во 2 семестре.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 час., (2 зач. ед.), во 2 семестре, а именно: контактная работа – 36 ч.: лекционные – 18 час., практические – 18 ч. (в т.ч. 2 лекционных час. в интерактивной форме) занятия, самостоятельная работа обучающихся - 36 час. и зачет во 2 семестре.

***Рисунок 1 - Скриншот рабочей программы дисциплины «Правоведение» (стр. 4 Место дисциплины в структуре образовательной программы)***

Вот здесь как раз и требуется понимание о том, в рамках какой, или каких учебных дисциплин может быть, достигнут вышеуказанный результат и достаточно ли для освоения правовых компетенций одной правовой дисциплины или в рамках специальных профессиональных учебных дисциплин, необходимо дополнительно изучать вопросы обеспечения профессиональной деятельности будущего специалиста.

Вполне очевидным является тот факт, что обучающийся (будущий выпускник) на 1 курсе 2 семестра еще не только не знает, но и не предполагает в какой конкретно области профессиональной деятельности он будет востребован. Отсюда можно сделать вывод, что дисциплина «Правоведение» задается лишь некий вектор (направление) и не позволяет в полной мере сформировать пул правовых знаний, которые будут необходимыми и достаточными для выполнения тех или иных задач профессиональной деятельности. Таким образом, только в рамках изучения специальных дисциплин представляется возможным не только приобрести профессиональные знания и умения, но уметь их применять в профессиональной сфере практической деятельности с учетом правовой составляющей.

Приведем пример из судебной практики. Так, по одному из арбитражных дел, субъект предпринимательской деятельности (сельскохозяйственный товаропроизводитель), оспаривал предписание, выданное Управлением Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по

Орловской и Курской областям. Целью предписания явилось устранение нарушений законодательства в сфере обеспечения карантина растений (карантинный объект – карликовая головня пшеницы).

Суд, как не специалист в области производства продукции растениеводства основывался на данных лабораторных исследований ФГБУ «ВНИИКР» (центр карантинных исследований), которые подтвердили, что в большинстве отобранных образцов растения выявлено карантинное заболевание. Кроме того, в судебном заседании в качестве специалиста была допрошена доктор сельскохозяйственных наук Ш.А.П., которая дала пояснения относительно заболевания карликовой головки пшеницы. Все это позволило суду установить факт нарушений ответчиком установленного порядка проведения карантинного обеззараживания продукции [2].

Или другой пример, истец обратился в арбитражный суд с иском к ответчику о взыскании убытков в связи с не поставкой рапса, в связи, с чем истец был вынужден обратиться к другому поставщику. Ответчик пояснил, что исполнить надлежащим образом ему обязательства не позволили неблагоприятные природные условия - поражение посевов рапса капустной молью несмотря на то, что он использовал элитные профессиональные семена. При указанных обстоятельствах суд с целью вынесения итогового судебного акта должен был разобраться с вопросом, действительно ли гибель урожая произошла из-за нетипичного поражения посевов рапса капустной молью. От ответа на указанный вопрос во многом зависела судьба ответчика быть или не быть привлеченным к гражданско-правовой ответственности в форме возмещения убытков.

В суде в качестве специалиста был допрошен агроном, который подробно разъяснил причины поражения сельскохозяйственной продукции.

*В судебном заседании 29.06.2020 по ходатайству ответчика в качестве специалиста был заслушан специалист агроном, кандидат сельскохозяйственных наук Садовников Георгий Геннадьевич, который подтвердил, что в 2019 году в крае повсеместно было массовое нашествие капустной моли, от которой пострадали поля рапса. По биологической природе капустная моль является мигрирующим вредителем, во время лета опускается на растения и если поля небольшого размера концентрация «оседания» моли на одном участке является высокой, в связи с чем степень поражения посевов также является высокой. В 2019 года характерной особенностью явилось то, что миграция моли происходила не только ночью, что является типичным для данного вредителя, но и в дневное, что привело к масштабным последствиям.*

*Рисунок 2 - Скриншот из судебного акта (стр.7 решения Арбитражного суда Алтайского края [3])*

В судебном заседании 29.06.2020 по ходатайству ответчика в качестве специалиста был заслушан специалист агроном, кандидат сельскохозяйственных наук С.С.Г., который подтвердил, что в 2019 году в крае повсеместно было массовое нашествие капустной моли, от которой пострадали поля рапса. По биологической природе капустная моль является мигрирующим вредителем, во время лета опускается на растения и, если поля небольшого размера концентрация «оседания» моли на одном участке является высокой, в связи, с чем степень поражения посевов также является высокой. В 2019 года характерной особенностью явилось то, что миграция моли происходила не только ночью, что является типичным для данного вредителя, но и в дневное, что привело к масштабным последствиям.

Оценив, данное заключение специалиста, суд посчитал, что у ответчика было время с момента начала заболевания растений предпринять попытки исполнить взятое на себя договорное обязательство.

Таким образом, мы видим, что специалист в области производства продукции растениеводства может состояться и подтвердить, свою компетенцию только имея опыт практической работы. Представляется, что от выпускника вуза на первоначальном этапе его профессиональной практической деятельности работодатель никак не потребует решения задач, которые не посильны специалисту с минимальным набором квалификационных характеристик. Здесь имеется в виду в качестве квалификационной характеристики специалиста только наличие у него высшего образования без какого-либо опыта практической работы (деятельности). Именно только опыт практической профессиональ-

ной деятельности дает возможность решать поставленные задачи профессиональной деятельности на основе правовых норм.

#### **Список литературы:**

1. Приказ Минобрнауки России от 26.07.2017 № 699 (ред. от 27.02.2023) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия»// Информационно-поисковая система «Консультант плюс».
2. Решение Арбитражного суда Орловской области от 01.11.2023 по делу №А48-45/2023// <https://my.arbitr.ru/#index> (дата обращения от 25.09.2024).
3. Решение Арбитражного суда Алтайского края от 03.07.2020 по делу №А03-900/2020// <https://my.arbitr.ru/#index> (дата обращения от 25.09.2024).
4. Приказ Минтруда России от 20.09.2021 № 644н «Об утверждении профессионального стандарта «Агроном»//Информационно-поисковая система «Консультант плюс».

**УДК 377.031**

### **ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ В РАМКАХ МАСТЕР-КЛАССОВ ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ СО СТУДЕНТАМИ СПО**

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

**Кузьмин Николай Владимирович**, кандидат технических наук  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: kusmin\_nikolai@mail.ru

**Аннотация.** Приведены результаты наблюдений при проведении мастер-классов со студентами технических специальностей в рамках всероссийской ярмарки вакансий, проанализированы особенности формирования интереса и мотивации обучающихся по приобретению опыта определения качества автомобильного бензина.

**Ключевые слова:** студенты техникума, среднее профессиональное образование, проведение мастер-класса, качество автомобильного бензина

### **STUDYING THE PROPERTIES OF AUTOMOBILE GASOLINE IN THE FRAMEWORK OF MASTER CLASSES OF CAREER GUIDANCE EVENTS WITH STUDENTS OF THE VOCATIONAL SCHOOL**

**Dorzheev Alexander Alexandrovich**, Candidate of technical sciences  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: dorzheeva.1985@mail.ru

**Kuzmin Nikolay Vladimirovich**, Candidate of technical sciences  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: kusmin\_nikolai@mail.ru

**Abstract.** The results of observations during master classes with students of agricultural technical schools within the framework of the All-Russian job fair are presented, the features of the formation of interest and motivation of students to gain experience in determining the quality of gasoline are analyzed.

**Keywords:** career guidance, college students, secondary vocational education, conducting a master class, the quality of gasoline

На очередном этапе формирования профессиональных умений в современных условиях жизнедеятельности от молодого поколения требуется проводить анализ как штатных, так и нестандартных ситуаций, находить оптимальные пути их решения. При этом важной формой обучения в высшей школе является практические, лабораторные и семинарские занятия, направленные на углубление, расширение, обобщение и систематизацию теоретического материала и способствующее овладению фундаментальными знаниями [1,3,4]. Будущие инженерные специалисты для агропромышленного комплекса должны формировать свой потенциал до поступления в высшее образовательное учреждение, будучи школьниками выпускных классов, или же на выпускных курсах учебных заведений среднего профессионального образования. Поскольку инженерные профессии требуют непрерывно и творчески совершенствоваться в профессиональной сфере, изучение таких вопросов, как оценка качества нефтепродуктов, автотракторных эксплуатационных материалов и альтернативных топлив вызывает особый интерес у обучающихся, в том числе на уровне среднего профессионального образования.

Повышенный интерес к оценке качества моторных топлив и других эксплуатационных жидкостей для автотракторной техники вызван наличием личных автомобилей у студентов выпускных курсов, имеющим опыт в работе на сельскохозяйственных тракторах, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнах, другой самоходной техники. Выпускники техникумов и колледжей технических специальностей, связанных с сельскохозяйственными направлениями, не редко продолжают обучение в высших учебных заведениях, повышая уровень знаний, стараются также продемонстрировать навыки, полученные ранее, здесь имеет место постоянное пополнение знаний о современных эксплуатационных материалах, маркировках, показателях качества, производителях, и даже розничных ценах на нефтепродукты и т.д.

Проведение мастер-классов в учреждениях среднего профессионального образования всегда нелегко спланировать в разрезе массового охвата выпускных групп технических специальностей, поэтому в работе рассматривается опыт использования проведения отдельного блока лабораторных опытов по определению качества автомобильного бензина по результатам внешнего осмотра (органолептически), а также с использованием приборов и устройств для определения плотности нефтепродуктов, октанового числа бензина, наличия водорастворимых кислот и щелочей. В силу ограниченного времени, насыщенной программы мероприятия «Всероссийская ярмарка трудоустройства 2024» (от 12.04.2024г.) в КГБОУ СПО «Минусинский сельскохозяйственный колледж» и стремлению обучающихся слушателей задать интересующие вопросы представителям ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, на одну академическую группу пришлось не более 35 минут, отведенных на мастер-класс по указанной теме.

С учетом профессиональной направленности и желанию в дальнейшем поступить в высшие учебные заведения, студенты выпускных групп, не стесняясь, задавали практические вопросы, приводили примеры из жизненной практики и уточняли некоторые моменты лабораторных опытов. По наблюдениям, проведенным в рамках указанного мероприятия, при анализе анкет со сведениями о желании дальнейшего обучения, прохождении производственной практики и трудоустройству, из 64 слушателей изъявляют желание продолжить обучение по профилю специальности более 20 обучающихся, в том числе и по очной форме обучения. Практико-ориентированные слушатели, проявившие особый интерес к тематике и содержанию мастер-класса, воспитываются в семье, где имеется, по меньшей мере, один легковой автомобиль, подсобное хозяйство, обеспеченное средствами малой механизации, такими, как: мотоблоки; мини-тракторы, прицепная техника и т.д. По мнению опрошенных студентов знания по качественным показателям автомобильных бензинов, дизельных топлив, по разработке, производству и применению альтернативных топлив, необходимы для решения практических вопросов, как при эксплуатации техники, так и при участии в научной и образовательной деятельности колледжа [3,5].

Для работы с потенциальными абитуриентами при проведении мастер-класса по исследованию свойств автомобильного бензина следует использовать как органолептические методы, так и приборы, и устройства для экспресс-анализа показателей качества моторного топлива. На рисунке показано оснащение рабочего стола при проведении лабораторного экспресс-анализа качества автомобильного бензина в КГБОУ СПО «Минусинский сельскохозяйственный колледж».



***Рисунок – Оснащение рабочего стола при проведении лабораторного экспресс-анализа качества автомобильного бензина КГБОУ СПО «Минусинский сельскохозяйственный колледж»***

В таблице приведены результаты работы с выпускными группами студентов технических специальностей. В рамках мастер-класса студентам также проведена лекция по альтернативным моторным топливам, приведены некоторые данные по технологиям производства и использования биодизельного топлива [2] и биоэтанола, маркам автомобильных бензинов, дизельных топлив, рассмотрены требования к экологичности двигателей внутреннего сгорания.

***Таблица – Результаты наблюдений работы обучающихся на мастер-классе по оценке качества автомобильного бензина в КГБОУ СПО «Минусинский сельскохозяйственный колледж»***

№ группы	специальность	Численность группы	Активность группы, % (0-100)	Количество вопросов
1	23.02.01 «Организация перевозок и управление на транспорте»;	12	50	6
2	35.02.07 «Механизация сельского хозяйства»;	14	70	7
3	23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей»;	12	80	8
4	23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта»	10	100	10
5	35.02.16 «Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования».	16	80	12

В рамках данного мероприятия также проведена оценка активности студентов на производственной практике, при беседе с представителями производства и преподавательским составом по техническим специальностям выявлено, что большинство трудоустроенных выпускников по специальности проходили практику на том предприятии, в которое потом пришли работать. Подобные мероприятия показывают необходимость внедрения в учебный процесс (в вариативную часть общей профессиональной образовательной программы) дисциплин «Автотракторные эксплуатационные материалы», «Топливо и смазочные материалы» и т.д. При наличии и реализации данных дисциплин в рабочем учебном плане указанных специальностей следует уделить внимание совершенствованию

материально-технической базы, в том числе и в плане оснащения портативными экспресс-лабораториями и мобильными комплектами измерительных средств. Согласно опросу обучающихся подобное оснащение позволит производить измерения на производственной практике и в научной деятельности образовательного учреждения.

В целом мотивация обучающихся среднего профессионального образования по сельскохозяйственным техническим специальностям и бакалавриата по направлению «Агроинженерия» проявляется при раскрытии сущности практических вопросов, касающихся конструкции, сервису и эксплуатации технических средств, а также при оценке качества эксплуатационных материалов.

#### **Список литературы:**

1. Кузнецова, Н.В. Проблема интересного семинарского занятия в высшей школе / Н. В. Кузнецова, В. А. Овчаренко // Наука и Образование. – 2022. – Т. 5, № 1.
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.
3. Доржеев, А.А. Проведение лабораторной работы со студентами направления «Агроинженерия» по дисциплине «Топливо и смазочные материалы» в дистанционном формате / А. А. Доржеев // 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. 222-224.
4. Кузьмин, Н. В. Различия в профессиональных компетенциях техников-механиков при подготовке по разным образовательным стандартам / Н. В. Кузьмин, А. А. Доржеев, В. А. Козлов // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 21–23 апреля 2020 года / Ответственные за выпуск Е.И. Сокократая, В.Л. Бопп. Том Часть 1. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – С. 181-183.
5. Селиванов, Н.И. Топливо, смазочные и эксплуатационные материалы: учеб. пособие / Н.И. Селиванов, Н.В. Кузьмин; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 238 с.

**УДК 070.378.174**

### **ИННОВАЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ**

**Михельсон Светлана Викторовна**, старший преподаватель  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: lana.mikhelson@bk.ru

**Аннотация.** Целью данной статьи является объяснение инновационных стратегий обучения в преподавании английского языка как иностранного. На основе литературного обзора было установлено, что реализация инновационных стратегий направлена на подготовку студентов к овладению навыками, необходимыми в современную цифровую эпоху. Доказано, что инновационные стратегии обучения обеспечивают различные преимущества в процессе изучения иностранного языка. Стратегии обучения, применяемые при изучении английского языка как иностранного, включают кооперативное обучение, проблемно-ориентированное обучение и проектно-ориентированное обучение. С точки зрения оценки инновационное обучение использует аутентичные исследования, чтобы гарантировать, что студенты могут применять полученные знания в реальных ситуациях.

**Ключевые слова:** инновационная стратегия обучения, преподавание английского языка как иностранного, кооперативное обучение, проблемно-ориентированное обучение и проектно-ориентированное обучение

# INNOVATIVE STRATEGIES IN TEACHING ENGLISH AS A FOREIGN LANGUAGE IN A NON-LINGUISTIC UNIVERSITY

**Svetlana Viktorovna Mikhelson**, Senior Lecturer  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: lana.mikhelson@bk.ru

**Abstract.** The purpose of this article is to explain innovative teaching strategies in teaching English as a foreign language. Based on the literature review, it was found that the implementation of innovative strategies is aimed to master students' skills needed in the modern digital era. Innovative teaching strategies have been proven to provide various benefits in the process of learning a foreign language. The teaching strategies applied in learning English as a foreign language include cooperative learning, problem-based learning, and project-based learning. In terms of assessment, innovative teaching uses authentic research to ensure that students can apply the acquired knowledge in real-life situations.

**Keywords:** innovative teaching strategy, teaching English as a foreign language, cooperative learning, problem-based learning and project-based learning

Согласно определению понятия «стратегия обучения», данному в словаре – это общая концепция обучения, основанная на определенных лингвистических, психологических и дидактических принципах, которая определяет подход к обучению. Данная стратегия реализуется на занятиях в виде метода или группы методов обучения [1]. Реализуемые стратегии могут значительно различаться, могут быть адаптированы к потребностям и стилям обучения отдельных обучающихся или групп студентов. Эти стратегии используют для облегчения обучения, повышения эффективности и вовлеченности процесса.

Существует множество разнообразных стратегий обучения [7, 10]. Традиционные стратегии обучения – это подходы к образованию, которые используются уже много лет и основаны на передаче знаний от преподавателя к студентам. Лекции – традиционная стратегия обучения, при которой преподаватель предоставляет студентам устную или письменную информацию. Традиционные стратегии обучения могут также включать учебники, печатные материалы, дополняющие инструкции преподавателя. Одним из главных преимуществ традиционных стратегий обучения является то, что они знакомы преподавателям и студентам и их легко реализовать. Они также могут эффективно вводить новые концепции и давать обзор изучаемого предмета. Однако традиционные стратегии обучения имеют некоторые ограничения: могут быть не такими интересными или интерактивными, как некоторые другие подходы, что может затруднить удержание внимания всех студентов. Кроме того, традиционные стратегии обучения могут быть недостаточно эффективны в развитии критического мышления и навыков решения проблем, поскольку они, как правило, полагаются на то, что преподаватель предоставляет информацию, а не поощряет студентов думать самостоятельно. Несмотря на эти ограничения, традиционные стратегии обучения используются по всему миру.

Эффективные стратегии обучения должны основываться на глубоком понимании предмета. Важно отметить, что необходимо учитывать способности и стиль обучения студентов в выборе стратегии [5]. Преподавателям важно внедрять инновационные стратегии обучения и учитывать потребности инклюзивного класса.

История инновационных стратегий обучения восходит к самым ранним формам образования, поскольку педагоги всегда искали способы сделать обучение более интересным и эффективным для своих студентов. На протяжении веков появлялись различные подходы и методы, отражающие меняющиеся образовательные потребности и контексты разных обществ.

Одной из самых ранних форм инновационного обучения был метод Сократа, разработанный греческим философом Сократом в V веке до н. э. Этот подход заключался в том, что учитель задавал вопросы ученикам и побуждал их критически мыслить и приходиться к своим выводам. Метод Сократа остается влиятельной стратегией обучения и до сих пор используется во многих школах и университетах по всему миру.

В XIX и начале XX века промышленная революция и рост массового образования привели к разработке более структурированных и стандартизированных методов обучения. Процесс обучения основывался на лекциях и учебниках и был сосредоточен на передаче знаний от учителя к ученикам. Однако во второй половине XX века произошел сдвиг в сторону более интерактивных и ориентированных на обучение подходов. Эти стратегии (проектное и проблемное обучение) стремились более

активно вовлекать обучающихся в процесс обучения и поощрять критическое мышление и навыки решения проблем.

Инновационные стратегии обучения английскому языку как иностранному – это подходы к обучению языку, которые отходят от традиционных методов и направлены на то, чтобы сделать обучение более увлекательным, эффективным и действенным для обучающихся. Ожидается, что инновационная стратегия обучения также будет способствовать развитию языковых навыков обучающихся, поскольку они позволяют обучающимся использовать язык в значимых контекстах и получать обратную связь от своих сверстников и преподавателей. Целью инновационных стратегий обучения является содействие более интерактивной и совместной образовательной среде. Этого можно достичь с помощью групповой работы, проектного и проблемного обучения, поощряя студентов работать вместе и выполнять аутентичные задания. Эти подходы особенно эффективны для развития языковых навыков, поскольку они позволяют обучающимся использовать язык в значимых контекстах и получать обратную связь от своих сверстников и преподавателей.

Использование инновационных стратегий обучения может положительно повлиять на обучение и вовлеченность студентов, повысить мотивацию студентов и улучшить их общий опыт обучения [3, 4]. Известно, что мотивация является основным фактором, способствующим успеваемости студентов в обучении. Инновационная стратегия обучения приведет к большему участию студентов. Следующее преимущество использования инновационной стратегии обучения заключается в том, что она дает большую гибкость и адаптивность для преподавателей, чтобы адаптировать свой подход к удовлетворению потребностей и предпочтений отдельных студентов. Данная стратегия также может улучшить навыки коммуникации, сотрудничества и работы в команде.

Инновационное обучение имеет несколько характеристик. Главной характеристикой является то, что обучение направлено на достижение четырех основных навыков: критического мышления, творческого и инновационного мышления, коммуникации и сотрудничества. Таким образом, для того, чтобы иметь возможность практиковать эти основные навыки, процесс обучения должен быть направлен на действия, которые являются интерактивными, целостными, интегративными, научными, контекстными, тематическими, эффективными, совместными и ориентированными на студента.

Еще одним ключевым аспектом инновационных стратегий обучения являются технологии и мультимедийные ресурсы. Многие преподаватели иностранного языка используют различные цифровые инструменты, такие как видео- и аудиозаписи, онлайн-викторины и интерактивные игры, чтобы улучшить изучение языка и сделать его более увлекательным и интерактивным [8, 9]. Кроме того, некоторые преподаватели языка также включают элементы культуры и аутентичные материалы в свое обучение, чтобы дать студентам более реалистичное и глубокое понимание языка и культур, носителей языка. Это может включать использование аутентичных текстов, таких как новостные статьи и рекламные объявления, а также включение культурных тем и мероприятий в планы занятий.

С точки зрения оценки, инновационное обучение применяет аутентичную оценку. Аутентичное оценивание – это вид оценивания, применяющийся, прежде всего, в практико-ориентированном образовании и предусматривающий оценивание сформированности умений и навыков обучающихся в условиях помещения их в ситуацию, максимально приближенную к реальной жизни - повседневной или профессиональной [2]. В обучении аутентичное оценивание направлено на выявление уровней сформированности компетентностей.

Оценка в инновационном обучении структурирована и разработана для измерения образовательных достижений обучающихся, которые включают в себя компетенции знаний (критическое мышление и решение проблем, креативность и инновации, сотрудничество, коммуникация), внутриличностную компетентность (способность работать в команде, коммуникация, сотрудничество и координация) и межличностную компетентность (способность работать с другими, например, навыки самоуправления, сотрудничество, эффективное общение и способность поддерживать отношения с другими на эмоциональном уровне).

Таким образом, инновационное обучение создает человеческие ресурсы, которые грамотны в каналах информации, данных и технологиях, что крайне необходимо для противостояния конкуренции в жизни и на рынке труда.

К инновационным стратегиям обучения относятся: *стратегия кооперативного обучения*. Эта стратегия обучения представляет собой ряд образовательных мероприятий, выполняемых обучающимися в определенных группах для достижения заранее определенных целей. Эта групповая работа предполагает, что студенты работают вместе в небольших группах для выполнения задания или проекта. Одним из ключевых преимуществ стратегий групповой работы является то, что они позволяют студентам учиться друг у друга и сотрудничать для решения проблем. Это может помочь обу-

чающимся развить важные навыки общения, командной работы и решения проблем. Ограничением стратегий групповой работы является то, что может быть сложно управлять большой группой студентов и гарантировать, что все участвуют и вносят равный вклад.

Основными элементами, содержащимися в кооперативном обучении, являются участники группы; существуют групповые правила; учебные усилия каждого члена группы; и есть цели, которые необходимо достичь. Образовательная деятельность в кооперативном обучении всегда осуществляется в групповых ситуациях. Нет студентов, которые выполняют действия индивидуально, обучение должно создавать совместный процесс. Групповая деятельность студентов должна осуществляться в рамках четких правил. Деятельность студентов в группах должна направляться и контролироваться, поэтому должны быть четкие правила и разделение задач внутри группы. Правила и четкое разделение задач в группе будут поощрять каждого нести ответственность за обучение. В стратегии кооперативного обучения студенты, которые работают вместе, несут ответственность за своих товарищей по команде, могут замотивировать себя учиться лучше. При проектировании кооперативного обучения преподаватель должен учитывать такие аспекты, как взаимодействие преподавателя со студентами, взаимодействие студентов друг с другом, специализация материалов и задания, а также обязанности, которые должны выполнять студенты [6]. Важно также помнить, что интенсивность общения между преподавателем и студентами во многом влияет на успешность обучения.

**Стратегия проблемно-ориентированного обучения** – это стратегия обучения, в которой обучающиеся работают над решением проблемы или задачи реального мира. Она побуждает обучающихся мыслить критически и применять свои знания и навыки к практическим задачам. Это может помочь обучающимся увидеть актуальность того, что они изучают, и сделать это более значимым. Стратегии проблемно-ориентированного обучения могут быть интересными и интерактивными, позволяя обучающимся работать вместе и обмениваться мнениями. В контексте изучения английского языка стратегии проблемно-ориентированного обучения могут быть особенно эффективными для помощи в развитии языковых навыков в реальном контексте. Процесс обучения направлен на то, чтобы студенты могли решать проблемы систематически. Развитие студентов происходит не только в когнитивных аспектах, но также в аффективных и психомоторных аспектах через внутреннюю оценку своих проблем.

Проблемно-ориентированное обучение имеет несколько характеристик, а именно: проблемы используются в качестве начала обучения; используемая проблема является реальной проблемой; возникающие проблемы требуют рассмотрения с разных точек зрения; приоритет самостоятельного обучения; использование разнообразных источников знаний.

**Стратегия проектного обучения** – это стратегия обучения, в которой обучающиеся выполняют проект или ряд задач, которые требуют от них применения своих знаний и навыков к реальной проблеме или вызову. Эта стратегия особенно эффективна в таких предметах, как английский как иностранный язык, поскольку она позволяет обучающимся использовать язык в значимых и аутентичных контекстах. Проектное обучение позволяет студентам увидеть актуальность своего обучения и поощряет критическое мышление и навыки решения проблем. Проектное обучение – сложная стратегия для разработки и управления, так как охватывают широкий спектр способностей, не только технические знания или проблемы, но и практические навыки, такие как умение справляться с неполной или неточной информацией, постановку целей и групповое сотрудничество. В проектном обучении студенты должны сформулировать свои конкретные образовательные цели. Проект должен основываться на интересах и способностях студентов как индивидуально, так и в группах. Студенты также должны организовать свою учебную деятельность, разделив рабочую нагрузку между собой и интегрировав различные задачи, разработанные каждым студентом. Основное внимание в проектном обучении уделяется основным принципам и концепциям научной дисциплины, вовлекает студентов в исследования по решению проблем и других значимых задач. Главная цель – создание реального продукта. Проектное обучение имеет огромный потенциал для предоставления более интересного и содержательного опыта обучения для студентов.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что инновационное обучение – это стратегия обучения, которая отличается от традиционного обучения. Самое главное, что отличает их – это то, что традиционное обучение ориентировано на преподавателя, в то время как инновационное обучение ориентировано на студента. Поэтому в инновационном обучении от студентов ожидается непосредственное участие в формировании своих знаний; также ожидается, что они смогут овладеть навыками (навыки критического мышления, навыки творческого и инновационного мышления, навыки общения и навыки сотрудничества), необходимыми для того, чтобы конкурировать на рынке труда. Поэтому инновационные стратегии обучения, такие как кооперативное обучение, проблемно-

ориентированное обучение и проектно-ориентированное обучение, направлены на достижение этих навыков.

#### Список литературы:

1. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). – М.: Издательство ИКАР. Э. Г. Азимов, А. Н. Щукин. 2009.
2. Радченко, И. А. Аутентичное оценивание в практико-ориентированном образовании / И. А. Радченко // Личностно развивающее профессиональное образование в изменяющейся России: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. В 2 ч. Ч 2 / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. – Екатеринбург, 2006. – С. 167-169.
3. 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: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 545-547.
4. 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.
5. Слива, М. Е. Аспекты подбора лексического материала на занятиях по иностранному языку для студентов неязыковых специальностей / М. Е. Слива // Научно-практические аспекты развития АПК: материалы национальной научной конференции. Том Часть 2. – Красноярск, 2021. – С. 273-275.
6. Слива, М. Е. Адаптивное обучение в современных условиях образования / М. Е. Слива // Высокотехнологичное право: генезис и перспективы: Материалы II Международной межвузовской научно-практической конференции. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 319-322.
7. Martynova, O. V. On the issue about modern innovative education / O. V. Martynova, A. G. Volkova // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции. – Красноярск, 2022. – Р. 330-333.
8. Sliva, M. E. English lesson activities / M. E. Sliva // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции. Vol. Часть I. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019. – Р. 285-287.
9. Sliva, M. E. Vocabulary training games in English classes / M. E. Sliva // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции. Vol. Часть 1. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – Р. 231-232.
10. Sliva, M. E. Different types of teaching while preparing future specialists / M. E. Sliva // Высокотехнологичное право: генезис и перспективы: Материалы III Международной межвузовской научно-практической конференции. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – Р. 264-267.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОБУЧЕНИИ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

**Носкова Ольга Евгеньевна**, кандидат педагогических наук  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: krasolgodom@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается применение нейросетей в качестве интерактивных технологий при обучении студентов общетехническим дисциплинам. Перечислены основные направления практического применения искусственного интеллекта. Приведены примеры использования чат-бота ChadGPT при обучении студентов общетехническим дисциплинам. Показаны основные преимущества и недостатки применения чат-бота ChadGPT в процессе общетехнической подготовки.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, общетехнические дисциплины, задания для самостоятельной работы

## THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LEARNING GENERAL TECHNICAL DISCIPLINES

**Noskova Olga Evgenievna**, Candidate of Pedagogical Sciences  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: krasolgodom@yandex.ru

**Abstract.** The article discusses the use of neural networks as interactive technologies in teaching students general technical disciplines. The main directions of practical application of artificial intelligence are listed. Examples of the use of the ChadGPT chatbot in teaching students general technical disciplines are given. The main advantages and disadvantages of using the ChadGPT chatbot in the process of general technical training are shown

**Keywords:** artificial intelligence, general technical disciplines, tasks for independent work

В настоящее время искусственный интеллект всё больше проникает во все сферы жизнедеятельности человека и образование не является исключением. Существует множество определений искусственному интеллекту (ИИ). По нашему мнению, наиболее точно отражает это понятие определение, данное в Федеральном законе [1]: «искусственный интеллект – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека».

На сегодняшний момент уже разработано множество сервисов на основе ИИ. Наиболее популярным в настоящее время чат-ботом с генеративным искусственным интеллектом является ChatGPT. Данная нейросеть создана компанией OpenAI и предназначена для генерации текста на естественном языке. В настоящее время OpenAI закрыта для пользователей в России, однако ей можно воспользоваться через VPN. По аналогии с ChadGPT Сбербанком в России были разработаны её копии YandexGPT и Giga Chat.

Обзор научной литературы, посвящённый практике применения технологии ИИ при обучении студентов общетехническим дисциплинам, показал, что его применение весьма ограничено и не даёт чёткого понимания практического применения ИИ в учебном процессе [2–4]. Существует несколько направлений применения ИИ при обучении, в том числе и общетехническим дисциплинам. Перечислим наиболее часто встречающиеся в научных публикациях направления использования ИИ:

1. **Индивидуализация обучения.** ИИ может анализировать уровень знаний, стиль обучения и скорость усвоения материала каждого студента. На основе этих данных возможно:

- создавать персонализированные образовательные траектории;
- подбирать подходящие задания и теоретические материалы;
- предлагать дополнительные ресурсы для углубленного изучения.

2. **Автоматизация рутинных задач.** ИИ помогает сократить время преподавателя на:

- создание и проверку заданий (особенно расчетных или тестовых);
- оценивание работ;

- генерацию отчетов об успеваемости студентов;
- создание чат-ботов для ответов на часто задаваемые вопросы.

3. **Симуляции и виртуальные лаборатории.** Для общетехнических дисциплин, таких как физика, теоретическая механика, сопротивление материалов, ИИ может:

- моделировать физические процессы (например, механическое движение);
- создавать виртуальные лабораторные стенды, где студенты могут проводить эксперименты без необходимости реального оборудования;

Проведение таких виртуальных лабораторных работ позволяет значительно экономить ресурсы, даёт возможность многократного повторения эксперимента.

4. **Поддержка в решении задач.** ИИ может выступать в роли ассистента, помогая студентам решать сложные задачи:

- генерация пошаговых подсказок;
- анализ ошибок в решении задач и рекомендации по их исправлению;
- пошаговое объяснение и проверка понимания через тестовые задания;
- предложение альтернативных методов решения.

Рассмотрим некоторые примеры применения ChadGPT при обучении общетехническим дисциплинам. Наиболее очевидной и простой задачей, с которой хорошо справляется ChadGPT, является генерация тестовых вопросов (рис. 1).

Сгенерируй три вопроса на тему равновесие произвольной плоской системы сил



1. Какие условия равновесия необходимо выполнить для произвольной плоской системы сил, чтобы система находилась в статическом равновесии?
2. Как определить положение линии действия равнодействующей системы сил в плоской системе, и каким образом она связана с равновесием?
3. Какие методы можно использовать для расчёта моментов и анализа равновесия произвольной плоской системы сил, если заданы координаты точек приложения и направления сил?

**Рисунок 1 – Пример генерации вопросов в ChadGPT по теоретической механике**

Также ChadGPT не плохо справляется с генерацией задач по общетехническим дисциплинам на заданную тематику. На рисунке 2 приведён пример задания по сопротивлению материалов на тему «Плоский изгиб балки», сгенерированной ChadGPT. Поиск предложенного задания в поисковых системах показал, что мы не найдем точно такого же задания, а значит ChadGPT не берёт готовые задания из интернета, а генерирует новые на основе существующих.

**Условие:**

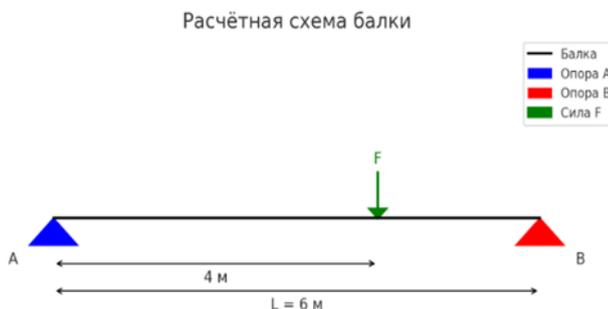
Дана балка длиной 6 м, закрепленная на двух опорах. На балку действует сила  $F = 10 \text{ kN}$  на расстоянии 4 м от левой опоры. Найти реакции в опорах и построить эпюру изгибающего момента.

**Рисунок 2 – Пример генерации задачи в ChadGPT по сопротивлению материалов**

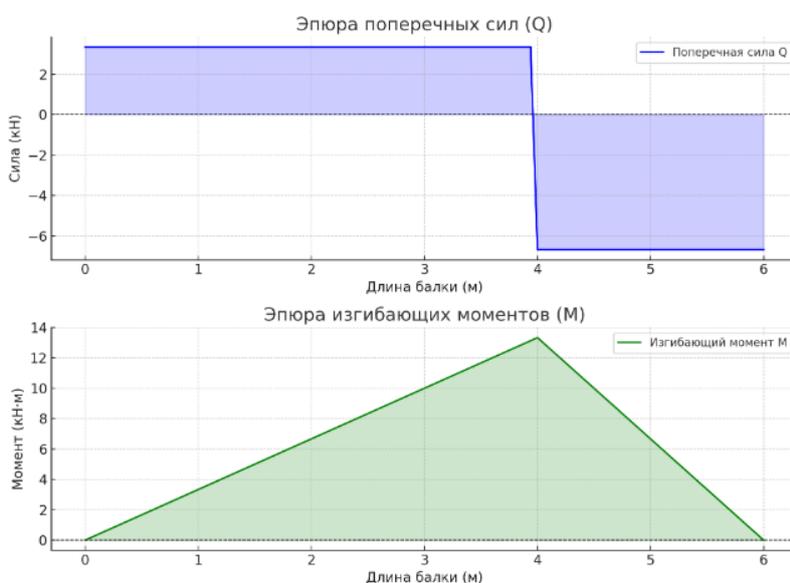
Стоит отметить, что далеко не всегда студенты могут самостоятельно по заданному условию составить расчётную схему. Для более наглядного представления задачи можно запросить ChadGPT построить расчётную схему (рис. 3).

В дополнение можно запросить решить сгенерированную задачу или просто записать правильный ответ (рис. 4). Данная функция существенно облегчает труд и экономит время преподавателя на обновление индивидуальных заданий для самостоятельной работы студентов.

Однако, и это отмечают и другие авторы статей, ChadGPT не всегда выдаёт правильный ответ и даже приводится статистика, что нейросети дают правильный ответ в 60-80% случаев [5]. Так, например, при запросе ChadGPT решить задачу на определение скоростей и ускорений звеньев кривошипно-шатунного механизма, чат-бот скорости считает правильно, а вот для ускорений выдаёт неправильный ответ, неверно считая, что угловое ускорение шатуна равно нулю. Поэтому, при составлении и решении задач при помощи ChadGPT необходимо, всё-таки, проверять правильность решения.



**Рисунок 3 – Пример построения расчётной схемы ChadGPT**



**Рисунок 4 – Пример построения эпюр ChadGPT**

Справедливо в педагогической среде обсуждается вопрос использования студентами ИИ как инструмента по решению за них индивидуальных заданий, выданных для самостоятельной работы. Поэтому использование ИИ студентами в учебном процессе имеет как положительные, так и отрицательные стороны. И здесь встаёт вопрос мотивации: насколько студент заинтересован в освоении учебного материала? Студент, заинтересованный в освоении общетехнических дисциплин, может использовать ИИ как тренажёр по решению общетехнических задач.

Таким образом, можно утверждать, что применение ИИ в обучении общетехническим дисциплинам открывает новые горизонты в плане методики образовательного процесса.

#### Список литературы:

1. Федеральный закон от 24 апреля 2020 г. N 123-ФЗ "О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации - городе федерального значения Москве и внесении изменений в статьи 6 и 10 Федерального закона "О персональных данных" (с изменениями и дополнениями) – <https://base.garant.ru/73945195/?ysclid=m3jnb6w6ws102267637> (дата обращения: 14.11.2024).

2. Левин, Б. А. Искусственный интеллект в инженерном образовании / Б. А. Левин, А. А. Пискунов, В. Ю. Поляков, А. В. Савин // Высшее образование в России. – 2022. – Т. 31. – № 7. – С. 79–95.
3. Поезжаева, Е. В. Искусственный интеллект в теории механизмов машин и робототехнике: учебное пособие: в 3 частях; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». – Пермь, 2020. – Ч. 1.
4. Щекин, С.М. Применение искусственного интеллекта в курсе «теория механизмов и машин» / С.М. Щекин // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2023. – № 2 (20). – С. 58-61.
5. Блинова Т.Л. Использование нейросети в преподавании математики / Т.Л. Блинова, К.Ю. Наймушина, И.Е. Подчиненов // В сборнике: Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании. Материалы VIII Международной научной конференции. В 4-х частях. Красноярск, 2024. – С. 39-43.

УДК 372.881.1

## ОБУЧЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЛЕКСИКЕ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ

**Слива Марина Евгеньевна**, старший преподаватель  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: mesliva@mail.ru

**Аннотация.** Данная статья посвящена обучению профессиональной лексике на занятиях по иностранному языку в неязыковом вузе. Знание профессиональной лексики на иностранном языке, умение ее применять в процессе коммуникации являются одними из обязательных условий для подготовки будущего технического специалиста, поскольку это расширит его возможности в выбранной сфере. Будущие работники смогут читать профессиональную литературу на иностранном языке, понимать инструкции к оборудованию, участвовать в международных грантах.

**Ключевые слова:** иностранный язык, профессиональная лексика, технический специалист, обучение, методика

## TEACHING PROFESSIONAL VOCABULARY IN FOREIGN LANGUAGE CLASSES 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 teaching professional vocabulary in foreign language classes at a non-linguistic university. Knowledge of professional vocabulary in a foreign language, the ability to apply it in the process of communication are among the prerequisites for the training of a future technical specialist, as this will expand his capabilities in the chosen field. Future employees will be able to read professional literature in a foreign language, understand equipment instructions, and participate in international grants.

**Keywords:** foreign language, professional vocabulary, technical specialist, training, methods

Быть конкурентно способным на рынке труда важно для любого специалиста. Это означает владение не только профессиональными знаниями в выбранной области, но и множеством дополнительных навыков. Сегодня к одним из дополнительных навыков будущего специалиста в независимости от его будущей сферы деятельности (медицина, инженерия, информационные технологии, пищевое производство и т.д.) можно отнести цифровую грамотность и владение иностранным языком. Стоит отметить, что оба эти умения дополняют друг друга в современной реальности.

Иностранный язык – это предмет, который изучается как в системе среднего профессионального, так и высшего образования. Чаще всего в университетах и колледжах в качестве иностранного

изучается английский язык. Более подробно в данной работе будет рассмотрено обучение именно этому языку как иностранному.

Стоит отметить, что в современной методической и лингвистической литературе можно встретить такие понятия как «Английский язык для общих целей («English Language for General Purposes») и «Английский язык для специальных целей (English Language for Specific Purposes)». В чем же принципиальные отличия? Английский язык для общих целей «English Language for General Purposes» или «Everyday English» направлен на развитие навыков понимания речи говорящего и умению говорить самостоятельно на общие темы (People around, Travelling, Customs and traditions, Eating out, Hobby, At the doctor's и т.д.). Вместе с лексикой изучается грамматика и правила чтения, чтобы обучающийся мог правильно строить предложения как в диалогической речи, так и в монологических высказываниях, а также читать тексты по изучаемым темам [1, 5, 8, 9, 10]. Существует много различных подходов развитию базовых навыков языка, которые ориентированы на начальные уровни владения предметом обучающимися. Сегодня английский изучается уже со второго класса. Большинство студентов поступают в вуз с хорошим словарным запасом, умением читать и базовой грамматикой.

Именно в школе много внимания уделяется темам, затрагивающим повседневную жизнь, чтобы школьники овладели достаточным словарным запасом для общения в быту, а в университете акцент делается на изучении профессиональной лексики в рамках «Английского языка для специальных целей (English Language for Specific Purposes)». Изучение профессиональной лексики в будущем поможет студенту наладить межкультурные связи не только социального, но и научного плана [2, 3, 4, 5, 6, 7], что необходимо для его или ее успешного интегрирования в профессиональную среду. Невозможно быть специалистом и перестать учиться, необходимо совершенствовать свои навыки на протяжении всей карьеры.

Обучение профессиональной лексике на иностранном языке, как уже отмечалось, необходимо, чтобы студент, а в будущем специалист мог общаться на иностранном языке в различных ситуациях с учётом особенностей выбранной профессиональной деятельности. Формирование профессионально-ориентированной лексической компетенции у студентов неязыковых специальностей является важной задачей при обучении в университете, поскольку позволяет им работать с необходимыми им для работы информационными источниками.

Принципы обучения профессиональной лексике на английском языке частично такие же как при обучении повседневной лексике. Прежде всего, важно обучить не только слушать, но и слышать, поэтому аудирование – одна из неотъемлемых составляющих образовательного процесса, чтобы обучающийся воспринимал лексическую единицу не только как зрительный образ, но и знал, как правильно данное слово читается и, конечно, переводится, чтобы стать участником коммуникации. Сегодня, когда много информации, в том числе и научной, существует в аудио-формате, необходимо оттачивать навык восприятия устной речи у студентов. Можно слушать подкасты, смотреть научные фильмы и т.д. Важно сформировать у студентов навык узнавания профессиональной лексики внутри текста, необходимо изучать языковые единицы, используя образовательные ресурсы, обеспечивающие наглядность в процессе обучения. Принцип наглядности позволяет познакомить студентов с аутентичными текстами, документами. Необходимо учитывать профильные дисциплины обучающихся и включать лексику, относящуюся к данным предметным областям, тем самым обеспечивая межпредметную интеграцию. Удобно и правильно сочетать принцип наглядности с межпредметной интеграцией. Например, при обучении будущих агроинженеров или IT специалистов вместо перевода можно использовать картинки или символы, т.е. не давать слово или выражение с переводом на русский язык (high-clearance cultivator - высококлиренсный культиватор; культиватор для высокостебельных культур, культиватор для высокостебельных культур: высококлиренсный культиватор или internal hard disk - внутренний жёсткий диск; встроенный жёсткий диск), а продемонстрировать картинки с изображением, чтобы студенты называли части оборудования, при помощи наглядного материала.

В конце изученной темы правильно составлять глоссарий, чтобы в течение изучения студент мог вернуться к пройденной лексике в удобный ему момент. Удобство глоссария заключается в том, что словарь узкоспециализированных терминов с дополнительным объяснением.

Например, в глоссарии удобно указать детали и виды оборудования, действия:

1. harrow – борона;
2. angle of harrow - угол атаки дисковой бороны;
3. disc harrow - дисковая борона;
4. chain harrow - сетчатая борона;
5. to break the clods – боронить.

Для обучения профессиональной лексике правильно будет использовать на занятиях упражнения с идиоматическими выражениями. Это разнообразит занятие и поможет лучше запомнить новые слова, поскольку они будут использованы в непривычном контексте. В зависимости от уровня владения английским языком студентами идиомы можно использовать с английским объяснением

1. have neither harrow nor barrow – have neither house nor home;
2. plow the sands - mill the wind;
3. separate the wheat from the chaff - separate the wheat from the tares;
4. do not count your chickens before they're hatched - chickens are counted in autumn;
5. enough to make a cow laugh - enough to make a duck laugh

Или с переводом на русский язык

1. have neither harrow nor barrow - не иметь ни кола ни двора;
2. plow the sands - толочь воду в ступе;
3. separate the wheat from the chaff - отделить зерна от плевел;
4. do not count your chickens before they're hatched - цыплят по осени считают;
5. enough to make a cow laugh - курам на смех.

С фразеологизмами можно составить целый ряд упражнений, например, попросить соединить фразеологизм и его перевод или объяснение, составить предложения, придумать диалоги или дать собственное определение предложенным фразам.

Для того чтобы начать новую тему, связанную с профессиональной лексикой, важно заинтересовать студентов, поэтому можно использовать в качестве warm up распространенную шутку о его или ее будущей профессии.

Подводя итог сказанному, хочется отметить, что обучение профессиональной лексике является важным аспектом при изучении иностранного языка. Существует много способов, чтобы сделать этот процесс интересным, увлекательным и расширяющим кругозор. Будущему специалисту необходимо знать иностранный язык на профессиональном уровне, чтобы развиваться в выбранной области.

#### Список литературы:

1. Aisner, L. Yu. Development of speaking skills in English classes / L. Yu. Aisner // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. Красноярск, 18–20 апреля 2023 года, 2023. – Р. 223-225.

2. Bershadskaja, S. V. Professional thinking: learning vs studying / S. V. Bershadskaja // Современные тенденции развития системы подготовки обучающихся: региональная практика, Материалы международной научной конференции, 12 декабря 2023 года, Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет. – Р. 20-22.

3. 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 учёного на современном этапе : Сборник международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию члена-корреспондента РАСХН, Заслуженного деятеля науки РСФСР и РД, профессора М.М. Джамбулатова, Махачкала, 17 марта 2021 года. Том III. – Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, 2021. – С. 20-25.

4. 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.

5. Guseva, A. S. Teaching English vocabulary to students of non-linguistic universities / A. S. Guseva // В сборнике: Современные тенденции развития системы подготовки обучающихся: региональная практика. Материалы международной научной конференции. Красноярск, 2024. – Р. 31-33.

6. Зиновьев, Д. В. Использование глоссария на занятиях по иностранному языку в техническом вузе / Д. В. Зиновьев, М. Е. Слива // Образование - наука - производство: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Чита, 07–08 декабря 2018 года. Том 2. – Чита: Забайкальский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Иркутский университет путей сообщения", 2018. – С. 201-205

7. Kapsargina, S. A. Actual problems of bachelors' training of foreign language in non-linguistic university / S. A. Kapsargina // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 16–18 апреля 2019 года / Красноярский государственный аграрный университет. Vol. Часть I. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019. – Р. 269-271.

8. Михельсон, С. В. Трудности в преподавании английской грамматики / С. В. Михельсон // Современные тенденции развития системы подготовки обучающихся: региональная практика : Материалы международной научной конференции, Красноярск, 12 декабря 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет. – С. 65-67.

9. Михельсон, С. В. Использование технологий в преподавании английского языка / С. В. Михельсон // Современные тенденции развития системы подготовки обучающихся по иностранному языку в неязыковом вузе: региональная практика : Материалы всероссийской (национальной) научной конференции, Красноярск, 10–11 ноября 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 139-140.

10. Михельсон, С. В. Использование игрового инструмента обучения в изучении английского языка / С. В. Михельсон // Проблемы современной аграрной науки : материалы международной научной конференции, Красноярск, 15 октября 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 306-308.

УДК 378

### ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА «СПЕЦИАЛИСТ В ОБЛАСТИ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА» ПРИ ПОДГОТОВКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ АПК

**Сторожева Анна Николаевна**, кандидат юридических наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: storanya@yandex.ru

**Аннотация.** В статье поднимаются актуальные вопросы внедрения профессионального стандарта «Специалист в области механизации сельского хозяйства» в образовательный процесс при подготовке технических специалистов для агропромышленного комплекса. Автор анализирует обобщенную трудовую функцию по организации работы структурного подразделения по поддержанию сельскохозяйственной техники и оборудования в работоспособном состоянии. В заключении делает выводы, что при подготовке технических специалистов в области АПК требуется дополнить в учебный план по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профиль электрооборудование и электро-технологии в АПК дисциплину: «Контроль и надзор в области обеспечения государственной регистрации и технического осмотра сельскохозяйственной техники».

**Ключевые слова:** профессиональный стандарт, специалист, сельское хозяйство, АПК, агроинженерия, контроль, надзор, государственная регистрация, технический осмотр, сельскохозяйственная техника, образование

### SELECTED ASPECTS OF IMPLEMENTATION OF THE PROFESSIONAL STANDARD “SPECIALIST IN THE FIELD OF AGRICULTURAL MECHANIZATION” IN THE TRAINING OF TECHNICAL SPECIALISTS FOR AGRICULTURAL INDUSTRIES

**Storozheva Anna Nikolaevna**, Candidate of legal sciences, Associate professor  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: storanya@yandex.ru

**Abstract.** The article raises topical issues of introducing the professional standard “Specialist in the field of agricultural mechanization” into the educational process in the training of technical specialists for the agro-industrial complex. The author analyzes the generalized labor function of organizing the work of a structural unit to maintain agricultural machinery and equipment in working condition. In conclusion, he concludes that when training technical specialists in the field of agro-industrial complex, it is necessary to add the discipline “Control and supervision in the field of ensuring state registration and technical inspection of agricultural machinery” to the curriculum in the direction of training 35.03.06 “Agroengineering”, the profile of electrical equipment and electrical technologies in the agro-industrial complex "

**Keywords:** professional standard, specialist, agriculture, agro-industrial complex, agricultural engineering, control, supervision, state registration, technical inspection, agricultural machinery, education

Вот уже как четыре года действует и утвержден Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации профессиональный стандарт «Специалист в области сельского хозяйства».

«Специалист в области сельского хозяйства», основной целью вида профессиональной деятельности которого является эффективная реализация механизированных и автоматизированных производственных процессов в сельском хозяйстве [1]. Одной из целей подготовки технических специалистов является внедрение инновационных технологий и методов управления для повышения производительности и конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий, а также обеспечение экологической безопасности и устойчивого развития сельских территорий.

Профессиональные стандарты направлены на внедрение в образовательный процесс, так как они направлены на обеспечение согласование требований к квалификациям рынка труда и сферы образования. Профессиональный стандарт помогает определить критерии оценки выпускников при подборе и отборе персонала, обеспечить качество труда, профессиональный рост и мотивацию сотрудников, а также повысить эффективность и качество труда.

Так, автор полагает остановиться на направлении подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профиль «Электрооборудование и электротехнологии в АПК». Данное направление реализуется в ФГБОУ ВО Красноярском государственном аграрном университете в институте инженерных систем и энергетики. Анализируя учебный план по данному направлению подготовки необходимо отметить, что областями профессиональной деятельности являются профессиональные стандарты:

- в сфере сельского хозяйства – это «Специалист в области механизации сельского хозяйства»;

- в сфере электроэнергетике – это «Работник по обслуживанию оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами в электрических сетях».

Изучив перечень дисциплин, заявленного учебного плана, автор отмечает, что для реализации обобщенной трудовой функции профессионального стандарта «организация работы структурного подразделения по поддержанию сельскохозяйственной техники и оборудования в работоспособном состоянии» необходимо рассмотреть возможность включения такой дисциплины как: «Контроль и надзор в области обеспечения государственной регистрации и технического осмотра сельскохозяйственной техники».

Изучив данную дисциплину, выпускник будет обладать следующими навыками и познаниями, а именно:

- иметь навыки подготовки документов и сельскохозяйственной техники к государственной регистрации и техническому осмотру;

- научиться взаимодействовать с представителями органов государственного надзора за техническим состоянием техники в процессе подготовки и проведения государственной регистрации и государственного технического осмотра тракторов, самоходных машин;

- уметь контролировать соответствие сельскохозяйственной техники требованиям безопасности, установленным стандартами (техническими регламентами) в области безопасности сельскохозяйственной техники;

- уметь определять виды и объемы работ по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники исходя из технологических карт по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники;

- научиться пользоваться информационными технологиями для оценки объема и качества работ, выполняемых работниками при проведении технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники;

- сможет осуществлять поиск в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» данных о способах повышения эффективности технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и анализировать полученную информацию;

- и др. [1].

Для получения перечисленных навыков, необходимы следующие познания, в частности:

- нормативно-технической документации по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники;

- особенности государственной регистрации тракторов, самоходных машин;

- особенности государственного технического осмотра тракторов, самоходных машин;

- правила составления документов для государственной регистрации и государственного технического осмотра специализированной техники;

- перечень и правила составления документов для государственной регистрации и государственного технического осмотра сельскохозяйственной техники;
- требования к безопасности сельскохозяйственной техники;
- методы оценки (в том числе с использованием цифровых технологий) качества и объема выполненных работ по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники и оборудования;
- порядок подготовки и формы отчетных документов по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники;
- Требования охраны труда в объеме, необходимом для выполнения трудовых обязанностей;
- и др.

Кроме того, необходимо отметить, что такая дисциплина затрагивает и правовое обеспечение, так как в соответствии с действующим законодательством ФЗ № 297 «устанавливаются правовые и организационные основы деятельности в области технического состояния и эксплуатации самоходных машин и других видов техники, в том числе деятельности, связанной с допуском к эксплуатации самоходных машин и других видов техники, запрещением эксплуатации такой техники, государственной регистрацией и государственным учетом самоходных машин и других видов техники, техническим осмотром такой техники и региональным государственным контролем (надзором) в области технического состояния и эксплуатации самоходных машин и других видов техники» [2].

Кроме того, Правительством РФ утверждено Положение, согласно которому определяется порядок развития и эксплуатации федеральной государственной информационной системы учета и регистрации тракторов, самоходных машин и прицепов к ним, состав сведений, размещаемых в федеральной системе, круг лиц, которым будет предоставляться информация из реестров федеральной системы, порядок ведения федеральной системы, порядок доступа к информации, содержащейся в федеральной системе [3]. Также Правительством РФ приняты Правила, которые устанавливают порядок и периодичность проведения технического осмотра самоходных машин и других видов техники, подлежащих государственной регистрации или зарегистрированных исполнительными органами субъекта Российской Федерации, уполномоченными на осуществление регионального государственного надзора в области технического состояния и эксплуатации самоходных машин и других видов техники [4].

И отдельно стоит отметить, что для реализации такой дисциплины Постановлением Правительства РФ утверждены требования к оборудованию и оснащенности образовательного процесса в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, претендующих на получение свидетельства о соответствии требованиям оборудования и оснащенности образовательного процесса для подготовки трактористов, машинистов и водителей самоходных машин [5].

Автор полагает, что такое детальное нормативно-правовое регулирование обеспечения государственной регистрации и технического осмотра сельскохозяйственной техники связано с принятием, в том числе профессионального стандарта в 2020 году «Специалист в области сельского хозяйства» и нацелено на подготовку высококвалифицированных технических специалистов. Реализация данной дисциплины должна осуществляться преподавателем, имеющим образование в области юриспруденции.

Таким образом, в заключении отметим, что реализация дисциплины «Контроль и надзор в области обеспечения государственной регистрации и технического осмотра сельскохозяйственной техники» сможет развить дополнительные профессиональные компетенции и навыки в подготовке технического специалиста в агропромышленном комплексе.

#### **Список литературы:**

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 02 сентября 2020 № 555н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области сельского хозяйства» // <https://profstandart.rosmintrud.ru/> (дата обращения 19.09.2024).
2. Федеральный закон от 02.07.2021 № 297-ФЗ (ред. от 25.12.2023), (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024) «О самоходных машинах и других видах техники» // Консультант Плюс: Законодательство.
3. Постановление Правительства РФ от 12.05.2022 № 854 (ред. от 17.07.2024) «Об утверждении Положения о федеральной государственной информационной системе учета и регистрации тракторов, самоходных машин и прицепов к ним» // Консультант Плюс: Законодательство.
4. Постановление Правительства РФ от 13.11.2013 № 1013 (ред. от 17.07.2024) «О техническом осмотре самоходных машин и других видов техники» (вместе с «Правилами проведения техни-

ческого осмотра самоходных машин и других видов техники») // Консультант Плюс: Законодательство.

5. Постановление Правительства РФ от 23.06.2022 № 1129 «Об утверждении требований к оборудованию и оснащённости образовательного процесса в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, претендующих на получение свидетельства о соответствии требованиям оборудования и оснащённости образовательного процесса для подготовки трактористов, машинистов и водителей самоходных машин» // Консультант Плюс: Законодательство.

УДК 331.45:631.3

### ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦОДЕЖДЕ РАБОТНИКОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

**Чепелев Николай Иванович**, доктор технических наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: tschepelevnikolai@yandex.ru

**Маслова Татьяна Владимировна**  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: mtvmtv883@yandex.ru

**Аннотация.** Работники сельскохозяйственных предприятий получают профессиональные заболевания и травмы в результате воздействия вредных факторов в условиях применения агрохимикатов. На основе анализа воздействия вредных веществ и заболеваемости предлагаются основные направления повышения безопасности труда работников.

**Ключевые слова:** Условия, спецодежда, производство, работники, среда, протравливание, профилактика, агрохимикаты

### REQUIREMENTS FOR WORKERS' WORKWEAR TO PROTECT AGAINST TOXIC SUBSTANCES

**Chepelev Nikolay Ivanovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: tschepelevnikolai@yandex.ru

**Maslova Tatyana Vladimirovna**  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: mtvmtv883@yandex.ru

**Abstract.** Employees of agricultural enterprises receive occupational diseases and injuries as a result of exposure to harmful factors in the conditions of application of agrochemicals. Based on the analysis of the effects of harmful substances and morbidity, the main directions for improving the safety of workers are proposed.

**Keywords:** Conditions, workwear, production, workers, environment, etching, prevention, agrochemicals

Создание безопасных условий труда для работающих с пестицидами и другими химическими средствами защиты растений (ХСЗР) предполагает не только совершенствование технологии их переработки и применения, но и обеспеченность работающих надежными средствами индивидуальной защиты.

Спецодежда, рекомендуемая для работ с пестицидами и минеральными удобрениями, в большинстве случаев пошита из хлопчатобумажных тканей, обработанных различными пропитками - водоотталкивающей (ВО), водоупорной (ВП), кислото-защитной (КП), которые неустойчивы к стиркам, легко смываются с ткани. Такая одежда теряет свои защитные свойства в отношении пестицидов (в первую очередь, их жидких форм уже после одной-двух стирок, организовать же вновь пропитку спецодежды в условиях агротехнического комплекса практически невозможно. Спецодежда не выдерживает установленных сроков носки и фактически выходит из строя через 1-2 месяца эксплуатации [1].

Учитывая вышеизложенное, проведены исследования различных образцов хлопчатобумажных тканей с масловодозащитной пропиткой на основе латекса ЛФ(М) + фоботекса ФТЦ. Масловодозащитная пропитка обладает лучшими защитными свойствами в отношении жидких форм пестицидов по сравнению с тканями, обработанными другими пропитками (ВО, ВП, КП).

Для обоснования возможности использования тканей различных артикулов, обработанных указанной пропиткой, были проведены в лабораторных условиях четыре серии опытов.

1. Испытание тканей на проницаемость жидких форм агрохимикатов;
2. Определение защитных свойств тканей с пропиткой латекс ЛФ(М) + фоботекс ФТЦ «к эмульсии агрохимикатов после многократных обезвреживаний и стирок;
3. Определение пылезащитных свойств тканей;
4. Испытание прочностных и гигиенических свойств тканей.

Для определения защитных свойств тканей в отношении жидких пестицидов был использован визуальный экспресс-метод, разработанный в лаборатории техники безопасности и гигиены труда [2]. Обезвреживание и стирки проводились согласно «Методическим рекомендациям по эксплуатации и уходу за спецодеждой при работе с Ядохимикатами и минеральными удобрениями». Пылепроницаемость тканей определялась по ГОСТ 17804-2020 на установке роторного типа. В опытах испытывались ткани с пропиткой латекс ЛФ(М) + фоботекс ФТЦ: молескин арт. 3053, сатин арт. 520, «трудо-вичка» арт. 3092, арт. 3242 и другие. Контролем служила эталонная по пыли проницаемости ткань молескин арт. 3054 (ГОСТ 12239-76). Для определения влияния пропитки на пылезащитные свойства испытаны также все перечисленные ткани, но без пропитки.

С целью изучения прочностных и гигиенических свойств тканей с масловодозащитной пропиткой (латекс ЛФ (М) + фоботекс ФТЦ) проведена серия опытов, в которой образцы тканей испытывались на прочностные свойства на разрыв и на воздухопроницаемость по ГОСТ 12088-77.

В первой серии опытов определяли проницаемость хлопчатобумажных тканей для 0,3%-ной и 5%-ной водных эмульсий агрохимикатов. В опытах было взято более 30 артикулов различных хлопчатобумажных тканей без пропиток. Оказалось, что все ткани практически мгновенно пропускали агрохимикаты, поэтому ткани без пропиток не могут быть использованы для спецодежды при работах с пестицидами. В дальнейших опытах эти ткани служили контролем [3].

Во второй серии опытов определяли проницаемость хлопчатобумажных тканей с пропиткой латекс ЛФ (М). Ткани, обработанные пропиткой, определенное время не пропускали агрохимикаты (табл.). Самые высокие защитные свойства отмечались у ткани артикул 3242, которая даже после 15-й стирки была непроницаема для пестицида в течение 7-8 мин. Среди чистых хлопчатобумажных тканей наилучшие защитные свойства выявлены у «трудо-вички» (артикул 3092). Так, после семи обеззараживаний и стирок время непроницаемости у этой ткани составило 23 минуты. Таким образом, ткани с пропиткой в значительной степени задерживают 0,3% и 5%-ные водные эмульсии агрохимикатов. Следует отметить, что более концентрированная эмульсия агрохимикатов быстрее проникает через ткань.

Для гигиенической характеристики исследуемых тканей во второй серии опытов, наряду с проницаемостью, изучались ядосорбционные свойства тканей и пропитки. На ткань артикул 3053 с пропиткой и без пропитки (контроль) наносили 5 мл 7% хлорофоса и выдерживали на образцах до проникновения его через ткань. Затем определяли количество хлорофоса в ткани до стирки и после обезвреживания и стирки. При одинаковой экспозиции агрохимикатов на ткани с пропиткой (до стирки) его было значительно меньше, чем на той же ткани без пропитки (соответственно 8,5-4,6 мг и 16,9-2,4 мг). После обезвреживания и стирки ткани с пропиткой из 15 измерений лишь в одном случае обнаружены следы агрохимикатов. В контроле после первой стирки определялись значительные количества пестицида - 1,46 - 0,76 мг. Отсюда следует, по нашим данным, что ткань, обработанная латексом ЛФ(М) + фоботекс ФТЦ, обладает меньшими сорбционными свойствами в отношении хлорофоса по сравнению с тканью без пропитки.

Результаты экспериментов испытания тканей на пыленепроницаемость позволили установить, что пылезащитные свойства в первую очередь определяются внутренней структурой тканей. В то же время отмечено, что масловодозащитная пропитка на 10-15% повышает их пылезащитные свойства. Испытанные ткани с пропиткой (кроме арт. 520) по пылезащитным свойствам значительно превосходят эталон, а стирка тканей улучшает эти свойства.

Для определения прочностных и гигиенических свойств тканей (4 серия опытов) их помещали в 0,3%, 30%-ный раствор агрохимикатов или 0,1%, 20%-ный на 30, 90 или 120 часов. Затем образцы испытывали на разрыв по основе и по утку. В результате опытов было установлено, что воздействие на все исследованные ткани эмульсиями агрохимикатов снижало их прочностные свойства на 18-

20%, причем в большей степени страдает основа ткани и в меньшей степени уток. Зависимости между степенью снижения прочностных свойств ткани и концентрацией пестицида, в котором она выдерживалась, не обнаружено [4].

Воздухопроницаемость материалов одежды обеспечивает при носке естественную вентиляцию пространства под одеждой, удаление углекислоты и других продуктов, выделяющихся в процессе газообмена через кожу, оказывает влияние на теплообмен организма. В опытах определена воздухопроницаемость тканей с пропиткой и без нее (артикул 520, 3092, 3053).

Установлено, что воздухопроницаемость тканей после нанесения пропитки существенно не изменялась, что отвечает гигиеническим требованиям, предъявляемым к тканям для одежды. На основании полученных результатов разработаны две модели спецодежды для защиты от действия пестицидов и минеральных удобрений для южных районов страны и III климатической зоны [5].

**Таблица - Проницаемость тканей, обработанных пропиткой латекс ЛФ(М), ФТЦ, в отношении 3% и 5% водных эмульсий агрохимикатов, мин.**

Наименование тканей	До стирки		Вторая стирка		Седьмая стирка	
	3%	5%	3%	5%	3%	5%
Ткань артикул 3092	1040,6	17,0	102,3	5,4	83,3	3,9
Ткань артикул 3053	73,5	6,2	44,3	пропускает	23,2	пропускает
Ткань артикул 3053	34,0	5,5	18,3	пропускает	14,0	пропускает

Указанные модели спецодежды успешно испытаны в производственных условиях (около 600 костюмов). По результатам опытной носки лучшими по защитным свойствам в отношении жидких форм пестицидов являются костюмы из ткани артикул 3092 и 3242. При сравнении опытных костюмов из ткани артикул 3092 с пылезащитными комбинезонами из ткани артикул 3053 установлено, что пылепроницаемость опытных костюмов в два раза ниже. Анкетный опрос рабочих также показал, что экспериментальная одежда из тканей артикул 3053, 3092 удобна в эксплуатации, не вызывает перегрева организма, обладает удовлетворительными пылезащитными свойствами.

#### **ВЫВОДЫ:**

1. Хлопчатобумажные ткани артикул 3092 и 3242, обработанные пропиткой латекс ЛФ(М) + фоботекс ФТЦ, обладают лучшими защитными свойствами в отношении жидких пестицидов, высокой пыленепроницаемостью и хорошими эксплуатационными качествами.
2. Ткани, используемые для защитной – спецодежды должны пропускать 5%-ную водную эмульсию агрохимикатов в течение 20 минут; выдерживать срок носки не менее 6-ти месяцев; сохранять защитные свойства до 25 стирок.

#### **Список литературы:**

1. Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации ПРИКАЗ № 416н от 12 августа 2008 года «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сельского и водного хозяйств, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением».
2. Чепелев Н.И., Безопасность технологических процессов АПК: Моногр. / М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации. ФГОУ ВПО Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2003. – 280 с.
3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРЕДСТВАМИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА Чепелев Н.И., Неделина М.Г., Маслова Т.В. В сборнике: Современные проблемы землеустройства, кадастров, природообустройства и повышения безопасности труда в АПК. Материалы VI Межрегиональной научно-практической конференции. Красноярск, 2024. С. 105-107.
4. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА МЕХАНИЗАТОРОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ АГРОХИМИКАТОВ Чепелев Н.И., Неделина М.Г., Маслова Т.В. В сборнике: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. Красноярск, 2024. С. 126-131.
5. Охрана труда: Сборник нормативных документов. – М.: ЭНАС, 2017. – 528 с. (Нормативная база).

## СЕКЦИЯ 4. АСПЕКТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ АГРОИНЖЕНЕРИИ В РАБОТАХ СТУДЕНТОВ

УДК 528

### ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Архипова Екатерина Александровна**, студент  
Вологодский государственный университет, Вологда, Россия  
e-mail: arhipoa.katya@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена роли землеустройства и кадастров в рациональном использовании земельных ресурсов, с рассмотрением сельскохозяйственных угодий. Особое внимание уделяется современным цифровым решениям, которые применяются в сельском хозяйстве, с акцентом на GPS-трекеры для крупнорогатого скота. Описывается принцип их работы, преимущества использования, такие как повышение безопасности животных, оптимизация использования пастбищ и улучшение условий выгула. Также рассматриваются различные типы GPS-трекеров и их функциональные возможности.

**Ключевые слова:** зона сельскохозяйственного использования, земли, ГНСС, GPS-трекер, современные технологии, устойчивое развитие

### APPLICATION OF MODERN TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE

**Arkhipova Ekaterina Alexandrovna**, Student  
Vologda State University, Vologda, Russia  
e-mail: arhipoa.katya@mail.ru

**Abstract.** The article is devoted to the role of land management and cadastres in the rational use of land resources, with consideration of agricultural land. Special attention is paid to modern digital solutions that are used in agriculture, with an emphasis on GPS trackers for cattle. The principle of their operation, the advantages of using them, such as improving animal safety, optimizing the use of pastures and improving walking conditions, are described. Various types of GPS trackers and their functionality are also considered.

**Keywords:** agricultural use zone, land, GNSS, GPS tracker, modern technologies, sustainable development

Землеустройство и кадастры — это комплекс мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану земельных ресурсов. Оно включает геодезические и картографические работы, формирование и обновление земельной документации, разработку территориального планирования и зонирования, регулирование права собственности и пользования землей.

Одним из основных аспектов планирования и управления территорией является зона сельскохозяйственного использования. Она обеспечивает рациональное использование сельскохозяйственных ресурсов и поддержку устойчивого развития сельской местности. Это помогает обеспечить продовольственную безопасность и улучшить жизненные условия для сельского населения. [1]

В составе земель сельскохозяйственного назначения выделяются сельскохозяйственные угодья, земли, занятые внутрихозяйственными дорогами, коммуникациями, лесными насаждениями, водными объектами, а также зданиями, строениями, сооружениями, используемыми для производства, хранения и первичной переработки сельскохозяйственной продукции.

К сельскохозяйственным угодьям относятся пашни, сенокосы, пастбища, залежи, земли, занятые многолетними насаждениями. Эти земли подлежат особому учету и регулированию. Для их эффективного использования необходимо проводить кадастровый учет, который позволяет контролировать состояние и использование сельскохозяйственных земель. [2] Основным методом, используемым для постановления зон сельскохозяйственных угодий на кадастровый учет, — это съемка местности с помощью оборудования глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС). [3] Эта технология позволяет получать высокоточные данные о земельных участках, что критически важно для кадастрового учета.

Современные технологии стремительно проникают во все сферы жизни, и сельское хозяйство не исключение. Раньше, чтобы контролировать стадо на пастбище, требовалось постоянное присутствие пастуха, который следил за стадом, контролируя его местонахождение, поведение и состояние. Такой подход требовал значительных затрат времени и ресурсов, а также подразумевал риски, связанные с нехваткой внимания. Однако в последние годы цифровые решения становятся все более востребованными, помогая фермерам повышать эффективность и производительность.

Особую роль в модернизации технологий играют GPS-трекеры. (Рисунок 1) Это устройства, которые используют систему GPS и ГЛОНАСС спутников для определения местоположения объектов в реальном времени. Они отображают данные о перемещении скота на экране, предоставляя фермерам информацию о местонахождении каждого животного. С помощью мобильных приложений и компьютерных программ можно отслеживать маршруты выгула и получать уведомления о выходе скота за пределы установленных границ.



**Рисунок 1 - GPS-трекер для крупнорогатого скота**

Принцип работы GPS-приемника заключается в следующем: он получает данные о своем местоположении от спутников, которые передают информацию на сервер. Затем данные обрабатываются и отправляются пользователю посредством сети GSM. Эта сеть - глобальный стандарт цифровой мобильной связи, с разделением каналов по времени и частоте.

Использование GPS-трекеров помогает решать ряд проблем в сельском хозяйстве. Во-первых, это вопрос безопасности: фермеры могут всегда знать, где находятся их животные, что снижает риск их потери. Во-вторых, это улучшение управления пастбищами: информация о перемещении животных позволяет оптимизировать использование земель и улучшить условия для выгула. Кроме того, трекеры фиксируются на ухе или шее животного и некоторые модели трекеров способны отслеживать температуру и активность животного, что позволяет фермеру своевременно заметить проблемы со здоровьем.

Стандартные трекеры могут работать от нескольких дней до нескольких месяцев, в зависимости от типа устройства и его настройки. Существует несколько типов GPS-трекеров, используемых в сельском хозяйстве. (Таблица 1) Стандартные трекеры отслеживают только местоположение животного. Мультифункциональные трекеры могут предоставлять дополнительную информацию, такую как температура, активность животного, сердечный ритм, частота дыхания, и даже уровень стресса. Трекеры с функцией геозоны позволяют фермеру установить виртуальные границы на карте, чтобы получать уведомления, если животное выходит за пределы пастбища.

**Таблица 1- Характеристики GPS-трекеров для крупнорогатого скота**

№	Название трекера	Размер, мм	Вес, г	Источник питания	Точность определения координат, м	Хранение маршрута	Цена, руб
1	X-Pet 3	72x50x21	110	2 батарейки (аккумуляторные)	5-25	до 98000 точек	6 300
2	Kingneed T500	117x59x30	210	Li-ion 5000 mAh/3.7V аккумулятор и 10 солнечных батарей	до 5	до 100000 точек	9 000
3	X-Pet 4	102x47x46	260	Li-ion аккумулятор 5200 mAh	5-25	до 100000 точек	15 200

Таблица предоставляет полезную информацию для выбора GPS-трекера для крупнорогатого скота. Цена, размер, вес и особенности питания являются важными критериями для принятия решения. X-Pet 3 является самым компактным и легким из представленных трекеров, что обеспечивает удобство при ношении на животном. Kingneed T500 и X-Pet 4 имеют больший размер и вес, что будет актуально при условии долгого и дальнего выпаса скота. Выбор GPS-трекеров для крупнорогатого скота зависит от конкретных потребностей фермера, типа скота и условий содержания.

GPS-трекеры стали неотъемлемой частью современного животноводства. Они помогают фермерам управлять стадом более эффективно и безопасно, повышать производительность и снижать затраты. С развитием технологий мы можем ожидать еще более усовершенствованных решений в будущем, которые помогут фермерам создать более устойчивую и рентабельную систему животноводства.

Землеустройство и кадастры играют важную роль в управлении земельными ресурсами, особенно в контексте земель сельскохозяйственного назначения. Использование современных технологий, таких как ГНСС, позволяет эффективно проводить кадастровый учет, управлять пастбищами и обеспечивать устойчивое развитие аграрного сектора.

#### **Список литературы:**

1. Архипова, Е. А. Зоны сельскохозяйственного использования города Великий Устюг / Е. А. Архипова. — текст: непосредственный // молодые исследователи - регионам. — Вологда: Вологодский государственный университет, 2024. — С. 1242-1244.
2. Определение корректировок цен земельных участков для личного подсобного хозяйства с учётов кадастрового деления и территориального зонирования / А. А. Тесаловский, Д. А. Заварин, Н. В. Анисимов. — текст: непосредственный // вестник алтайской академии экономики и права. — 2022. — № 9. — с. 343-349.
3. Беляева, С. И. Gnss - оборудование в кадастре на современном этапе / С. И. Беляева. — текст: непосредственный // Современная наука и молодые учёные. — Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. — С. 152-155.

## СНИЖЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПОЖАРОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ДУГОВОГО ПРОБОЯ

**Веремеенко Семен Юрьевич**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Россия, г. Красноярск  
e-mail: semka.veremeenko@gmail.com

**Павлова Дарья Андреевна**, студентка

Красноярский государственный аграрный университет, Россия, г. Красноярск  
e-mail: dashapav46@gmail.com

Научный руководитель: **Чебодаев Александр Валериевич**, кандидат технических наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: ale-chebodaev@yandex.ru

**Аннотация.** На основании статистических данных показана актуальность проблемы оценки пожарной опасности электропроводок. Обосновано внедрение инновационной системы противопожарной электрозащиты, способной обнаруживать возникновение пожароопасного искрения и отключить защищаемую электрическую сеть. Изложен принцип работы устройств защиты от дугового пробоя. Приведены примеры, в каких установках может использоваться устройство защиты от дугового пробоя.

**Ключевые слова:** дуговой пробой, УЗДП, устройства защиты, искрения, пожарная безопасность

## REDUCING THE NUMBER OF FIRES DUE TO THE USE OF ARC BREAKDOWN PROTECTION DEVICES

**Veremeenko Semyon Yuryevich**, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: semka.veremeenko@gmail.com

**Pavlova Daria Andreevna**, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: dashapav46@gmail.com

Scientific supervisor: **Chebodaev Aleksandr Valerievich**

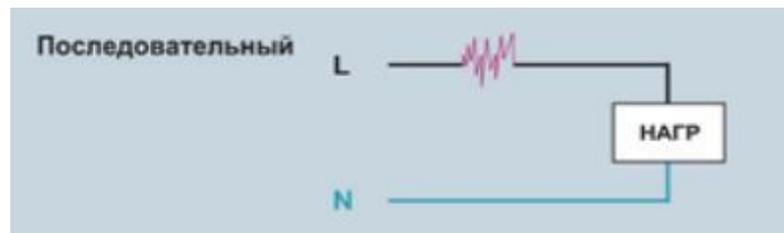
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: ale-chebodaev@yandex.ru

**Abstract.** Based on statistical data, the relevance of the problem of assessing the fire hazard of electrical wiring is shown. The introduction of an innovative fire protection system capable of detecting the occurrence of a fire-hazardous spark and disconnecting the protected electrical network is justified. The principle of operation of arc breakdown protection devices is described. Examples are given in which installations an arc breakdown protection device can be used.

**Keywords:** arc breakdown, USDP, protection devices, sparking, fire safety

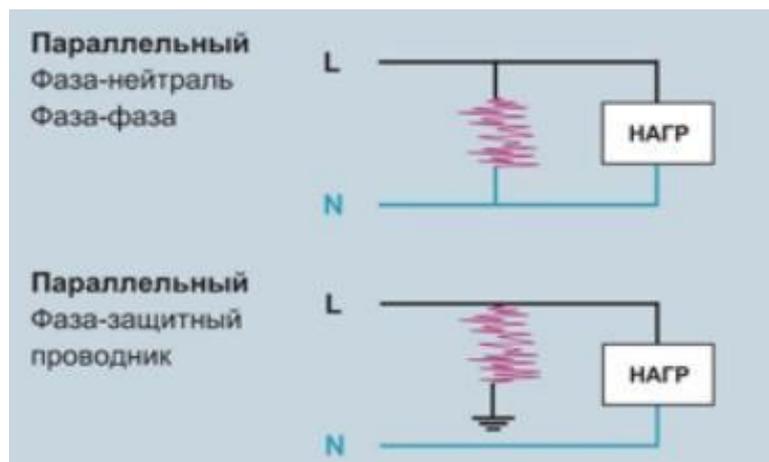
В современном мире одной из наиболее часто встречающихся причин возгораний является неисправность электротехнического оборудования. По данным МЧС России за 2023 год в Российской Федерации произошло около 92 000 возгораний, более 40% всех пожаров в жилье произошло из-за нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования [1]. Эффективное автоматическое отключение может значительно снизить эти значения при помощи специальных технических мероприятий. Пожары, инициированные горением дуги, являются одними из наиболее часто встречающихся происшествий в повседневной жизни.

Дуговой пробой бывает двух видов параллельный и последовательный. Последовательный пробой возникает при повреждении проводника питающей сети, то есть, в цепи тока образовался разрыв, и последовательно с нагрузкой включился дуговой пробой. Такой разрыв может возникать при разрыве, высоком сопротивлении, и при повреждениях грызунами.



**Рисунок 1 – Последовательный дуговой пробой [2]**

Параллельный пробой происходит, когда параллельно нагрузке замыкается дуга, то есть между фазой и нулем или фазой и землёй возникает искрение. Оно может привести к замыканию, но время для возгорания может быть таким малым, что защитный автомат не успеет сработать.



**Рисунок 2 – Параллельный дуговой пробой [2]**

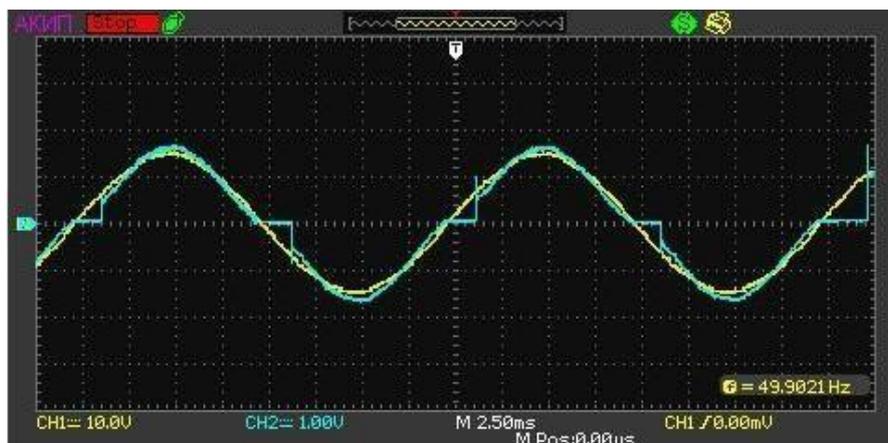
На данный момент применяется множество устройств электротехники: автоматические выключатели, устройства защитного отключения, автоматический выключатель дифференциального тока, реле напряжения, устройства защиты от импульсного перенапряжения. Но ни одно из этих устройств защиты не срабатывает при дуговом пробое, так как для автоматов защиты, последовательный дуговой пробой, это ничто иное, как обычная нагрузка.

Основой государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности является развитие пожарной охраны, для эффективного функционирования которой необходимо использовать новейшую технику и инновационные технологий [4].

Для предотвращения развития такого процесса разработаны и активно внедряются в эксплуатацию устройства защиты от дугового пробоя (УЗДП), которое, при обнаружении пробоя отключает поврежденную схему [4, 5].

Устройство защиты от дуговых пробоев представляет собой микропроцессорный модульный релейный аппарат, предназначенный для электрической цепи класса до 0,4 кВ.

Путем непрерывного мониторинга и исследования электрического сигнала, устройство защиты от дугового пробоя анализирует высокочастотную составляющую в формах напряжения и тока. Они выявляют случайные, непредсказуемые, но устойчивые искажения формы волны, которые обозначают возникновение потенциально опасной дуги. Когда УЗДП обнаруживает потенциально опасное искажение волны, появляется ступенька, оно срабатывает, отключая питание в неисправной цепи:



**Рисунок 3 – Форма синусоиды напряжения и тока характерных для дугового пробоя**

УЗДП очень быстро реагируют на малейшие изменения в структуре волны. Скорость срабатывания очень важна, так как дуговые разряды легко провоцируют возникновение искры, которая может привести к возгоранию.

Для предотвращения возможных аварий и обеспечения безопасности в работе устройства применяют инновационные технологии. Алгоритм защиты от дугового пробоя разработан специально для распознавания опасных ситуаций и их предотвращения. Он способен отличать дуги от искр, что позволяет своевременно реагировать на потенциально опасные ситуации и минимизировать риски. Главное достоинство устройств заключается в их чувствительности к возможным проблемам, что делает их надежным инструментом для защиты от аварийных ситуаций.

УЗДП анализирует различные данные, включая несколько различных электрических параметров. Таким образом, можно гарантировать, что устройства защиты от дугового пробоя будут срабатывать только при возникновении опасных дуг [6].

На сегодняшний день в России имеются такие производители, выпускающие устройства защиты от дугового пробоя, а именно: «ЭКОЛАЙТ» (г. Москва), «Электроавтомат» (г. Алатырь), «Меандр» (г. Санкт-Петербург) и др. Продукцию вышеуказанных производителей можно приобрести как в розницу, так и оптовыми партиями.

**Вывод:** для обеспечения безопасности электроустановок на промышленных объектах важно применять новые виды устройств защиты от дугового пробоя. Эти устройства, вместе с уже существующими аппаратами защиты от сверхтока, автоматических выключателей, токов утечки и перенапряжения, могут значительно снизить вероятность возникновения пожаров. Защита от дугового пробоя позволит предотвратить дуговые разряды и искрения, что является основным источником пожароопасных ситуаций. Таким образом, применение новых технологий в области защиты электрических сетей становится необходимым шагом для повышения общей пожарной безопасности на производственных объектах.

#### **Список литературы:**

1. Главное управление МЧС России по Республике Тыва [Официальный сайт] Url.: <https://17.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/5186676>(дата обращения 30.03.2024).
2. Ерашова Ю.Н., Ившин И.В., Ившин И.И., Тюрин А.Н. Испытания устройства защиты от дугового пробоя и искровых промежутков на срабатывание // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2021. Т. 23. № 3. С. 168- 180. doi:10.30724/19989903-2021-23-3-168-180.
3. Грачева Е.И., Наумов О.В., Садыков Р.Р. Некоторые особенности исследования основных показателей надежности низковольтных аппаратов // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2016. № 1 (29). С. 105–115.
4. Основы государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года. Утверждены Указом Президента Российской Федерации от 01.01.2018 № 2.
5. Изменение № 6 к СП 256.1325800.2016 Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа от 2023 г.
6. УЗДП – Устройства защиты от дугового пробоя [Электронный ресурс] Url.: [https://eleko.pro/files/presentation\\_uzdp-abb.pdf](https://eleko.pro/files/presentation_uzdp-abb.pdf)(дата обращения 30.03.2024).

## УБОРКА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И СОИ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Гордеева Анастасия Романовна**, студент

Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия

**Малошенко Арина Андреевна**, студент

Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия

e-mail: rakyshka1304nore@gmail.com

Научный руководитель: **Лонцева Ирина Александровна**, кандидат технических наук, доцент

Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия

e-mail: largoil@mail.ru

**Аннотация.** Высокие урожайность и качество зерновых культур и сои требуют гармоничного сочетания всех факторов производства. Своевременная и высокоэффективная уборка - одна из ключевых задач. Основными факторами, влияющими на эффективность организации технологического процесса, являются подготовка техники, соблюдение сроков уборки и соотношение количества техники с учетом производительности. Проведен анализ статистических данных производства зерновых и сои в Амурской области и выполнено сравнение 2023 с 2022 годом. Обозначены способы улучшения организации уборки зерновых и сои.

**Ключевые слова.** Зерновые культуры, соя, техника для уборки, организация уборки, прямое комбайнирование, потери

## HARVESTING OF GRAIN CROPS AND SOYBEANS IN THE AMUR REGION

**Gordeeva Anastasia Romanovna**, Students

Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

**Malashenko Arina Andreevna**, Students

Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

e-mail: rakyshka1304nore@gmail.com

Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

Scientific supervisor: **Lantseva Irina A.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

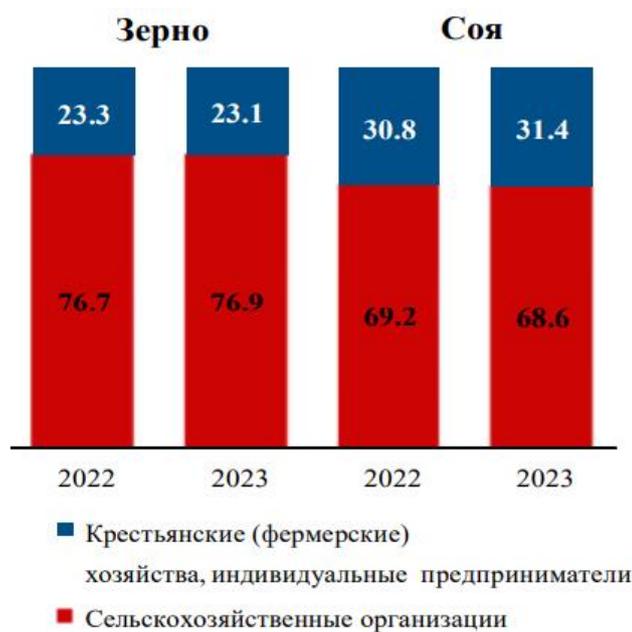
e-mail: largoil@mail.ru

**Abstract.** High yields and quality of cereals and soybeans require a harmonious combination of all production factors. Timely and highly efficient cleaning is one of the key tasks. The main factors influencing the efficiency of the organization of the technological process are the preparation of equipment, compliance with cleaning deadlines and the ratio of the number of equipment taking into account productivity. The analysis of statistical data on grain and soybean production in the Amur region was carried out and a comparison was made between 2023 and 2022. The ways to improve the organization of harvesting of cereals and soybeans are outlined.

**Keywords:** Cereals, soybeans, harvesting equipment, organization of harvesting, direct harvesting, losses

Получение высокого урожая зерновых культур и сои является одной из приоритетных задач государства. Амурская область считается сельскохозяйственной, посевная площадь которой в 2023 году составила 1096,4 тыс. га, что по сравнению с 2022 годом и за предыдущие годы выше на 6,3%. Основной возделываемой культурой является соя, валовой сбор которой в 2023 году составил 1428,7 тыс. тонн

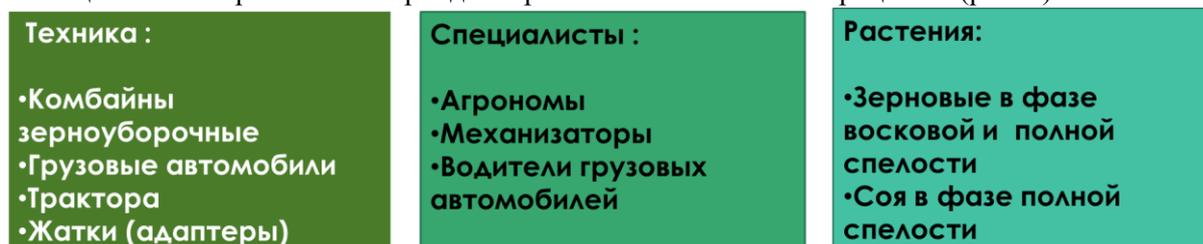
Основные объемы производства зерновых и сои сосредоточены в сельскохозяйственных организациях. В 2023 году их доля в производстве зерновых культур увеличилась по отношению к 2022 году на 0,2%, сои – уменьшилась на 0,6% (рис.1)



**Рисунок 1 – Доля производства зерновых и сои в хозяйствах разных форм собственности за 2022 и 2023 годы**

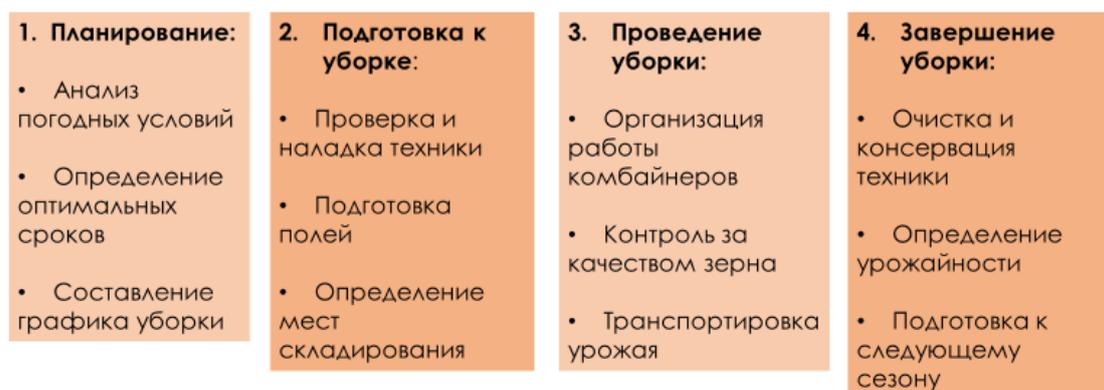
По сравнению с 2022 годом для ряда сельскохозяйственных культур сложились более благоприятные погодные условия как в период посева, так и в период уборки урожая.

Получение высоких урожаев зависит от большого количества факторов, но самым трудоёмким является уборка. От своевременно и качественно выполненных мероприятий зависит валовой сбор. Для качественного выполнения процесса необходима исправная техника, укомплектованный штат специалистов и растения в период завершения биологических процессов (рис. 2)



**Рисунок 2 – Факторы получения высоких урожаев во время уборки**

Организация уборки зерновых культур и сои должна содержать ряд обязательных видов деятельности: планирование, подготовка к уборке, проведение уборки и её завершение (рис.3).



**Рисунок 3 – Организация уборки зерновых культур и сои**

Технология уборки зерновых культур выполняется двухфазным (раздельным) и однофазным (прямым) способом. Схема проведения уборки показана на рисунке 4.



*Рисунок 4 – Технология уборки зерновых культур и сои*

В Амурской области для уборки зерновых культур используется раздельное комбайнирование, что позволяет увеличить продолжительность уборочной кампании в период, когда выпадает максимальное количество осадков, затягивающих процесс.

Для успешной организации уборки необходима минимизация потерь урожая и сохранение высокого качества зерновых и сои для дальнейшего хранения, переработки и реализации. Этого можно добиться благодаря следующим основным приемам:

1. Применению в крупных хозяйствах высокопроизводительных комбайнов и достаточного количества автомобилей для транспортировки зерна с поля до места его доработки.
2. Использованию систем точного позиционирования,
3. Анализа получаемого зерна (количества и влажности) непосредственно во время уборки.
4. Оптимизации процесса уборки:
  - Своевременность уборки: Определение оптимального времени уборки с учетом сроков созревания, погодных условий и особенностей сорта.
  - Планирование и координация: Разработка четкого графика уборки, координация работы всех участников процесса, обеспечение бесперебойной работы техники.
  - Соблюдение правил и норм: Соблюдение экологических стандартов, техники безопасности, правил транспортировки зерна.
5. Повышению квалификации и обучению сотрудников:
  - Обучение операторов: Проведение курсов по работе с новой техникой, повышение квалификации по оптимизации процессов уборки, и безопасности труда.
  - Взаимообмен опытом: Организация семинаров и конференций для обмена опытом между фермерами, агрономами и специалистами.
6. Эффективному управлению ресурсами:
  - Оптимизация логистики: Планирование маршрутов движения техники, минимизация простоев и потерь времени.
  - Использование систем GPS-мониторинга: Отслеживание расположения техники, оптимизация загрузки зерновых хранилищ.
  - Соблюдение правил хранения: Обеспечение правильных условий для хранения зерна и сои, чтобы предотвратить порчу и потери качества.
7. Взаимодействию с партнерами:
  - Сотрудничество с агрохолдингами: Обмен опытом, поставка техники, совместные инвестиции в новые технологии.

- Взаимодействие с научными организациями: Получение консультаций по выбору сортов, оптимизации технологий уборки и хранения.

- Важно постоянно искать новые решения, внедрять инновации и использовать современные технологии, чтобы улучшить работу по уборке сои и зерна.

Ключевые моменты технологии:

Соблюдение оптимальных сроков: Своевременная уборка - залог высокого качества зерна и сои.

Выбор подходящей техники: Использование техники, адаптированной для уборки конкретной культуры и систем точного позиционирования.

Очистка и сортировка: Обеспечение качества зерна и сои с использованием интеллектуальных систем машинного зрения.

Правильное хранение: Предотвращение порчи зерна и сои, обеспечение их качества в течение периода хранения.

Технология уборки зерновых культур и сои постоянно совершенствуется. Новые технологии и методы позволяют повысить эффективность работы и качество продукции.

#### Список литературы:

1. Бумбар, И. В. Анализ удельных показателей зерноуборочных комбайнов Ростсельмаш, используемых в АПК Амурской области / И. В. Бумбар, А. А. Кувшинов // Дальневосточный аграрный вестник. – 2023. – Т. 17, № 4. – С. 156-166. – EDN BHCEQZ.

2. Совершенствование уборки сои, зерновых и кукурузы в условиях Амурской области / И. В. Бумбар, П. В. Тихончук, А. А. Кувшинов [и др.]. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. – 283 с. – ISBN 978-5-9642-0581-4. – DOI 10.22450/9785964205814. – EDN OFWSRL.

3. Кураш, И. М. Повышении эффективности уборочно-транспортного процесса в условиях Амурской области / И. М. Кураш, И. А. Лонцева // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 1(55). – DOI 10.51419/202131111. – EDN YTVWKM.

УДК 621.81

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ 3D СКАНЕРОВ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБРАТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**Золотарев Даниил Сергеевич**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: denzoloto009@gmail.com

Научный руководитель: **Полюшкин Николай Геннадьевич**, кандидат технических наук  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: nigenn@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрено описание процесса 3D-сканирования как метода обратного проектирования и анализ технических характеристик и программного обеспечения 3D-сканеров, .

**Ключевые слова:** детали, обратное проектирование, реверс инжиниринг, конструкторская документация, 3D-сканирование, 3D-сканер

### COMPARATIVE ANALYSIS OF 3D SCANNERS AND REVERSE ENGINEERING SOFTWARE

**Zolotarev Daniil Sergeevich**, Student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: denzoloto009@gmail.com

Scientific supervisor: **Polyushkin Nikolay Gennadievich**, Candidate of technical science  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: nigenn@mail.ru

**Abstract.** The article describes the 3D scanning process as a reverse engineering method and analyzes the technical characteristics and software of 3D scanners.

**Keywords:** details, reverse engineering, reverse engineering, design documentation, 3D-scanning, 3D-scanner

На сегодняшний день 3D сканеры востребованы во многих областях. Они нашли широкое применение в медицине, промышленности, архитектуре, строительстве, киноиндустрии и дизайне, науке и образовании. Широкому распространению подобных устройств способствовал прогресс в области компьютерной графики, оптики и лазерных технологий.

Обратное проектирование или реверс-инжиниринг – это процесс создания конструкторской документации на основе существующего образца изделия. Он включает разборку готового изделия, изучение и анализ его конструкции для понимания устройства, функций и принципов работы [1, 2, 5].

Процесс обратного проектирования проходит в несколько этапов [4]:

1. Получение данных о детали или устройстве. Сбор доступной информации об объекте.
2. Аппаратное получение 3D-данных. 3D-сканирование или измерение с помощью координатно-измерительных машин (КИМ).
3. Перевод полученных данных в формат цифровой модели САД системы. Обработка информации в программах для проектирования.
4. Анализ параметров полученной модели. Полученная об объекте информация анализируется и обрабатывается на предмет повторения или улучшения объекта.
5. Производство и испытания тестового образца. На основании полученной и обработанной 3D-модели аппаратными средствами создаётся физический объект, с помощью 3D-печати, фрезерования и других аппаратных операций. Этот объект испытывается в рабочих условиях для выявления его положительных и отрицательных сторон, информация фиксируется.
6. Обработка полученных данных и формирование отчёта. Полученные в результате испытаний данные проверяются на соответствие целевым параметрам, составляется техническая документация на новый объект.

Процесс 3D-сканирования начинается с того, что объект сканируется с помощью лазерного или оптического сканера. Сканер измеряет расстояние до объекта и записывает эти данные в виде облака точек. Затем эти данные обрабатываются специальным программным обеспечением, которое создаёт трёхмерную модель объекта.

Одним из основных преимуществ 3D-сканирования является возможность получить точную копию объекта без необходимости проведения разрушающих тестов или изготовления физических копий. Это особенно важно в медицинской отрасли, где трёхмерные модели органов пациента позволяют врачам более точно планировать операции и выбирать оптимальные методы лечения.

Однако, несмотря на все преимущества, 3D-сканирование имеет и некоторые ограничения. Например, точность сканирования зависит от типа сканера и свойств самого объекта. Также для обработки данных требуется специализированное программное обеспечение и высокая вычислительная мощность.

Выбор оборудования для 3D-сканирования зависит от нескольких факторов: бюджет; тип объектов, которые планируется сканировать; требуемую точность.

Рассмотрим несколько ключевых аспектов, которые необходимо учитывать:

- тип объектов. Для небольших объектов с высокой детализацией подойдут настольные 3D-сканеры. Для крупных объектов или зданий лучше использовать лазерные сканеры или фотограмметрию.

- точность и разрешение. Выбор точности 3D сканера зависит от поставленных задач. Так при решении инженерных задач требуется высокая точность.

- скорость сканирования. Существенную роль высокая скорость оказывает влияние в производственных процессах.

- простота использования. Некоторые сканеры требуют специальных навыков для настройки и использования, в то время как другие более просты и подходят для начинающих.

- бюджет. Цены на 3D-сканеры зависят от решаемых профессиональных задач.

Кроме аппаратной части, важное значение имеет программная. Необходимо убедиться, что сканер совместим с программным обеспечением, которое планируется использовать для обработки данных.

Также важное значение имеет техническая поддержка и на протяжении гарантийного обслуживания.

При проведении сканирования можно руководствоваться следующей методикой:

1. Подготовка объекта и оборудования.

Необходимо убедиться, что объект чистый и не имеет загрязнений, масла или ржавчины. Если объект имеет чёрную, прозрачную, глянцевую или отражающую поверхность, требуется нанести специальный матирующий спрей, чтобы улучшить качество сканирования.

Проверяется точность сканирования и при необходимости выполняется калибровка сканера согласно инструкциям производителя. Устанавливается требуемое разрешение и точность в зависимости от требований вашего проекта.

2. Процесс сканирования.

Размещая объект необходимо чтобы он занимал устойчивое положение и не двигался во время сканирования. Освещение должно иметь равномерный характер, чтобы избежать теней и бликов.

Сканирование начинается с одной из сторон объекта и медленно перемещают сканер вокруг объекта, чтобы захватить все необходимые детали. Объект сканируется с разных углов и ракурсов, чтобы получить полное представление о его геометрии.

3. Обработка данных.

Если сканирование проводилось в несколько этапов, необходимо объединить данные в единое целое с разных сканов. Для удаления лишних точек и коррекции ошибок используется встроенный функционал программного обеспечения. При необходимости применяется сглаживание для улучшения качества модели. После завершения обработки «скана», для дальнейшего использования в CAD-программах или для 3D-печати, необходимо экспортировать готовую 3D-модель в нужный формат - STL или OBJ [3]. Далее данные сохраняются для будущего использования или анализа.

4. Проверка качества.

На этом этапе выполняется сравнение полученной модели с оригинальной деталью для проверки точности геометрии. Для проверки точности рекомендуется использовать программное обеспечение и приложения, которые помогают собирать, обрабатывать, анализировать и интерпретировать данные.

Для проведения сравнительного анализа были рассмотрены следующие 3D сканеры лаборатории 3D моделирования и прототипирования института инженерных систем и энергетики: Revopoint Mini; Shining 3D EinScan-SP v.2; RangeVision Spectrum (рис. 1). Целью анализа ставилось проведение сравнительной оценки их технических возможностей при проведении обратного проектирования применительно к деталям и узлам сельскохозяйственной техники, а также определение функциональных возможностей программного обеспечения, поставляемого вместе с оборудованием. Основные технические характеристики сведены в таблицу 1.



**Рисунок 1 - 3D-сканеры; а) Shining 3D EinScan-SP v.2; б) RangeVision Spectrum; в) Revopoint Mini**

Рассматриваемые сканеры имеют свои функциональные особенности, диапазоны измерений, скорость сканирования.

**Таблица 1 – Анализ технических характеристик 3D-сканеров**

Характеристики	RangeVision Spectrum	Shining 3D EinScan-SP v.2	Revopoint Mini
Тип сканера	стационарный	настольный	ручной / стационарный
Разрешение камеры, МП	3,1	1,3	3,1
Точность сканирования, мкм	От 50	От 40	20
Зона сканирования, мм	540x400x400 320x220x220 135x100x100	без стола: 700x700x700; со столом: 200x200x200	210x130
Скорость сканирования	до 12 кадров в сек.	< 1 сек (один снимок)	до 10 кадров в сек.
Рабочее расстояние, м	0.96/0.56/0.26	0,29-0,48	0,27 ± 0,10
Объем сканирования, м	0,133x0,01x0,01 (минимальный)	0,03x0,03x0,03 (минимальный)	0,01x0,01x0,01 (минимальный)
Сканирование текстур/цвета	да	да	да
Источник света	светодиодная подсветка	белый свет	ИК-источник

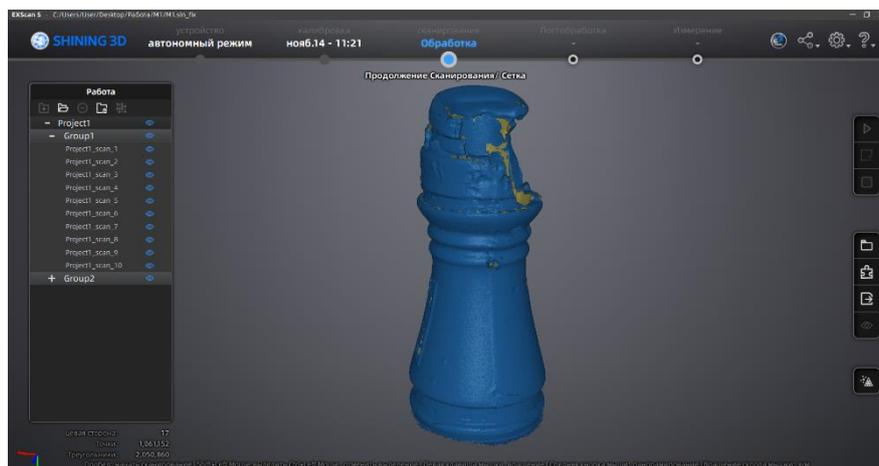
Каждый из сканеров имеют свои достоинства и недостатки.

Einscan-SP - недорогой сканер, что является одним из важных преимуществ устройства. К другим достоинствам модели можно отнести: возможность цветного сканирования, понятный интерфейс, простую настройку. Для работы с объектами небольшого размера (до 0,2 м) используется поворотная платформа (рис. 1, а). Отметим, что черно-белая модель при сканировании на платформе получается всего за несколько минут (точное время зависит от возможностей компьютера).

Простота подготовительных работ - важное конкурентное преимущество модели. Алгоритмом управляет программное обеспечение, показывая каждый следующий шаг пользователю. Для запуска рабочего процесса нужно просто установить доску для калибровки на подставку и наблюдать за автоматизированными действиями программного обеспечения (ПО). Если используется поворотная платформа, потребуется изменить положение доски на 90 градусов. Для регулировки баланса белого напротив сканера размещают лист белой бумаги, прибор настраивается автоматически.

Отцифровывать объект можно как с метками, так и без. При работе на поворотной платформе их можно не использовать. ПО следит за параметрами снимка: если возникают проблемы с экспозицией, программа подаёт сигнал и предлагает внести корректировки.

Вся продуктовая линейка сканеров Shining 3D работает на базе пакета EinScan Software. Разработчики создали понятную программу с рядом советов для пользователя (рис. 2). Предусмотрена возможность совмещения нескольких изображений по соответствующим точкам, для получения цельной картинки.

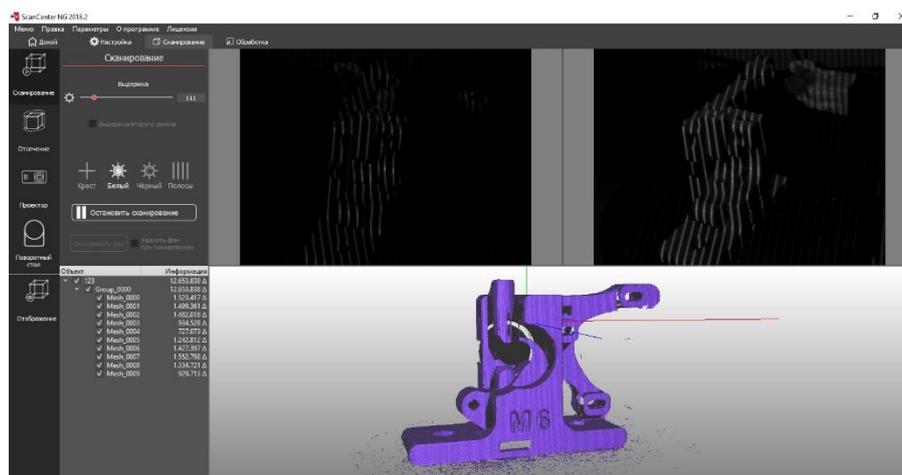


**Рисунок 2 - Окно программы EXscan S**

RangeVision Spectrum - российский 3D-сканер (рис. 1, б). Компания RangeVision работает в области цифровых технологий более 10 лет. Несмотря на то, что продукция компании относится к профессиональным устройствам, производителю удаётся выпускать на рынок относительно недорогие модели. Бюджетный 3D-сканер работает в черно-белом и цветном режимах. Достоинство данной модели — большое рабочее поле: прибор работает с объектами размером до 3 м по каждой оси. Благодаря высокому разрешению - 60 мкм, устройство применяют во многих сферах. Неопытные пользователи, возможно, потратят на настройку прибора немного больше времени, чем на настройку китайских аналогов.

Чтобы настроить этот прибор, потребуется больше времени. Для начала необходимо закрепить проектор на штатив и установить камеры на слайдер. Подготовка камер требует участия оператора: настройка диафрагмы и фокусировка производится вручную. Качество готовой модели зависит от внимания и опыта оператора. После настройки камер начинается процесс калибровки. Калибровочная доска перемещается в пределах рабочей области до тех пор, пока камеры не сделают одиннадцать разных кадров. При оцифровке предметов больших размеров необходимо использовать метки.

Обеспечивает работу 3D-сканеров RangeVision программное обеспечение ScanCenter NG. Это ПО с широкими возможностями и доступным интерфейсом (рис. 3). Программа способна «собирать» целое изображение из нескольких картинок в автоматическом или ручном режимах.



**Рисунок 3 - Окно программы Revo Scan**

3D-сканер Revopoint Mini — это компактный высокоточный 3D-сканер для ручного и настольного применения, снабжённый эффективным синим подсветом и сканирующий с точностью до 0,02 мм (рис. 1, в). По своим характеристикам он не уступает профессиональным сканерам.

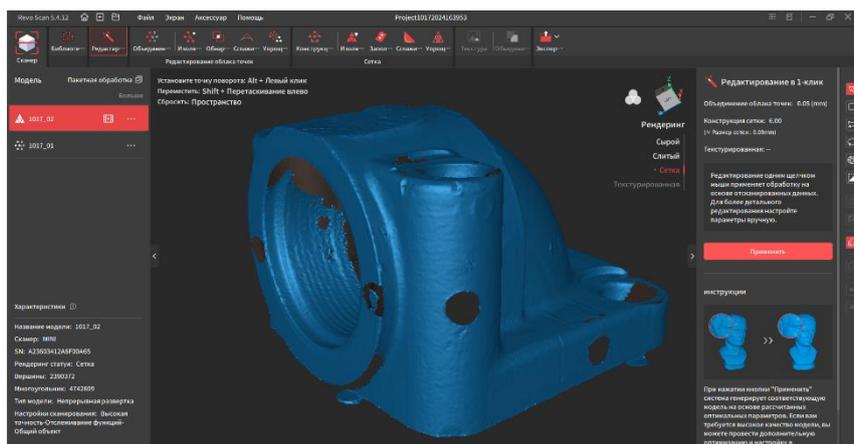
Revopoint Mini использует в работе концепцию Plug-and-Play - “подключай и работай”, то есть - ПК не нужен специальный софт для определения сканера, а необходимые программные компоненты установятся автоматически.

3D-сканер Revopoint MINI имеет массу 160 г, что делает более лёгким и комфортным продолжительное сканирование в ручном режиме.

Для соединения сканера с компьютером, для его питания и передачи данных, нужен один кабель. Также возможна передача данных по сети Wi-Fi.

Revopoint выпускает для своих сканеров пакет программ, предназначенных для увеличения удобства работы и повышения точности результатов:

- Revo Scan — программа для непосредственно 3D-сканирования (рис. 4);
- Revo Studio — программа для редактирования созданных сканером 3D-моделей;
- Revo Calibration — программа для калибровки сканеров, делающая её точной и простой.



**Рисунок 4 - Окно программы Revo Scan**

На основании данного анализа можно сделать выводы, что данные сканеры имеют свои сильные и слабые стороны, это касается не только аппаратной части, но и программного обеспечения. Так сканер Einscan-SP позволяет получить приемлемый результат «скана» при работе на поворотной платформе. Если размеры сканируемого объекта превышают размеры поворотной платформы, необходимо разворачивать деталь, после чего в автоматическом режиме выполняется сшивка «сканов». Если сравнивать с 3D-сканером Revopoint MINI, то в программе Revo Scan сшивка происходит в ручном режиме, и требует большей точности по размещению меток. Для более детального анализа необходимо провести дополнительные исследования по точности сканирования реальных объектов, например стрелчатой лапы.

### **Список литературы:**

1. Кривов, Д. А. Проблемы импортозамещения сельскохозяйственной техники / Д. А. Кривов // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: Материалы IV международной научной конференции, Красноярск, 23–24 ноября 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 89-92.
2. Полюшкин, Н. Г. Общие методы решения задач обратного проектирования / Н. Г. Полюшкин, А. П. Батрак, М. П. Полюшкина // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 18–20 апреля 2023 года / Ответственные за выпуск: А.В. Коломейцев, В.Г. Крымкова. Том 1. Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 151-156.
3. Полюшкин, Н. Г. Применение T-FLEX CAD для визуализации решения инженерных задач / Н. Г. Полюшкин, А. П. Батрак, М. П. Полюшкина // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России : Материалы IV международной научной конференции, Красноярск, 23–24 ноября 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 132-138.
4. Применение технологии обратного инжиниринга в машиностроении / Д. В. Водин. // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2016 г.). - Санкт-Петербург: Свое издательство, 2016. - С. 67-69.

5. Реверсивный инжиниринг| Обратное проектирование: методы, этапы и процессы [Электронный ресурс] / URL <https://www.shining3d.ru/blog/reversivnyj-inzhirining/> / (дата обращения 30.10.24).

УДК 621.81

## ЦИФРОВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ КАК МЕТОД ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Золотарев Даниил Сергеевич**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: denzoloto009@gmail.com

Научный руководитель: **Полюшкин Николай Геннадьевич**, кандидат технических наук

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: nigenn@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлен проект цифровой лаборатории для проведения практических и лабораторных занятий по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» с доработанным функционалом: меню, задания, профиль, добавлено окно администратора (преподавателя).

**Ключевые слова:** цифровая лаборатория, детали машин, окно, раздел, значения, страница

## DIGITAL LABORATORY AS A METHOD OF EDUCATIONAL PROGRAM

**Zolotarev Daniil Sergeevich**, Student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: denzoloto009@gmail.com

Scientific supervisor: **Polyushkin Nikolay Gennadievich**, Candidate of technical science

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: nigenn@mail.ru

**Abstract.** The article presents a project of a digital laboratory for conducting practical and laboratory classes in the discipline "Machine Parts and Design Basics" with improved functionality: menu, tasks, profile, an administrator (teacher) window has been added.

**Keywords:** digital laboratory, machine parts, window, section, values, page

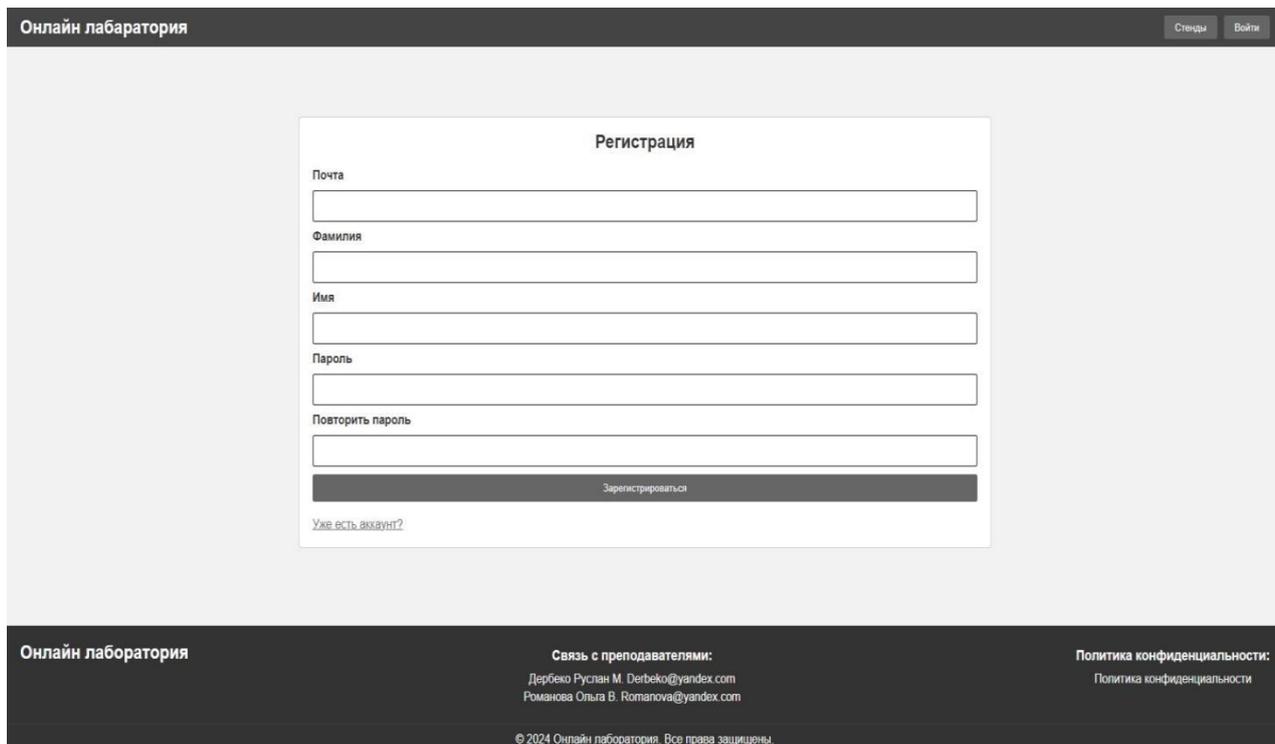
Инженерная цифровая лаборатория представляет собой виртуальную среду, в которой студенты могут проводить различные инженерные эксперименты, тестирование и исследования работы механизмов при изучении курса «Детали машин и основы конструирования» [1, 2].

Это позволяет участникам получить практический опыт работы с инженерными задачами, изучить конструктивные особенности и принцип действия отдельных узлов и агрегатов без необходимости доступа к физическим лабораториям. Такой подход может быть удобен при дистанционном формате обучения и работы, а также для студентов, которые отсутствовали на занятиях.

На сегодняшний день есть возможность ознакомиться с цифровой лабораторией в автономном режиме. В процессе проектирования оболочки были доработаны интерфейс и структура сайта.

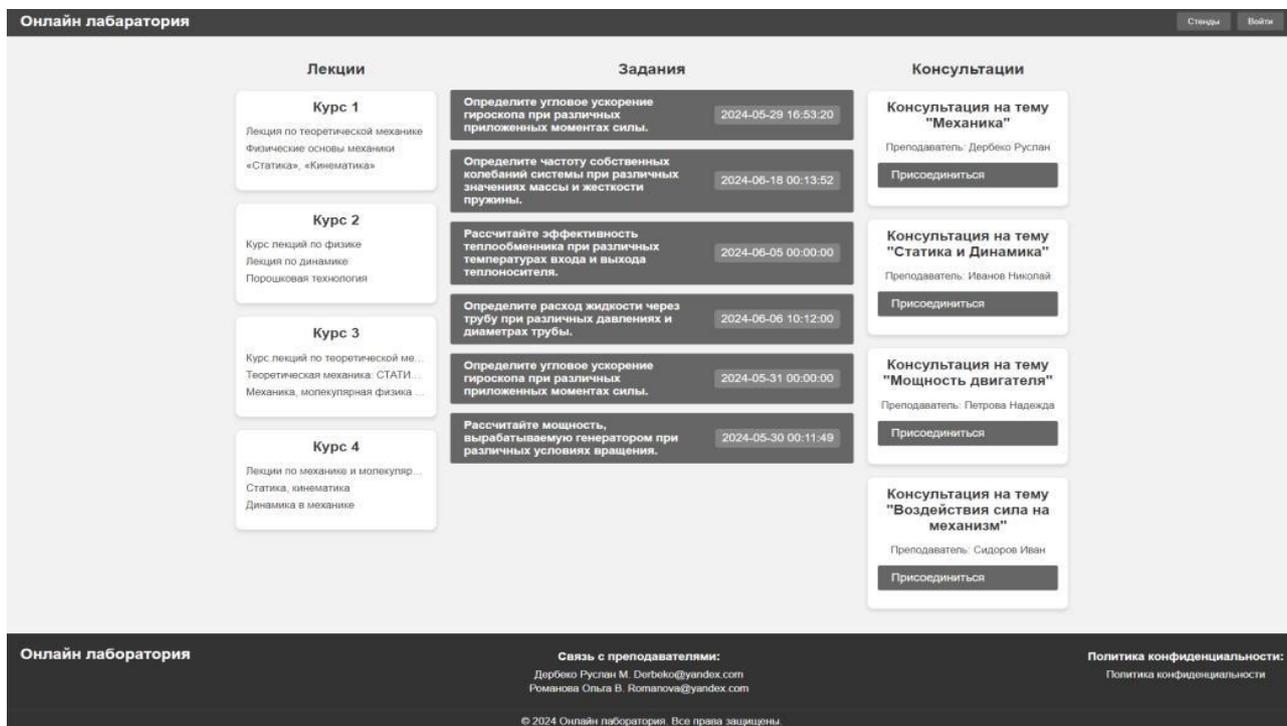
Благодаря удобно спланированному пользовательскому интерфейсу и дружелюбному дизайну, пользователю не обязательно иметь определённый уровень подготовки, достаточно наличие базовых знаний в пользовании персональным компьютером.

При запуске сайта по адресу теперь пользователю требуется вносить дополнительную информацию для регистрации (строка Имя и Фамилия) (рис. 1).



**Рисунок 1 – Страница «Регистрация»**

После успешной регистрации, пользователя переносит на главную страницу, где располагается список лекций структурированный по курсам, приведены актуальные задания и действующие консультации с преподавателями (рис. 2).



**Рисунок 2 – Главная страница**

Для пользователя в роли «Преподаватель» имеется возможность добавлять новые задания. Для этого нужно зайти на страницу «Задания», и заполнить соответствующую форму, в которой необходимо заполнить такие поля как, название задания, описание задания, а также дату завершения задания (рис. 3).

**Добавить задание**

**Название**

Определите угловое ускорение гироскопа при различных приложенных моментах силы.

**Описание задания**

Стенд "Термодинамический Трансформатор Энергии" Задание: Рассчитайте эффективность теплообменника при различных температурах входа и выхода теплоносителя. Вариант 1: Температура входа 100°C, температура выхода 60°C, теплоемкость 4.18 кДж/(кг·К). Вариант 2: Температура входа 150°C, температура выхода 90°C, теплоемкость 4.18 кДж/(кг·К). Вариант 3: Температура входа 120°C, температура выхода 70°C, теплоемкость 4.18 кДж/(кг·К). Вариант 4: Температура входа 90°C, температура выхода 50°C, теплоемкость 4.18 кДж/(кг·К).

**Дата выполнения**

01.06.2024 13:03

Добавить задание

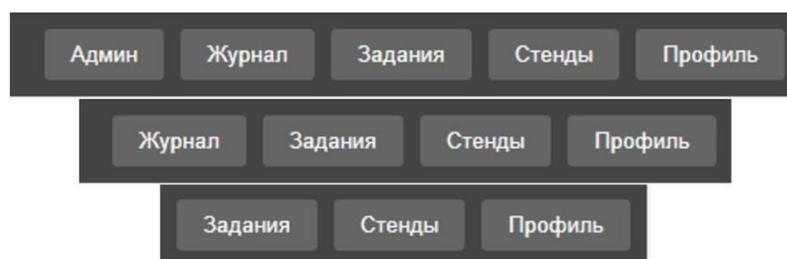
**Рисунок 3 – Форма добавления заданий**

После добавления задания, оно будет отображаться на соответствующей странице - «Задания».

Идентификация субъектов и объектов является фундаментальным элементом системы защиты информации. Под субъектами понимаются пользователи и процессы, которые взаимодействуют с системой, а под объектами – данные и ресурсы, к которым осуществляется доступ. Цель идентификации заключается в установлении подлинности пользователя или процесса, что позволяет системе принимать обоснованные решения о предоставлении доступа к ресурсам.

Разграничение доступа является следующим шагом после идентификации пользователя. Авторизация определяет, какие ресурсы и данные будут доступны тому или иному пользователю в процессе работы в цифровой среде. Основная цель разграничения доступа - предоставление пользователям только тех прав, которые необходимы им для выполнения их функций.

На рисунке 4 представлена разница между разными ролями пользователей.



**Рисунок 4 – Разница между разными ролями**

Разработанная цифровая лаборатория представляет собой удобное решение для образовательных учреждений, позволяющее эффективно использовать механические стенды в учебном процессе. Оно обеспечивает следующие преимущества:

- Приложение позволяет использовать механические стенды независимо от их физического наличия, что особенно важно для учебных заведений с ограниченными ресурсами;
- Простота интерфейса и функционала делает приложение доступным для широкого круга пользователей, включая преподавателей и студентов с различным уровнем подготовки;
- Интерактивные возможности приложения способствуют более глубокому усвоению учебного материала, что подтверждается результатами тестирования.

Для дальнейшего улучшения и развития цифровой лаборатории планируется:

- интеграция дополнительных функций. Включение возможностей для симуляции и моделирования более сложных механических процессов и экспериментов;
- добавление новых цифровых двойников механических стендов и учебных материалов для расширения функционала цифровой лаборатории;
- адаптация оболочки под мобильные устройства. Разработка мобильной версии позволит повысить доступность и удобство пользования цифровой лабораторией.

#### **Список литературы:**

1. Золотарев, Д. С. Проект цифровой лаборатории деталей машин и основ конструирования / Д. С. Золотарев // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 27–29 февраля 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 45-48. – EDN CCSWHM.
2. Золотарев, Д. С. Кинематический расчёт привода как инструмент цифровой лаборатории "Детали машин" / Д. С. Золотарев // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века : Сборник XII международной студенческой научной конференции, Ачинск, 25 апреля 2024 года. – Ачинск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 25-28. – EDN NMXLQI.
3. Конструирование узлов и деталей машин: учебное пособие/ П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов: под ред. О. А. Ряховского - 13-е изд., испр. и доп. -Москва: Издательство МПУ им. Н. Э. Баумана, 2017. – С 39-48,8-15.
4. Полюшкин, Н. Г. Применение T-FLEX CAD для визуализации решения инженерных задач / Н. Г. Полюшкин, А. П. Батрак, М. П. Полюшкина // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России : Материалы IV международной научной конференции, Красноярск, 23–24 ноября 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 132-138.
5. Полюшкин, Н. Г. Применение параметризации и библиотек типовых элементов при проектировании рамы культиватора / Н. Г. Полюшкин, А. П. Батрак, М. П. Полюшкина // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 16–18 апреля 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 154-157.
6. T-FLEX CAD | 3D моделирование, чертежи по ЕСКД, параметрическое проектирование, 3D печать [Электронный ресурс] / URL <https://tflexcad.ru/> (Дата Обращения 5.10.24).
7. Visual Studio: IDE и редактор кода для разработчиков и групп, работающих с программным обеспечением [Электронный ресурс] / URL <https://visualstudio.microsoft.com/ru/> ( Дата обращения 5.10.24).

## GPS-ТРЕКЕРЫ: РЕВОЛЮЦИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Канжина Юлия Александровна**, студент

Вологодский государственный университет, Вологда, Россия

e-mail: kanzhina\_s@mail.ru

**Аннотация.** Статья рассказывает о том, как GPS-трекеры преобразуют сельское хозяйство, повышая эффективность работы, оптимизируя использование ресурсов и делая земледелие более прибыльным. В статье рассмотрены основные функции GPS-трекеров, их преимущества и виды. Также представлена сравнительная таблица с различными моделями GPS-трекеров, позволяющая фермерам сделать обоснованный выбор в зависимости от своих потребностей и бюджета.

**Ключевые слова:** GPS-трекеры, сельское хозяйство, точное земледелие, оптимизация ресурсов, мониторинг работы

## GPS TRACKERS: THE REVOLUTION IN AGRICULTURE

**Kanzhina Julia Alexandrovna**, Student

Vologda State University, Vologda, Russia

e-mail: kanzhina\_s@mail.ru

**Abstract.** The article talks about how GPS trackers transform agriculture, increasing work efficiency, optimizing resource use and making agriculture more profitable. The article discusses the main functions of GPS trackers, their advantages and types. There is also a comparative table with various models of GPS trackers, allowing farmers to make an informed choice depending on their needs and budget.

**Keywords:** GPS trackers, agriculture, precision farming, resource optimization, job monitoring

Сельское хозяйство всегда было основой человеческой цивилизации. На протяжении тысячелетий люди трудились на полях, выращивая пищу и обеспечивая пропитание для себя и своих семей. Однако, методы ведения сельского хозяйства значительно изменились с течением времени. Раньше земледельцы полагались на собственные силы, знания и опыт, используя простые инструменты и традиционные методы.

В прошлом, сельскохозяйственные работы выполнялись вручную или с помощью животных. Посев, обработка почвы, сбор урожая - все это требовало огромных затрат времени и сил. Урожайность была нестабильной, зависела от капризов погоды и часто подвергалась болезням и вредителям.

Сегодня, сельское хозяйство претерпело настоящую революцию благодаря внедрению современных технологий. Роботы-комбайны, беспилотные тракторы, точные системы орошения - это лишь некоторые примеры того, как технологии изменили подход к земледелию.

Одним из ключевых элементов этой революции стали GPS-трекеры, которые стали незаменимыми помощниками для фермеров. GPS-трекер - это устройство, которое использует данные спутниковой системы позиционирования GPS (Global Positioning System) для определения точного местоположения техники на поле. (Рисунок 1) [1]

GPS-трекер получает сигналы от спутников GPS, обрабатывает их и определяет координаты. Данная информация передается на смартфон или компьютер, где фермер может отслеживать перемещение техники в реальном времени. [2]



**Рисунок 1 – GPS-трекер**

GPS-трекеры находят широкое применение в сельском хозяйстве: точное земледелие: трекеры позволяют создавать карты поля, на которых отмечаются участки с различным качеством почвы, урожайностью, применением удобрений; оптимизация использования ресурсов: трекеры помогают планировать маршруты движения техники, что позволяет экономить топливо и время; мониторинг работы: фермер может отслеживать скорость движения техники, расход топлива, время простоя; предотвращение краж: трекер позволяет быстро найти украденную технику. (Рисунок 2)

Из преимуществ GPS-трекеров можно выделить: повышение эффективности: снижение затрат на топливо, рабочую силу, удобрения; улучшение управления: фермер получает доступ к ценной информации о работе своей техники; снижение риска: трекер позволяет предотвратить кражу техники и оптимизировать ее использование. [3]



**Рисунок 2 – GPS-трекер на комбайне**

GPS-трекеры для сельскохозяйственной техники могут быть разных типов:

Простые трекеры: отслеживают местоположение техники, но не имеют дополнительных функций.

Трекеры с расширенной функциональностью: мониторинг параметров работы, сбор данных об урожайности, интеграция с другими системами.

Рассмотрим сравнительную таблицу GPS-трекеры для сельскохозяйственной техники (Таблица 1).

Таблица 1. GPS-трекеры для сельскохозяйственной техники

Название	Цена (руб)	Размер (мм)	Источник питания	Точность определения координат	Хранение маршрута	Дополнительные функции
Tracker X	15 000	100x60x30	Встроенный аккумулятор	± 5 метров	1 месяц	Отслеживание скорости, расхода топлива, времени простоя, интеграция с системой управления
Agro-GPS	20 000	120x80x40	Внешний аккумулятор	± 3 метра	3 месяца	Картирование урожайности, анализ эффективности использования удобрений, поддержка нескольких спутниковых систем
FarmTrack	25 000	90x70x35	Встроенный аккумулятор	± 2 метра	6 месяцев	Создание карт заданий, автоматическое вождение, предупреждение о краже, отчетность по работе техники
SmartField	30 000	110x90x45	Внешний аккумулятор	± 1 метр	1 год	Интеграция с системами точного земледелия, контроль качества уборки, прогнозирование урожайности, управление орошением
AgriTrack	35 000	130x100x50	Встроенный аккумулятор	± 0,5 метра	Неограниченно	Отслеживание параметров работы, диагностика техники, управление освещением, поддержка беспроводной связи

Анализируя таблицу, можно сделать вывод, чем выше точность определения координат и дольше хранения маршрута, тем выше цена. Выбор GPS-трекера зависит от потребностей и бюджета фермера. Базовые модели, такие как Tracker X, могут подойти для отслеживания местоположения и основных параметров работы техники. Для более продвинутых задач, таких как автоматическое вождение, точный анализ урожайности и управления ресурсами, необходимы более функциональные трекеры, например, SmartField или AgriTrack.

Современные технологии, такие как GPS-трекеры, играют ключевую роль в трансформации сельского хозяйства. Они повышают эффективность, оптимизируют использование ресурсов и делают работу фермеров более эффективной и прибыльной. Внедрение GPS-трекеров является важным шагом к переходу к умному, устойчивому и прибыльному сельскому хозяйству.

#### Список литературы:

1. Тесаловский, А. А. Определение корректировок цен земельных участков для личного подсобного хозяйства с учётом кадастрового деления и территориального зонирования / А. А. Тесаловский, Д. А. Заварин, Н. В. Анисимов. — текст: непосредственный // Вестник Алтайской Академии экономики и права. — 2022. — № 6-2. — с. 343-349.
2. Беляева, С. И. Применение цифровых нивелиров в кадастре и лесном хозяйстве на современном этапе / С. И. Беляева, Д. А. Заварин. — Текст: непосредственный // Актуальные проблемы развития лесного комплекса Материалы XVII Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Ю.М. Авдеев. 2019. — Вологда: Вологодский государственный университет (Вологда), 2019. — С. 141-142.
3. Шарунова, Л. В. Использование открытых географических источников для целей кадастра / Л. В. Шарунова, Д. А. Заварин. — текст: непосредственный // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. — Вологда: Вологодский государственный университет, 2019. — с. 151-153.

УДК 631.367.7.681.332.6

### РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ СУХИХ КОМПОНЕНТОВ

**Карабухин Дмитрий Владимирович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: mr.demon132666@gmail.com

Научный руководитель: **Семёнов Александр Викторович**, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: semenov02101960@gmail.com

**Аннотация.** В ведении животноводства самой энергозатратной технологией является заготовка кормов и подготовка их к скармливанию. По данным литературных источников затраты на данную технологию составляют от 60 до 65% от общих затрат на производство конечной продукции. Для того, чтобы снизить энергозатраты на данную технологию необходимо повысить эффективность потребления кормов. Одной из важных операций в технологии подготовки кормов к скармливанию является их смешивание, характеризующиеся однородностью. В инженеринговом центре Красноярского ГАУ разработано устройство центробежного типа для смешивания сыпучих компонентов кормов. Целью работы является уточнение конструктивных размеров смесителя центробежного действия для смешивания сыпучих компонентов кормов.

**Ключевые слова:** зерно, смеситель, кормовые компоненты, центробежная сила, спираль, завихритель, турбулизация

### DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR MIXING DRY COMPONENTS

**Karabukhin Dmitry Vladimirovich**, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia mr.demon132666@gmail.com

Scientific supervisor: **Semenov Alexander Viktorovich**, Candidate of technical science, Associate professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: Semenov02101960@gmail.com

**Abstract.** In animal husbandry, the most energy-intensive technology is forage harvesting and preparing them for feeding. According to literature sources, the cost of this technology ranges from 60 to 65% of the total cost of producing final products. In order to reduce energy consumption for this technology, it is necessary to increase the efficiency of feed consumption. One of the important operations in the technology of preparing feeds for feeding is their mixing, characterized by uniformity. A centrifugal type device for mixing bulk feed components has been developed in the engineering center of the Krasnoyarsk State Agrarian University. The aim of the work is to clarify the design dimensions of a centrifugal mixer for mixing bulk feed components.

**Keywords:** grain, mixer, feed components, centrifugal force, spiral, swirl, turbulence

Подготовка кормов к скармливанию животным смешиванием является одной из ответственных и важных операций, позволяющих получить полноценный корм [2,3].

Вариантами смешивания кормовых сыпучих компонентов посвящены работы [1,4,7,8].

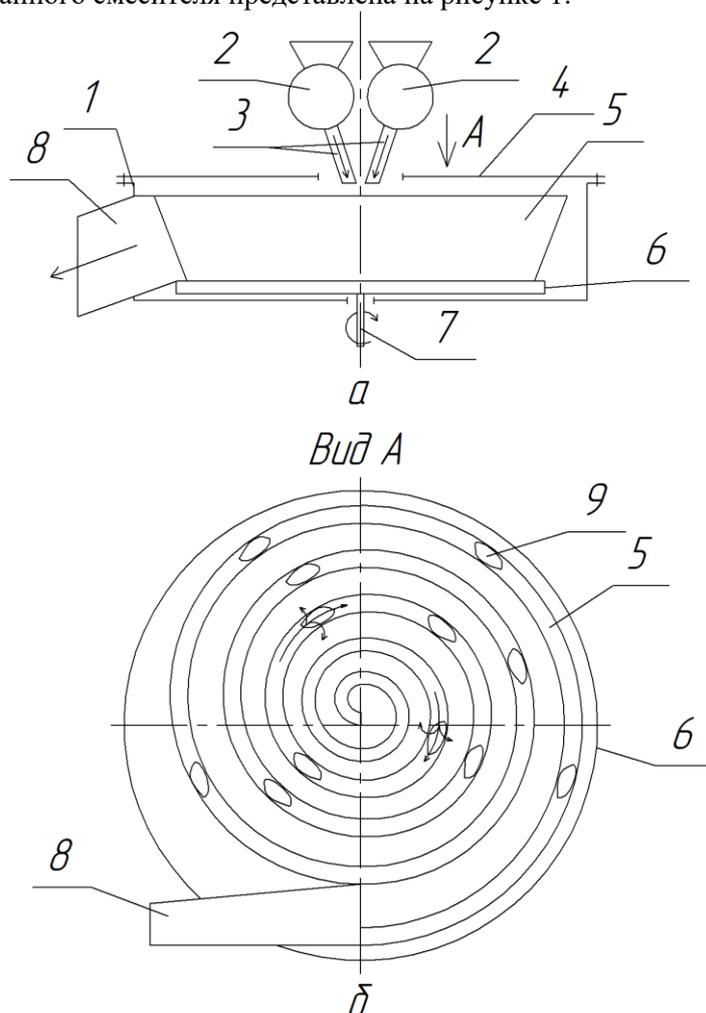
Модернизация аграрного производства, в том числе и животноводства на основе применения современных аграрных технологий и техники является одной из приоритетных задач государственной продовольственной политики, направленной на обеспечение национальной безопасности Российской Федерации. Решение этой задачи оказывает прямое влияние на конкурентоспособность российских продовольственных товаров как на внутреннем, так и на международном продовольственных рынках. Решение поставленной задачи возможно с внедрением комплексной механизации производственных процессов в животноводстве, внедрение прогрессивных технологий производства продукции животноводства являются важнейшими условиями его дальнейшего развития, повышения производительности труда и качества животноводческой продукции, а также снижение ее себестоимости.

Целью является разработка технического средства для подготовки кормов к скармливанию КРС с целью получения максимального количества продукции с наименьшими затратам.

Задача: разработать устройство для смешивания сухих компонентов кормосмесей перед их скармливанием.

За основу принята конструкция центробежного смесителя (RU 189127 U1, 2019, B01F 7/26) [6], разработанного запатентованного, изготовленного и прошедшего испытания в «Инжиниринговом центре» Красноярского ГАУ.

Конструкция данного смесителя представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1 - Смеситель сыпучих компонентов центробежного действия:** 1 – корпус; 2 – дозаторы; 3 – продуктопроводники; 4 – крышка; 5 – спираль; 6 – диск с шероховатой поверхностью; 7 – вал; 8 – выгрузной лоток; 9 – лопатки.

Смеситель состоит из корпуса 1, внутри которого неподвижно установлена спираль 5, а на валу 7 вращающейся диск 6 с шероховатой поверхностью. На спирали установлены лопатки 9 имеющие торообразную поверхность. Загрузка ингредиентов смеси осуществляется через дозаторы 2 и продук-

топководы 3 через отверстие в центре крышки 4. Выгрузка смеси осуществляется через выгрузной лоток 8.

Работа смесителя происходит следующим образом: через вал 7 передается вращение на диск с шероховатой поверхностью 6, диск вращается по часовой стрелке. Подлежащие смешиванию ингредиенты проходя через дозаторы 2 в определенных количествах с помощью продуктопроводов 3 подаются в центр вращающегося диска с шероховатой поверхностью 6. Под действием центробежных сил ингредиенты смеси начинают двигаться от центра к периферии. Одни частицы двигаются по каналу между основаниями спирали, ударяясь о лопатки 9, имеющие тороидальную форму, завихряются, другие перетекают через спираль, таким образом происходит смешивание кормового материала. Готовая смесь выходит из смесителя через выгрузной лоток.

Вывод: Разработана и запатентована конструкция смесителя центробежного действия для смешивания сухих компонентов кормов. Предварительные результаты экспериментальных исследований показали, что смеситель соответствует проектируемой производительности (3 т/час), однородность сухой смеси составляет 95-97% [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 – Москва. 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. 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.
8. 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>

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Колпаков Валерий Павлович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: valera.pavlovich.05@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 рассматриваются экологические аспекты применения сельскохозяйственной техники и прежде всего их влияние на земельные ресурсы. Акцентируется внимание на последствиях уплотнения почвы вследствие работы тяжелой техники. Описаны результаты исследований и мнения российских ученых.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, земля, сельское хозяйство, уплотнение, урожайность, экологическая проблема

## ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE USE OF AGRICULTURAL MACHINERY

**Kolpakov Valery Pavlovich**, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: valera.pavlovich.05@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.** The article examines the environmental aspects of the use of agricultural machinery and, above all, their impact on land resources. Attention is focused on the consequences of soil compaction due to the operation of heavy machinery. The research results and opinions of Russian scientists are described.

**Keywords:** agricultural machinery, land, agriculture, compaction, productivity, environmental problem

С повышением доли участия сельскохозяйственной техники в производственном процессе все большую актуальность получают вопросы влияния технических средств на природные ресурсы, в частности земельные [2].

Использование техники в сельском хозяйстве значительно повышает производительность труда, однако оно сопряжено с отрицательными экологическими последствиями [1].

Накопленные в процессе многолетних исследований научные данные свидетельствуют о том, что многократный проход тяжелой техники по пашне приводит к уплотнению почвы до глубины 60-80 см.

Известно, что уплотнение почвы выше допустимого уровня существенно снижает урожайность сельскохозяйственных культур при одновременном ухудшении водно-физических свойств почв, их биологической активности. Так, по данным Ф.Я. Шипунова "увеличение плотности почвы до 1,2 - 1,5 г/см<sup>3</sup> снижает урожайность полей на 60%" [4]. Поэтому использование тяжелой техники для увеличения производительности труда, во-первых, не обеспечивает надежную защиту поля лесными полосами от неблагоприятных факторов внешней среды, во-вторых, нивелирует прибавку урожая за счет переуплотнения почвы.

Накопленные научные данные в процессе многолетних исследований свидетельствуют о том, что переуплотнение почвы при проходе тяжелой техники по пашне оказывает длительное отрицательное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур.



*Рисунок 1 – Сельскохозяйственная техника в работе*

Еще в 1972-1973 гг. Всесоюзным институтом механизации по поручению ВАСХНИЛ были начаты работы по оценке воздействия движителей на почву. Разработанная этим институтом совместно с ТСХА методика исследований получила признание в СССР и за рубежом.

Исследованиями на стационарных участках было установлено, что при уплотнении почв различной кратности при проходе тракторов К-701, Т-150к и ДТ-75 М, несмотря на проведение всех видов почвообработки, плотность в пахотном слое оставалась более высокой в течение 2-4 лет, а в подпахотном горизонте - в течение 4-5 лет. В соответствии с этим в эти годы наблюдалось заметное снижение урожайности. Ухудшение экологических условий при воздействии движителей на почву зафиксировано в стационарных модельных опытах в Тульской, Московской областях.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что уровень снижения урожая увеличивается с ростом в почве глинистых частиц и с годами уменьшается. Обобщение полученных результатов позволило становить, что при проходе техники весной с влажностью более 0,9 и 0,7 НВ давление на почву менее 80-100 кПа урожай не снижается. При увеличении давления до 162-240 кПа недобор урожая сахарной свеклы увеличивается в 2,14 раза, а кукурузы - в 5,1 раза. Из изучаемых тракторов только у трактора Т-70С давление на почву близко к допустимому.



*Рисунок 2 – Уплотнение почвы сельскохозяйственной техникой*

Кроме того, переуплотнение почвы повышает сопротивление ее последующей обработки, приводит к увеличению глыбистости, сопротивлению качения, буксованию тяговых средств, снижает КПД тяговых средств и повышает затраты топлива. Установлено, "что по следам гусеничных и легких колесных тракторов сопротивление вспашке почвы увеличивается на 12-15%, колесных тракторов Т-150 К, К-701, автомобилей КРАЗ и комбайнов СК-6, СК\_5 на 44-60%, транспортных агрегатов с прицепами 1ПТС-9 и 3ПТС-12, комбайна Дон-1500 - на 85-90%" [3].

Приведенные данные свидетельствуют о том, что использование тяжелой техники не обосновано ни с агрономической, ни с экологической точек зрения. Решение экологической проблемы переуплотнения почвы позволит по данным академика В.М. Кряжкова и к.т.н. В.А. Русанова получать в России ежегодно дополнительно 20-30 млн. т. зерна "при значительном снижении расхода топлива на проведение полевых работ"[3].

Полагаем, что важным аспектом решения проблемы негативного воздействия сельскохозяйственной техники на окружающую среду является внедрение строгих экологических стандартов, которые должны соответствовать процессам сельскохозяйственного производства [5].

#### Список литературы:

1. Босенко, Н. С. Экологичность использования машин и технологий в сельском хозяйстве. – Текст: электронный // Вестник аграрной науки Дона. 2009. №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologichnost-ispolzovaniya-mashin-i-tehnologiy-v-selskom-hozyaystve> (дата обращения: 08.11.2024).
2. Колпакова, О. П. Земля как главное средство производства и ресурс сельского хозяйства / О. П. Колпакова, В. В. Когоякова // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции / Красноярский государственный аграрный университет. Том Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019. – С. 19-22.
3. Матюк Н.С., Беленков А.И., Мазиров М.А., Полин В.Д., Рассадин А.Я., Абрашкина Е.Д. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии: Учебник / М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. 189 с.
4. Шипунов Ф.Я. Докучаевские "бастионы" / - Чувство земли: Советские писатели и ученые об охране родной природы, об экологии хозяйствования. – Текст: электронный // URL: <http://ecologylib.ru/books/item/f00/s00/z0000027/st003.shtml> (дата обращения: 6.11.2024)
5. Экология с применением сельскохозяйственной техники – Текст: электронный – URL: <https://acc-nn.com/ecologicheskie-aspekty-primeneniya/> (дата обращения: 08.11.2024).

Иллюстративный материал заимствован из общедоступных ресурсов интернета, не содержащих указаний на авторов этих материалов и каких-либо ограничений для их заимствования.

**ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОРУДИЯ**

**Кузнецов Максим Александрович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

**Голубцов Павел Александрович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: nosk111@inbox.ru

**Шмаков Богдан Артемович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: super.bogdan19786@yandex.ru

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

**Аннотация.** Существующие конструкции регулировки и контроля рабочей глубины, затрудняют настройку почвообрабатывающих машин, а в случае некачественной настройки снижают качества обработки почвы. Одним из направлений научно-технического прогресса является развитие цифровых технологий. Данные технологии стали активно применяться в агропромышленном комплексе. Представленная работа направлена на повышение эффективности системы управления положением рабочих органов опытного образца многофункционального почвообрабатывающего орудия поверхностной обработки почвы.

**Ключевые слова:** полевые испытания, система управления, регулировка, обработка почвы

**FIELD TESTS OF THE CONTROL SYSTEM FOR THE POSITION OF THE WORKING ELEMENTS OF A MULTIFUNCTIONAL SOIL TILLAGE TOOL**

**Kuznetsov Maxim Alexandrovich**, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

**Golubtsov Pavel Alexandrovich**, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: nosk111@inbox.ru

**Shmakov Bogdan Artemovich**, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: super.bogdan19786@yandex.ru

Supervisor: **Kuznetsov Alexander Vadimovich**

Candidate of technical sciences, Associate professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

**Abstract.** Existing designs for adjusting and controlling the working depth make it difficult to set up tillage machines, and in cases of poor-quality settings reduce the quality of tillage. One of the directions of scientific and technological progress is the development of digital technologies. These technologies have become actively used in the agro-industrial complex. The presented work is aimed at improving the efficiency of the control system for the position of the working bodies of a prototype multifunctional tillage tool for surface tillage.

**Key words:** field testing, control system, adjustment, tillage

*Исследование и публикация статьи выполнены при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в ходе выполнения научных исследований в интересах НОЦ «Енисейская Сибирь» по проекту «Разработка энергоэффективного многофункционального почвообрабатывающего орудия, адаптированного для условий Красноярского края»*

Испытания опытного образца многофункционального почвообрабатывающего орудия и в частности системы управления положением рабочих органов проводились на сплошной обработке почвы (рис. 1) на полях «Учебно-опытное хозяйство «Миндерлинское» Красноярского края, Сухобузимского района, при этом условия проведения исследований были характерными для Восточной зоны Красноярского края и отвечали требованиям СТО АИСТ 4.6-2018. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины почвообрабатывающие [1].



**Рисунок 1 - Исследования экспериментального образца культиватора на сплошной обработке почвы**

Перед исследователями стояла задача испытать опытный образец почвообрабатывающего орудия шириной захвата 9,8 м с двумя вариантами системы управления глубиной обработки. Для проведения испытаний применялось контрольно-измерительное и регистрирующее оборудование производства Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ), используемое для проведения испытаний сельскохозяйственной техники государственными машиноиспытательными станциями РФ.

В составе машинно-тракторных агрегатов входил современный энергонасыщенный трактор К-744Р2 «Кировец». Для изменения глубины обработки почвы силами ученых Красноярского ГАУ совместно со специалистами ООО «Техком» были спроектированы, разработаны и изготовлены комплекты приспособлений и кронштейнов, позволяющих надежно фиксировать дополнительно устанавливаемое оборудование.

В систему управления положением рабочих органов многофункционального почвообрабатывающего орудия входят:

- панели оператора СПК110;
- управляемые линейными актуаторами (FY020-200-390-24-13-10000 со встроенным потенциометром) гидроцилиндры, соединенные параллельно;
- силовой шкафа на основе программируемого реле ПР100-24.1208.03.1, который осуществляет: управление силовой частью; регулирование положения рабочих органов культиватора; программно-логическое управление пуском, остановом и режимом рабочего функционирования приводов; контроль конечного состояния электроприводов и связь с панелью оператора.



***Рисунок 2 - Расположение линейного актуатора (FY020-200-390-24-13-10000)***

Согласно плану проведения эксперимента, а также с учетом мощностных характеристик трактора К-744 и фактически сложившихся почвенных условий определение агротехнических показателей проводилось на учетных делянках длиной 100 м на трех скоростных режимах: 10, 12 и 14 км/ч. Перед учетными делянками использовались участки разгона длиной около 50 м. Глубину рыхления измеряли на расстоянии 250–300 мм от следов стоек не менее чем в 20 местах по диагонали обработанного участка.

В процессе испытания агрегатами выполнялась работа нескольких рабочих режимах – рабочий ход, холостое движение и повороты на различных агрофонах. Изменение глубины рабочих органов, выполнялась как дистанционно при подключении к электронной системе управления в кабине трактора, так и непосредственно – с помощью набора ограничителей глубины (комплекта клипс).

Предлагаемая программа управления обеспечивает реализацию системы сбора данных и управления электроприводами культиватора с графическим интерфейсом и визуализацией. Интерфейс оператора отображает текущее состояние каждого привода и системы в целом (рис. 3).

Панель оператора реализует отображение текущего положения привода с изменением цвета фона индикатора. Зеленый фон показывает об окончании перемещения привода при достижении установленной величины, красный фон сигнализирует об отклонении текущего положения от установленной величины.



**Рисунок 3 - Лицевая панель интерфейса оператора**

Задание величины установки глубины обработки реализовано двумя способами:

- перемещением бегунка;
- ручным вводом (ввод числового значения) величины перемещения.

Ручной ввод величины перемещения показан на рисунке 13, при нажатии на индикацию величины перемещения отображается цифровой блок для ввода числа. Программно реализовано ограничение установки перемещения в диапазоне величин ввода от 5 до 18 см.

Проведённые полевые испытания позволяют получить данные о параметрах и режимах работы опытных образцов сельскохозяйственной техники в условиях реального производства, а также получить опыт проведения полевых испытаний.

По предварительным результатам полевых испытаний предлагаемая нами система управления положением рабочих органов опытного образца многофункционального почвообрабатывающих орудия показала высокую эффективность, неприхотливость в работе и удобство настройки.

#### **Список литературы:**

1. Голубцов, П. А. Визуализация работы прицепного культиватора / П. А. Голубцов, В. С. Грейдин, М. А. Кузнецов // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 27–29 февраля 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 41-43.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И БИОЭТАНОЛА

**Лебедев Роман Анатольевич**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: riz.red12@gmail.com

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

**Аннотация.** В данной статье рассматривается подход к сравнительному анализу биодизельного топлива и биоэтанола и возможности их использования с учётом обобщенных данных, полученных в ранее проведенных исследованиях.

**Ключевые слова:** биодизель, биоэтанол, структурный анализ, перспективы биотоплива, основные составляющие

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PROSPECTS OF BIODIESEL AND BIOETHANOL

**Lebedev Roman Anatolyevich**, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: dorzheeva.1985@mail.ru

Scientific supervisor: **Dorzheev Alexander Alexandrovich**, Candidate of Technical Sciences  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia,  
e-mail: dorzheeva.1985@mail.ru

**Abstract.** This article discusses an approach to the comparative analysis of biodiesel and bioethanol and the possibility of their use, taking into account the generalized data obtained in previous studies.

**Keywords:** biodiesel, bioethanol, structural analysis, prospects for biofuels, main components.

На сегодняшний день встал вопрос о минимизации вредных выбросов в атмосферу и было найдено некоторое решение, а именно использование биологического топлива, состоящего из органических материалов (растительных) [1,2,5,6]. Для того, чтобы систематизировать входные данные для дальнейшего анализа нужно разложить все исходные составляющие, как отдельные части и представить систему, как модель (рисунок).

Интеграция модели будет выполняться через мысленную постройку, которая будет состоять из трех ключевых элементов, а именно: производство; состав; использование. По этапам это можно охарактеризовать, как исследование, выявление и определение.

Таким образом, можно сделать небольшой вывод о том, что важнейшей частью анализа является правильная постановка этапов и их взаимосвязей.

Так, предметом исследования является биотопливо (биодизель и биоэтанол), его характеристика и перспективы дальнейшего использования.

Начать следует с определения понятий биодизель и биоэтанол. Биодизель и биоэтанол – виды биотоплива, которые производятся из растительных масел или животных жиров и этанола, получаемого из растительных материалов (сахаросодержащих или крахмалосодержащих).

Аспектами производства для биоэтанола являются: сбор сырья, подготовка, ферментация, дистилляция, а для биодизеля: сбор сырья, трансэтерификация, очистка. Поэтому данные виды топлива являются экологичными в использовании и более экономичными (в отдельных случаях) [2,3,4].



**Рисунок – Модель сравнительной оценки перспектив биоэтанола и биодизеля для АПК**

Так средняя цена за минеральный дизель варьируется в пределах 65...76 рублей за один литр, а биотоплива 20...250 за один литр. Такой разброс обусловлен, прежде всего – технологиями и сырьевой базой. При верхних максимальных пределах цен сырьевые ресурсы, необходимые для биодизеля и биоэтанола выходят дороже нефти, из которой производится традиционные моторные топлива. Также в ряде случаев процессы производства топлива пока недостаточно эффективны, чтобы их можно было применять в промышленных масштабах. По опыту иностранных производителей, где распространена идея об увеличении числа заводов по переработке сырья в биотопливо, и увеличены области сырьевой базы, в том числе, использование отходов коммунального, сельскохозяйственного и других производств, в России есть огромная возможность для развития биотопливной индустрии.

Далее стоит разобраться в областях применения, а именно: биодизель может использоваться:

- в чистом виде (B100) в дизельных двигателях;
- в смесях с традиционным дизельным топливом (E20; E70 и т.д.).

Биоэтанол может использоваться:

- в качестве добавки к бензину (E10; E-50 и т.д.);
- в чистом виде в некоторых типах автомобилей, специально адаптированных для работы на этаноле (E100).
- в качестве сырья для производства различных химических веществ.

Теперь стоит внести некоторые корректировки(дополнения) для более расширенного видения ситуации, а именно разобраться почему биотопливо такое дорогое.

Причины:

Сырьё: цены на сельскохозяйственные культуры могут колебаться в зависимости от урожайности, спроса и других факторов;

Производственные затраты: требует узко специализированное оборудование;

Масштаб производства: ограниченность в ресурсах и технологиях;

Конкуренция с пищевыми культурами: повышение цен на продукты питания;

Транспортировка и хранение: свои особенности;

Поэтому оба типа топлива играют важную роль в переходе к более устойчивым источникам энергии и сокращении зависимости от ископаемых видов топлива.

Из полученных данных, можно сделать вывод о том, что биодизель и биоэтанол пока в наших реалиях являются дорогим видом топлива и в скоро будущем планируется переход на данный вид топлива. С этим связаны новые нововведения в законах и поправках в уже старых. Например, закон "О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта", который регламентирует производство биоэтанола.

Небольшое уточнение: биоэтанол используется в бензиновых двигателях.

Теперь рассмотрим плюсы и минусы.

Биодизель:

1. Снижение зависимости от ископаемых источников;
2. Биораспад.

Биоэтанол:

1. Снижение выбросов CO<sub>2</sub>;
2. Возобновляемый ресурс;
3. Поддержка сельского хозяйства.

Минусы:

Биодизель:

1. Проблемы с сырьём;
2. Стоимость производства.

Биоэтанол:

1. Выбросы загрязняющих веществ;
2. Энергетическая эффективность.

Анализируя источники литературы [1-6] и представленные выше данные собственного анализа, можно сделать вывод о том, что получение биодизеля позволяет максимально его использовать в производстве (90-100%), если оно внутрихозяйственное. Таким образом хозяйству необходимо располагать производственными площадями, технологическим оборудованием и техническими средствами, адаптированными для непосредственного использования биодизеля. С биоэтанолом ситуация несколько сложнее, поскольку объемы его использования ограничены в сельскохозяйственном производстве, в основном это бензиновые автомобильные двигатели.

Биоэтанол считается более экологически чистым топливом по сравнению с ископаемыми видами топлива, так как его сжигание выделяет меньше углекислого газа. Биодизель считается более экологически чистым вариантом топлива по сравнению с дизельным топливом, поскольку его сжигание приводит к меньшему количеству выбросов углекислого газа и других загрязняющих веществ. Поэтому выбирать следует от конкретной ситуации.

Таким образом, необходимо либо увеличить посевные площади сельскохозяйственных угодий для возделывания специальных технических культур на биотопливо, чтобы оно стало более дешёвым, либо увеличить объемы использования сельскохозяйственных отходов. На следующем этапе оценки следует провести сравнительный анализ возможностей расширения областей использования как биоэтанола, так и биодизеля.

#### Список литературы:

1. Доржеев, А. А. Требования стандартов к топливному этанолу и биоэтанолу / А. А. Доржеев // Эпоха науки. – 2022. – № 29. – С. 36-39.
2. Dorzheev, A. A. Current state and development trends of spring rape market in the agricultural sector of Krasnoyarsk krai / A. A. Dorzheev, M. E. Sliva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 22036. – DOI 10.1088/1755-1315/548/2/022036.
3. Селиванов, Н.И. Эффективность производства и использования биотоплива на основе рапсового масла в тракторных дизелях / Н.И. Селиванов, А.А. Доржеев // Вестник КрасГАУ. – 2008. – № 4. – С. 236-241.
4. Селиванов, Н.И. Технология производства и эффективность использования смесового топлива на основе рапсового масла / Н.И. Селиванов, А.А. Доржеев // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 5(104). – С. 81-85.
5. Аналитический отчет DISCOVER RESEARCH GROUP: Анализ рынка биоэтанола в России: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1731638323&tld=ru&lang=ru&name=Otchet> (дата обращения 12.11.24).
6. Биотопливо из возобновляемого сырья: перспективы производства и потребления КиберЛенинка [Электрон. ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biotoplivo-iz-vozobnovlyаемого-syrya-perspektivy-proizvodstva-i-potrebleniya/viewer> (дата обращения 12.11.24)

## ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КУЛЬТИВАТОРОВ

**Маслов Егор Викторович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: egorka.m.04@mail.ru

**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.** Рабочие органы почвообрабатывающих машин в процессе их эксплуатации и хранения теряют заданный уровень работоспособности. При взаимодействии с почвой происходит абразивный износ рабочей поверхности изделия. Рассмотрен также процесс коррозионного поражения рабочих органов вследствие протекания грунтовой коррозии в черноземе пашни учебного хозяйства Красноярского ГАУ и атмосферной коррозии в процессе хранения техники.

**Ключевые слова:** культиватор, рабочие органы, работоспособность, износ, хранение, коррозия

## REASONS FOR DECREASED PERFORMANCE OF CULTIVATORS' WORKING ENGINES

**Maslov Egor Viktorovich**, Student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: egorka.m.04@mail.ru

**Khudyakov Matvey Vasilievich**, 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.** The working bodies of soil-cultivating machines during their operation and storage lose a given level of performance. When interacting with soil, abrasive wear of the working surface of the product occurs. The process of corrosion damage to working parts due to the occurrence of ground corrosion in the chernozem of the arable land of the educational farm of the Krasnoyarsk State Agrarian University and atmospheric corrosion during the storage of equipment is also considered.

**Keywords:** cultivator, working parts, performance, wear, storage, corrosion

Научные коллективы института инженерных систем и энергетики Красноярского ГАУ активно участвуют в техническом перевооружении агропромышленного комплекса.

Так, в 2022 году был испытан в промышленных условиях, на полях учебного хозяйства университета экспериментальный культиватор модульного типа для проведения операций предпосевной обработки почвы и обработки паров под сельскохозяйственные культуры (рис. 1) Создание сельскохозяйственной машины стало возможным за счет выигранного институтом гранта Красноярского фонда науки [5, 6].



*Рисунок 1 - Культиватор модульного типа*

В 2023 году коллектив преподавателей, аспирантов и студентов института выиграл грант Красноярского фонда науки в Конкурсе прикладных научных исследований в интересах НОЦ «Енисейская Сибирь» в целях импортозамещения на проведение научной работы «Разработка энергоэффективного многофункционального почвообрабатывающего орудия, адаптированного для условий Красноярского края». Заказчиком проведения научных исследований стала компания ООО «Техком», специализирующаяся на изготовлении запасных частей для сельскохозяйственной техники. Осенью 2024 года на полях учебного хозяйства университета были проведены успешные испытания первых экземпляров культиватора. Министерством сельского хозяйства Красноярского края поставлена задача скорейшей организации серийного производства культиватора.

В процессе эксплуатации рабочие органы сельскохозяйственных машин подвергаются воздействию различных факторов, теряя при этом заданный уровень работоспособности. По данным [7] средняя наработка на отказ составляет для дисковых борон от 8 до 20 га, а лап культиваторов — от 7 до 18 га. Необходимость ремонта или замены вышедших из строя деталей вызывает увеличение себестоимости агропродукции.

Цель настоящей работы – выявление причин, вызывающих потерю работоспособности рабочих органов культиваторов, разработанных в институте инженерных систем и энергетики Красноярского ГАУ.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: проанализировать влияние различных факторов, вызывающих повышенный износ материалов, из которых изготовлены лапы культиваторов и игольчатые диски, во время эксплуатации и хранения деталей.

Поставленные задачи решались при помощи методов научного исследования: анализа научной и учебной литературы по тематике исследования; анализа официальной статистической информации.

Для изготовления рабочих органов указанных сельскохозяйственных машин (игольчатых и штригельных борон, и лап стрельчатого типа) используются среднеуглеродистые стали марок 55, 60, 65, 70, низколегированные 65Г, 70Г или среднелегированные (так называемые лемешные) стали Л53 и Л 65, легированные кремнием и марганцем [3] (таблица 1).

Рекомендуемая термическая обработка представляет собой индукционную закалку режущей кромки орудия с последующим низким отпуском. При этом достигается твердость HRC 55-60.

Основные сведения об износостойких сталях для рабочих органов сельскохозяйственных машин представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Основные сведения об износостойких сталях для рабочих органов сельскохозяйственных машин [3, 11]**

Наименование детали	Основные виды повреждения в эксплуатации	Предпочтительная структура	Материал для изготовления детали	Способ упрочнения
Лемехи плугов, лапы культиваторов, диски сеялок	Изнашивание, затупление режущих кромок	Мартенсит на рабочей кромке	Л53, Л65, 65, 70, 65Г, 70Г	Закалка и низкий отпуск

Рабочие органы культиваторов – игольчатые диски и стрелчатые лапы изготавливают одним из методов горячей обработки металлов – горячей штамповкой [10].

Несмотря на высокую твердость поверхности рабочих органов, гарантированную производителем, в процессе их эксплуатации происходит затупление лезвий и игл. Одной из важнейших причин этого является абразивный износ поверхности из-за взаимодействия с почвой. В состав почв кроме гумуса (довольно мягкого), воды, входят и минеральные вещества, состоящие из разной формы частиц кварца, гранита, полевого шпата, слюды. Поверхности деталей почвообрабатывающих машин соприкасаются с этими частицами и разрушаются. Наиболее абразивно агрессивными в этом случае являются песчаные почвы, износ деталей в них происходит в 8-10 раз быстрее, чем в глинистых [4]. На величину износа влияют также влажность и плотность почвы [1].

В почвенном покрове Красноярского края плодородные черноземы составляют не более 2 %. Однако в пашне чернозем является преобладающим видом почвы. Он имеет суглинистый механический состав (глина, песок, суглинок). Почвы учебного хозяйства Красноярского ГАУ, где были проведены испытания культиваторов, относятся к черноземам с достаточно высоким содержанием гумуса (6,6-8,9 %), влажностью 18-25 % [6]. Авторы отмечают хорошее структурное состояние почвы. Изучение уровня износостойкости материалов рабочих органов машин в почвах такого типа пока не было проведено.

Не менее важной причиной выхода из строя рабочих органов почвообрабатывающих машин является коррозионное поражение. Сплавы черных металлов, стали и чугуны, подвержены разным видам коррозии, в том числе грунтовой (почвенной). Коррозия этого вида протекает по электрохимическому механизму в высококоррозионных почвах, к которым относят и черноземы, содержащие в своем составе органические кислоты. Скорость и характер грунтовой коррозии определяют такие факторы, как наличие влаги, воздухопроницаемость и электропроводимость грунтов, их неоднородность по структуре, плотности, составу, влажности, кислотности и т. д., наличие микроорганизмов, температура грунта [9, 12]. При грунтовой коррозии наблюдается язвенное поражение, когда диаметр поражения примерно равен глубине проникновения [18].

При неправильном хранении рабочих органов почвообрабатывающих машин происходит коррозионное разрушение, вызванное протеканием атмосферной коррозии, тоже имеющей электрохимический характер [9].

Выводы:

1. Рабочие органы культиваторов, разработанных в Красноярском ГАУ, выполненные из легированных износостойких и пружинных сталей, в процессе эксплуатации подвергаются абразивному и коррозионному изнашиванию.
2. Необходимо проведение исследований по определению степени износа и коррозионных потерь рабочих органов в черноземах, распространенных в пашне Красноярского края.
3. Для сопротивления абразивному и коррозионному изнашиванию на рабочие поверхности стрелчатых лап и игольчатых дисков необходимо наносить упрочняющие защитные покрытия, вид которых следует определять, исходя из технической и экономической целесообразности.

#### Список литературы:

1. Бартенев И.М. Изнашивающая способность почв и ее влияние на долговечность рабочих органов почвообрабатывающих машин / И.М. Бартенев, Е.В. Поздняков // Лесотехнический журнал – 2013, № 3 – С. 114-123.

2. Богиня Н.М., Васильев А.А., Богиня М.В., Резер А.В. К выбору типа рабочего органа культиватора для предпосевной обработки почвы // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России [Электронный ресурс]: Материалы IV Международной научной конференции. – Красноярск, 2024. – С. 18-22.
3. ГОСТ 14959-79. Прокат из рессорно-пружинной углеродистой и легированной стали. – Введ. 1981-01-01. – Текст электронный // URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294847/4294847504.pdf> (дата обращения: 14.03.2023)
4. Износ и коррозия сельскохозяйственных машин [Электронный ресурс]. – URL <https://belagromech.by/articles/iznos-i-korroziya-selskohozyajstvennyh-mashin/> (дата обращения 21.10.2024)
5. Культиватор, снижающий энергозатраты аграриев в посевную. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ecfs.msu.ru/news/kultivator,-snizhayushhij-energozatrati-agrariyev-v-posevnyuyu> (дата обращения 20.10.2024)
6. Лисунов О.В. Исследование влияния параметров рабочих органов и режимов работы культиватора модульного типа на качество поверхностной обработки почвы / О.В. Лисунов, М.В. Богиня, А.А. Васильев, Е.Н. Олейникова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, г. Ульяновск. – 2023, № 1 – С. 190- 197.
7. Новиков В.С. Упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин. Монография / В.С. Новиков - ФГБОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина, М.: 2013. – 112 с.
8. Почвенная коррозия металла [Электронный ресурс]. – URL <https://t-zinc.ru/o-kompanii/stati/pochvennaya-korroziya-metalla.html> (дата обращения 22.10.2024)
9. 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.
10. Романченко, Н.М. Материалы и технологии в машиностроении: учеб. пособие / Н.М. Романченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 351 с.
11. 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.
12. 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.

## ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ПЛАСТИЧЕСКИХ ПЛАСТИКОВ ПРИ ЗАЩИТЕ МЕТАЛЛА 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.** В статье авторы обосновывают необходимость применения различных защитных покрытий, на основе пластических материалов, которые способствуют сохранению металлических деталей оборудования от коррозии. Полимерные материалы, применяемые в современных условиях, обладают рядом преимуществ. Рассмотренные материалы не только способствуют защите металлических изделий от коррозии, но и выступают в роли диэлектриков токопроводящих деталей.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственное оборудование, защита, покрытия из пластика, надежность, коррозия

## RATIONALE FOR THE USE OF MECHANIZED EQUIPMENT FOR WASHING AGRICULTURAL TECHNIQUES

**Muravyov Oleg Vladislavovich**, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: CondaricanEmpireum@yandex.ru

Scientific supervisor: **Medvedev Mikhail Sergeevich**, Candidate of technical science

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: misha\_08\_80@mail.ru

**Abstract.** In the article, the authors substantiate the need to use various protective coatings based on plastic materials that help preserve metal parts of equipment from corrosion. Polymer materials used in modern technologies have a number of advantages. The materials considered not only contribute to the protection of metal products from corrosion, but also act as dielectrics of conductive parts.

**Keywords:** agricultural equipment, protection, plastic coatings, reliability, corrosion

Для своевременного и качественного выполнения сельскохозяйственных работ требуются надежные и эффективные инструменты в качестве которых выступают машины и механизмы сельскохозяйственного назначения. Сохранность машинно-тракторного парка, сельскохозяйственных машин и оборудования является первостепенной задачей агропромышленного комплекса. Одной из причин преждевременного выхода из строя металлических деталей машин и механизмов, является негативное воздействие окружающей среды, а именно возникновение коррозионных процессов [1].

В рамках теоретических исследований был проведен анализ трех существующих способов хранения сельскохозяйственной техники: открытый, закрытый, комбинированный.

Был произведен осмотр техники на открытых площадках, площадках для хранения комбинированным способом и капитальных строений для хранения закрытым способом. Так же проводился осмотр оборудования, работающего на животноводческих фермах и складах хранения сельскохозяйственной продукции.

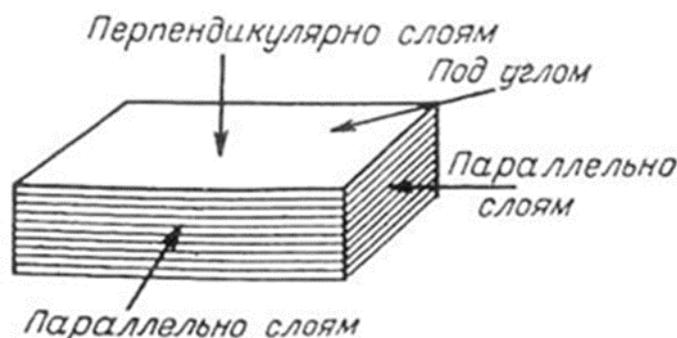
Целью теоретического исследования стал анализ объемов работ и материалов, которые необходимо будет затратить работникам сельского хозяйства для возведения тех или иных конструкций и сооружений для хранения своей техники. Проанализировав строения и сооружения, а также изучив справочную литературу мною были составлены предварительные, условные ведомости объемов работ и конструктивных решений для возведения условных мест хранения [2]. Для усреднения объемов и проведения сравнительной параллели в качестве объекта, для которого необходимо подготовить место хранения была выбрана сеялка зерновая СЗ-3,6.

Для рационализации у экономической эффективности ведения сельскохозяйственной деятельности, предлагаем использовать для зимнего хранения сельскохозяйственной техники все суще-

ствующие методы, ввиду большого опыта их применения. Так как все эти методы используются для хранения различной по сложности и цене техники и существенное влияние на способы хранения оказывает материальная база сельскохозяйственного предприятия, способ хранения для каждой техники выбираются индивидуально [3]. Следовательно, чем лучше материальная база предприятия, тем более качественное хранение оно может обеспечить машинно-тракторному парку.

Однако, остаётся неразрешённой проблема коррозии сельскохозяйственной техники и другого оборудования, изготовленного из металлических изделий. Для решения данной задачи, мной предлагается использование принципа местного качества согласно методам ТРИЗ, по данному методу, нам необходимо перейти от однородной структуры объекта или внешней среды к неоднородной, при этом разные части объекта должны выполнять различные функции и каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее благоприятных для её работы. Изменять конструкцию машин, не предлагается. Поскольку мы можем защитить материал, из которого она создаётся. В этом, предлагаю использовать гидрофобные свойства металлов и использовать сплавы в конструкции сельскохозяйственной техники, либо применять в качестве покрытия полимерные материалы (например: стеклотекстолит, лавсан, капрон, капролактан и т. д.) или же создать сплавы металлов с гидрофобными металлами (пример: платина, титан, латунь и т. д.).

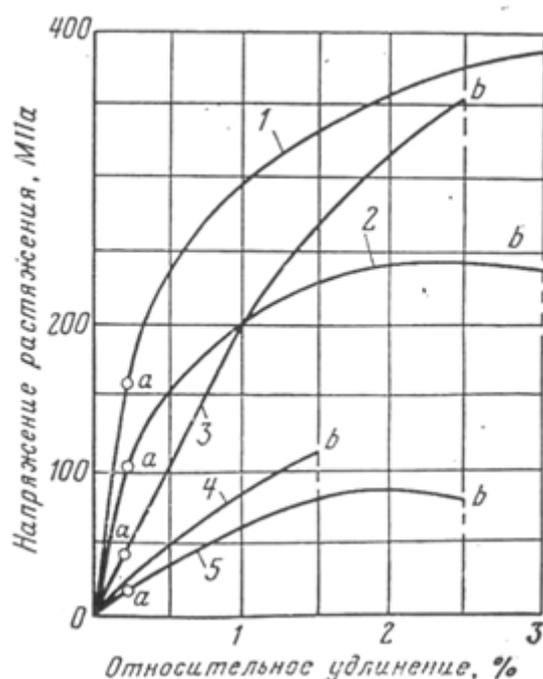
Одним из перспективных направлений защиты металла от коррозии является применение различных видов материалов содержащих пластик - стеклотекстолиты, текстолиты, гетинаксы. Перечисленные материалы относятся к слоистым пластикам их свойства неодинаковы в различных направлениях, основные направления усилий на материал показаны на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Направления усилий приложенных к слоистым пластикам**

Наиболее опасными направлениями усилий в данном случае являются усилия параллельно слоям. Подобные усилия с легкостью разделяют разнородные слои полимерных материалов и разрушают их по отдельности. Усилия, направленные перпендикулярно или под углом не наносят такого ущерба за счет того, что энергия затрачивается на разрушение верхних слоев и не влияет на нижние слои тем самым сохраняется целостность материала.

По сравнению с металлами слоистые пластики по механическим свойствам более чувствительны к воздействию окружающей влажности и температуры, а также для их разрушения требуется меньше времени при механических нагрузках. Предел пропорциональности по отношению к пределу прочности у слоистых пластиков лежит на более низком уровне, чем у металлов. При этом необходимо учитывать, что при применении металлов в нагруженных механических конструкциях используется предел прочности только в пределах пропорциональности, а упругая относительная деформация не превышает 0,02%. У слоистых пластиков от предела прочности можно использовать: для текстолита 10 - 20%, гетинакса 20 - 30%, стеклотекстолита 30 - 40%, без учета необходимого запаса прочности и снижения, механических свойств при рабочей температуре конструкции. Характеристика относительного удлинения при растяжении материалов представлена на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Характеристика относительного удлинения при растяжении:**  
 1 – сталь; 2 – дюралюминий; 3 – стеклотекстолит; 4 – гетинакс; 5 – текстолит

Все кривые разбиты на участки, 0а и аб первый участок характеризует предел пропорциональности при растяжении, второй упругую относительную деформацию. С учетом необходимого коэффициента запаса и снижения прочности слоистых пластиков при повышенных рабочих температурах следует считать, что у них может быть использовано всего 4 - 12% их предела прочности. В то же время у таких металлов, как сталь или дюралюминий, удается использовать до 20 - 25% предела их прочности.

Из выше сказанного следует что использование стеклопластиков является перспективным направлением, так как специфические свойства этих материалов способны существенно повлиять на применимость их в сельскохозяйственной отрасли. Особенно эффективно будет их применение в качестве диэлектриков и защитных покрытий металлических токопроводящих конструкций на животноводческих фермах и в других местах, где есть необходимость защиты животных и человека от поражения электрическим током.

Применение фторопластов также достаточно перспективное направление в решении задач, связанных с защитой металла от коррозии. Применять их можно путем нанесения лаков или дисперсий, футеровкой и порошковым напылением. Все эти покрытия достаточно хорошо защищают металл, а способ нанесения зависит от условий дальнейшего использования конструкций.

#### Список литературы:

1. Северный, А.Э. Комплексное решение проблемы сохранности и защиты от коррозии сельскохозяйственной техники [Текст] / А.Э. Северный //Труды ГОСНИТИ. – М., 1987. – Т. 80.
2. 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.
3. 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.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВОНОИДОВ В КИПРЕЕ УЗКОЛИСТНОМ  
(*CHAMERION ANGUSTIFOLIUM* (L.) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ХРАНЕНИЯ**

**Павлова Любовь Дмитриевна**, студент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
**Козловская Анна Викторовна**, студент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: lyuba.pavlova.0112@mail.ru  
Научный руководитель: **Безрукова Наталья Петровна**  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: bezrukova.natalia2011@yandex.ru

**Аннотация.** Кипрей узколистный – дикорастущее травянистое растение, имеющее в своем составе ценные пищевые ингредиенты, в том числе флавоноиды. Принимая во внимание тот факт, что сбор травянистого сырья является сезонным процессом, в статье представлены результаты исследования изменения содержания флавоноидов в собранном в Саянском районе Красноярского края кипрее узколистом в процессе хранения в течение двух лет. Установлено, что по прошествии одного года хранения содержание флавоноидов уменьшается более, чем на 16%, а через два года – более, чем на одну треть. Как следствие, в качестве сырья для обогащения, например, молочных продуктов флавоноидами хранить заготовленный травянистый ресурс больше, чем 1 год, не следует.

**Ключевые слова:** обогащение молочных продуктов функциональными ингредиентами, дикоросы, кипрей узколистный, флавоноиды, хранение

**INVESTIGATION OF THE CONTENT OF FLAVONOIDS IN *CHAMERION  
ANGUSTIFOLIUM* (L.) DEPENDING ON THE STORAGE TIME**

**Pavlova Lyubov Dmitrievna**, Student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
**Kozlovskaya Anna Viktorovna**, Student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: lyuba.pavlova.0112@mail.ru  
Scientific supervisor: **Bezrukova Natalia Petrovna**,  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: bezrukova.natalia2011@yandex.ru

**Abstract.** *CHAMERION ANGUSTIFOLIUM* (L.) is a wild herbaceous plant that contains valuable food ingredients, including flavonoids. Taking into account the fact that harvesting of herbaceous raw materials is a seasonal process, the article presents the results of a study of changes in the content of flavonoids in the *CHAMERION ANGUSTIFOLIUM* (L.) collected in the Sayansky district of the Krasnoyarsk Territory, during storage for two years. It was found that after one year of storage, the content of flavonoids decreases by more than 16%, and after two years – by more than one third. As a result, the harvested herbaceous resource should not be stored for more than 1 year as a raw material for enriching, for example, dairy products with flavonoids.

**Keywords:** enrichment of dairy products with functional ingredients, wild plants, *Chamerion angustifolium* (L.), flavonoids, storage

**Введение.** Рацион и структура питания играют важную роль в жизни человека. В настоящее время разработана концепция здорового питания, в рамках которой сформировано такое направление, как производство и потребление функциональных продуктов питания. Один из способов производства функциональных продуктов, и в частности, функциональных молочных продуктов состоит в том, что обогащение их состава функциональными ингредиентами реализуют, добавляя растительное сырье на различных стадиях их производства. При этом в качестве растительного сырья могут использоваться различные масличные культуры, плоды, ягоды, зерновые и продукты их переработки в виде муки, жмыха, шрота и др. [3, 4]. Так, в работе [3] предлагается моделировать жирнокислотный состав полутвердых крафтовых сыров посредством добавления семян тыквы.

Следует отметить, что значительный потенциал в придании продукции молочной промышленности функциональных свойств имеет нетрадиционное растительное сырье – дикоросы, обладающие богатым химическим составом и, как следствие, рядом полезных свойств. Значимым представляется тот факт, что дикоросы растут без специальной агрохимической обработки и в этом смысле могут стать важным компонентом производства безопасных функциональных продуктов питания. Авторами работы [2] отмечается, что применительно к крафтовым сырам дикорастущие растения, например, Красноярского края могут быть использованы как источник полиненасыщенных кислот для обогащения жирнокислотного состава сыров; как источник обогащения сыров незаменимыми аминокислотами; как источник обогащения витаминами и флавоноидами.

Из травянистых дикоросов в контексте химического состава представляет несомненный интерес кипрей узколистный *CHAMERION ANGUSTIFOLIUM* (L.). Так, авторы работы [8] для обогащения состава молока обезжиренного сгущенного с сахаром предлагают добавить в его рецептуру кипрей узколистный в виде водного экстракта. Авторами данной статьи исследовалась целесообразность использования кипрея узколистного для обогащения состава полутвердого сыра флавоноидами и витамином С [5, 6].

Поскольку сбор дикоросов имеет сезонный характер, **цель данной работы** заключалась в исследовании изменения содержания флавоноидов в кипрее узколистном *CHAMERION ANGUSTIFOLIUM* (L.) в зависимости от времени хранения.

**Материалы и методы.** Объектом экспериментального исследования являлся Кипрей узколистный (*Epilobium angustifolium* (L), собранный на территории Саянского района Красноярского края в период цветения в июле-августе 2022 года. Собранное растительное сырье высушивали до воздушно-сухого состояния в темном, хорошо проветриваемом помещении и хранили в бумажной упаковке. Перед выполнением эксперимента сухое травянистое сырье тщательно перемешивали и отбирали среднюю пробу методом квартования, затем дополнительно измельчали. Измельченную пробу рассеивали на ситах с целью получения фракций с размером 2 мм. Далее извлекали флавоноиды методом исчерпывающей экстракции. К навеске исследуемого образца массой 1,0 г приливали 100 мл 70% этилового спирта и выдерживали в термостате 15 минут при температуре 60°C, периодически перемешивая раствор. Полученное извлечение охлаждали до комнатной температуры и фильтровали. Процедуру экстракции повторяли ещё 4 раза, экстракты объединяли в мерной колбе. Исчерпывающую экстракцию выполняли в трех параллелях для каждой точки.

Определение содержания флавоноидов в полученных экстрактах выполнялось фотометрическим методом с использованием реакции комплексообразования с хлоридом алюминия. Раствором сравнения служил тот же экстракт, но без добавления хлорида алюминия. Такой подход позволил исключить влияние на результаты анализа других групп соединений, которые также могут поглощать в области максимума поглощения экстракта [9]. В качестве стандартного образца использовали рутин. Оптическую плотность полученного экстракта и подготовленного соответствующим образом стандартного образца рутина определяли на фотометре фотоэлектрическом КФК-3. Далее содержание суммы флавоноидов в пересчёте на рутин и абсолютное сухое вещество рассчитывалось по формуле

$$x = \frac{A \cdot m_0 \cdot 500 \cdot 25 \cdot 100 \cdot 100}{A_0 \cdot m \cdot 25 \cdot 2 \cdot 100 \cdot (100 - W)},$$

где  $m_0$  – масса рутина, г;  $A_0$  – оптическая плотность раствора комплекса стандартного образца рутина с хлоридом алюминия;  $m$  – масса исследуемого образца, г;  $A$  – оптическая плотность исследуемого раствора;  $W$  – потеря в массе при высушивании сырья (влажность), %; 2, 25, 100, 500 – объемы используемых в анализе растворов, мл.

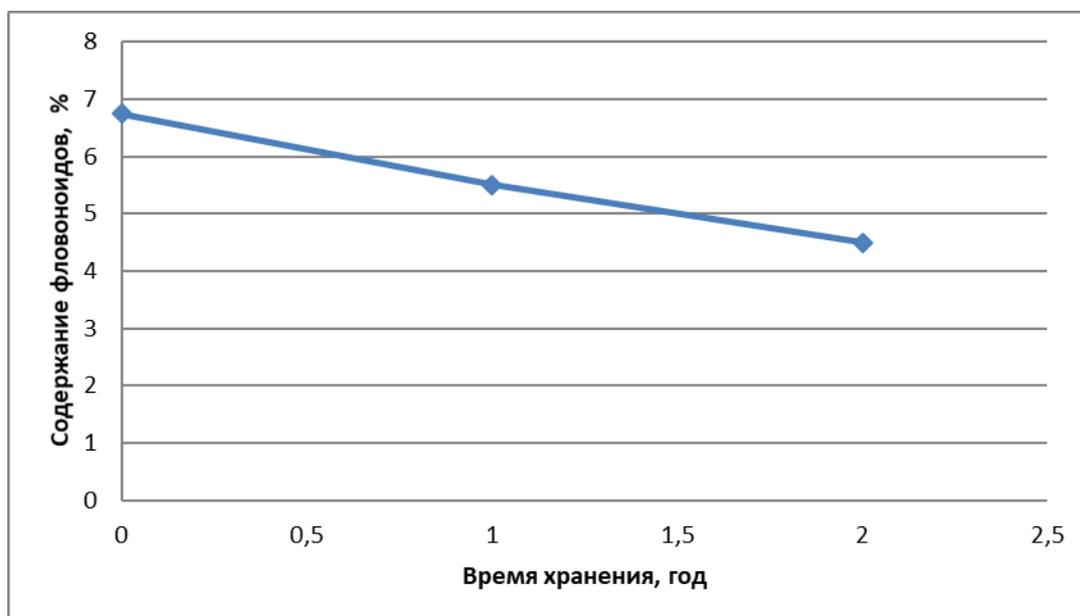
**Результаты и обсуждение.** Кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub) является многолетним травянистым растением семейства кипрейных – *Onagraceae*. Он принадлежит к опушечно-кустарниковой эколого-фитоценотической группе и является растением первых стадий сукцессии, т.е. занимает как пионерное растение освободившиеся местообитания [7]. Данное растение распространено в европейской части России, на территории Сибири, Дальнего Востока, население которых называет его Иван-чаем. В Красноярском крае кипрей узколистный произрастает в лесах, в гористой местности, часто вдоль дорог [5].

Химический состав и обеспеченные им различные свойства, в том числе и биологическая активность кипрея узколистного, исследовались многоаспектно. Известно, что листья кипрея наряду с другими биологически активными веществами содержат антоцианы и флавоноиды. Последние отно-

сятся к полифенольным соединениям. Являясь вторичными метаболитами, флавоноиды не имеют прямого отношения к росту или развитию растений, однако обеспечивают их питательными веществами, играют важную роль в защите растений от различных внешних факторов [7].

Что касается биологической активности флавоноидов, среди их многочисленных полезных для человеческого организма свойств, наиболее хорошо исследованным свойством является их способность выступать в качестве антиоксидантов. Конфигурация, замещение и общее количество гидроксильных групп в молекулах флавоноидов в значительной мере определяют механизмы их антиоксидантной активности. Последние могут включать подавление образования активных форм кислорода либо путем ингибирования ферментов, либо путем хелатирования микроэлементов, участвующих в образовании свободных радикалов; удаление активных форм кислорода и усиление или активацию антиоксидантной защиты [7].

На рисунке 1 представлены полученные нами данные по содержанию суммы флавоноидов в листьях кипрея узколистного, собранного в Саянском районе Красноярского края. На момент завершения заготовки травянистого сырья содержание флавоноидов в сухом образце составило  $6,7 \pm 0,3\%$ , что несколько превышает значения, имеющиеся в литературных источниках. Так, в работе [1] отмечается, что в популяциях, произрастающих в центральной России, в частности, в Московской, Ярославской и Калужской областях, содержание флавоноидов составляет от 3,43 до 5,93% в зависимости от почв, на которых произрастает дикорос, а также близости к воде. После хранения в течение двух лет содержание флавоноидов в сухом образце уменьшилось до  $4,5 \pm 0,2\%$ , то есть больше, чем на одну треть.



**Рисунок 1 - Содержание суммы флавоноидов (%) в кипрее узколистном при хранении травянистого сырья в течение двух лет**

**Заключение.** Таким образом, содержание флавоноидов в листьях популяции *Chamerion angustifolium* (L.), произрастающей в Саянском районе Красноярского края, уменьшается с возрастанием времени хранения травянистого сырья. Установлено, что по прошествии одного года хранения содержание флавоноидов уменьшается более, чем на 16%, а через два года – уже более, чем на одну треть. Как следствие, в качестве сырья для обогащения, например, молочных продуктов флавоноидами хранить заготовленный травянистый ресурс больше, чем 1 год, не следует. Необходимы дальнейшие исследования изменения содержания других входящих в кипрей узколистный ценных функциональных ингредиентов в процессе хранения.

### Список литературы:

1. Антоненко М.С. Вариабельность содержания фенольных соединений в листьях кипрея узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) в зависимости от условий произрастания / М.С. Антоненко, В.С. Меснянкина, Е.Л. Маланкина // Овощи России. – 2024. – № 3 – С. 36- 44.
2. Безрукова, Н.П. Нетрадиционное растительное сырье Красноярского края в обогащении крафтовых сыров функциональными ингредиентами / Н.П. Безрукова, Е.И. Сорокатыя// Актуальные вопросы переработки и формирование качества продукции АПК: Материалы междуна. науч. конф., – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 34-37.
3. Безрукова Н.П. Семена тыквы в моделировании крафтовых сыров с заданным жирнокислотным составом / Н. П. Безрукова, Т. В. Ступко, Е. И. Сорокатыя, Е. Н. Дружечкова // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 2(167). – С. 167-173.
4. Ключникова, Д.В Функциональные молочные продукты, обогащенные нетрадиционными растительными компонентами /Д.В. Ключникова, А.И. Исмаилова, А.А. Кузнецова, А.В. Тарасова // Международный научно-исследовательский журнал – 2016. – № 6 (48) - Часть 2.–С. 72-74.
5. Козловская, А. В. Кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.)), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*), Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) как потенциальные источники обогащения крафтовых сыров флавоноидами и витамином с / А. В. Козловская, Д. Э. Сафаралиева // Студенческая наука - взгляд в будущее : Материалы XVI Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 26 марта 2021 года. Том Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет. – 2021. – С. 388-390.
6. Козловская, А. В. Кипрей узколистный (*CHAMERION ANGUSTIFOLIUM* (L.) в обогащении функциональными ингредиентами продукции молочной отрасли / А. В. Козловская, Н. П. Безрукова // Актуальные вопросы переработки и формирование качества продукции АПК: Материалы международной научной конференции, Красноярск, 24 ноября 2021 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет. – 2021. – С. 187-189.
7. Курдюков Е.Е. Флавоноиды: классификация, биологические свойства и перспективы использования в медицине / Е.Е. Курдюков, Д.А. Плешакова, Н.Н. Глебова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. — 2023. — №11 (137). — URL: <https://research-journal.org/archive/11-137-2023-november/10.23670/IRJ.2023.137.143> (дата обращения: 13.11.2024). — DOI: 10.23670/IRJ.2023.137.143
8. Куренкова, Л.А. Обоснование применения кипрея узколистного при производстве молочных продуктов / Л.А. Куренкова, С.А. Куренков, А.И. Гнездилова. // Молочнохозяйственный вестник. – 2020. – №2 (38). – С.180-189.
9. Марахова, А.И. Унификация физико-химических методов анализа лекарственного растительного сырья и комплексных препаратов на растительной основе: дис. д-ра фарм. наук: 14.04.02 / Марахова Анна Игоревна; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова министерства здравоохранения российской федерации». – Самара, 2017. -313 с.

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА В КОРМОВЫХ ЦЕЛЯХ

**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.** Микроэлементы и витамины выполняют важную роль в сбалансированном кормлении сельскохозяйственных животных. Недостаток в кормовом рационе витаминов и микроэлементов ведет к нарушениям обмена веществ в организме животных, что приводит к уменьшению их продуктивности. Одним из способов введения в рацион кормления витаминов и микроэлементов является использование пророщенного зерна. Разработан ряд установок для проращивания зерновых культур с целью получения ростков, но сложность конструкции, значительная материалоемкость, требования к помещениям, где они устанавливаются, препятствуют широкому внедрению в производство. Целью данной работы является разработка технической документации по изготовлению автономного устройства для проращивания зерна и предъявляющего минимально возможные требования к помещению для проращивания.

**Ключевые слова:** зерно, устройство, проращивание, емкости с перфорированными днищами, ворошители, обеззараженный воздух, ультрафиолетовое излучение

## DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR GERMINATION OF GRAIN FOR FEED PURPOSES

**Pogrebnov Roman Stanislavovich**, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: romanpogrebnov@mail.ru

Scientific supervisor: **Semenov Alexander Viktorovich**,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: semenov02101960@mail.ru

**Abstract.** Trace elements and vitamins play an important role in the balanced feeding of farm animals. The lack of vitamins and trace elements in the feed diet leads to metabolic disorders in the body of animals, which leads to a decrease in their productivity. One of the ways to introduce vitamins and trace elements into the diet is to use sprouted grains. A number of plants have been developed for germinating grain crops in order to produce sprouts, but the complexity of the design, significant material consumption, and requirements for the premises where they are installed prevent widespread introduction into production. The purpose of this work is to develop technical documentation for the manufacture of an autonomous device for germinating grain and making the minimum possible requirements for a germination room.

**Keywords:** grain, device, germination, containers with perforated bottoms, agitators, disinfected air, ultraviolet radiation

В условиях рыночной экономики особое значение в производстве животноводческой продукции приобретает ее себестоимость. Поэтому разработка перспективных технологий подготовки зерновых кормов к скармливанию, позволяющих максимально использовать имеющиеся в них питательные вещества, является актуальной.

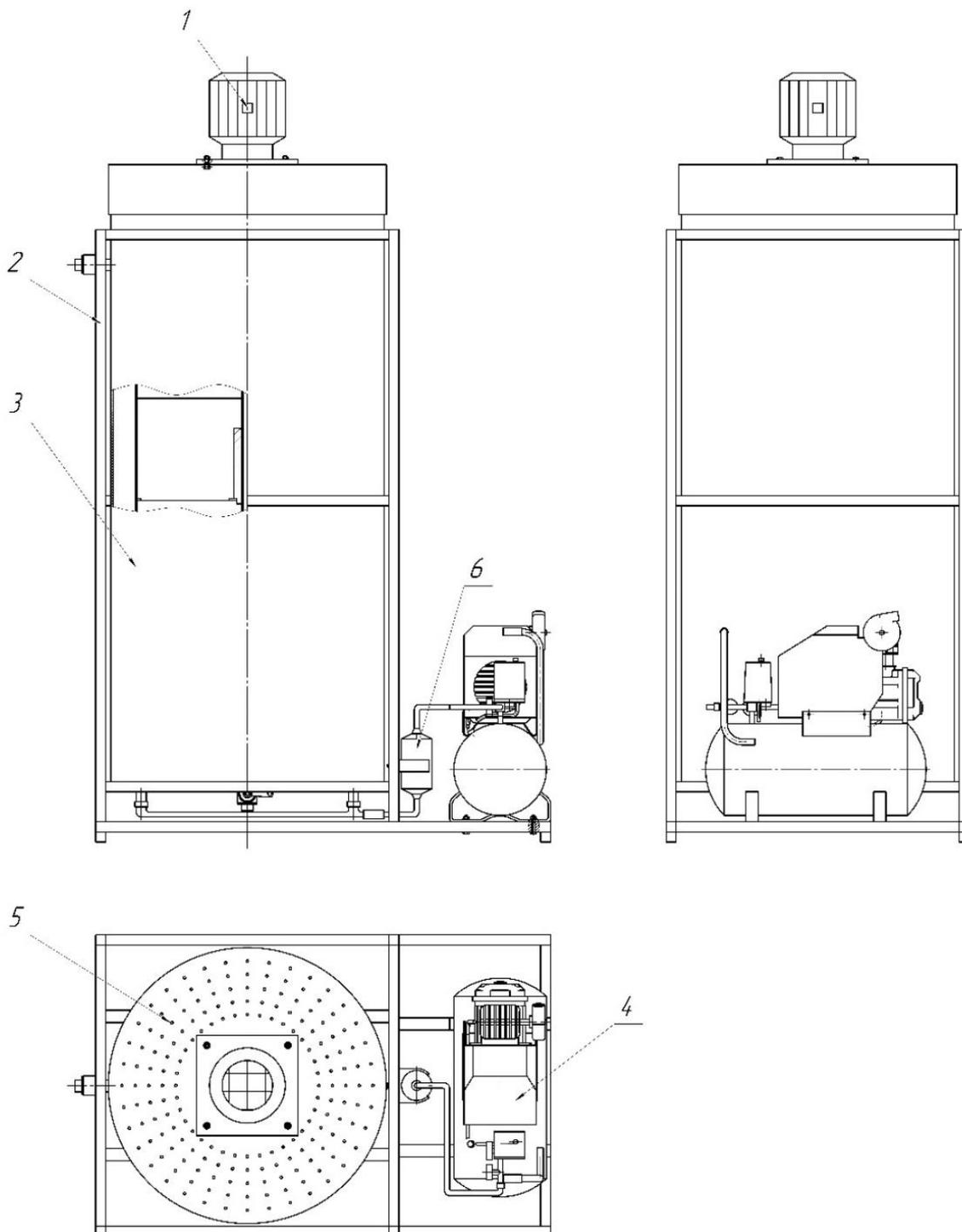
В настоящее время разработан ряд способов подготовки зерновых кормов к скармливанию (измельчение, плющение, запаривание и др.) [4]. Одним из способов, позволяющих при незначительных капитальных и производственных затратах получить корм с увеличенным содержанием витаминов А и Е, сырого протеина и др. является проращивание [8]. Вопросам проращивания зерна различных зерновых культур посвящены работы [1,2,3,6,7].

В инжиниринговом центре Красноярского ГАУ разработано, прошло патентную экспертизу устройство для проращивания зерна [5].

В соответствии с патентом на полезную модель (RU 220454 U1 МПК А01С 1/00) устройство для проращивания зерна предназначено для приготовления пророщенного зерна, затем раздачи его на корм молодняку КРС в возрасте от 2 до 6 месяцев.

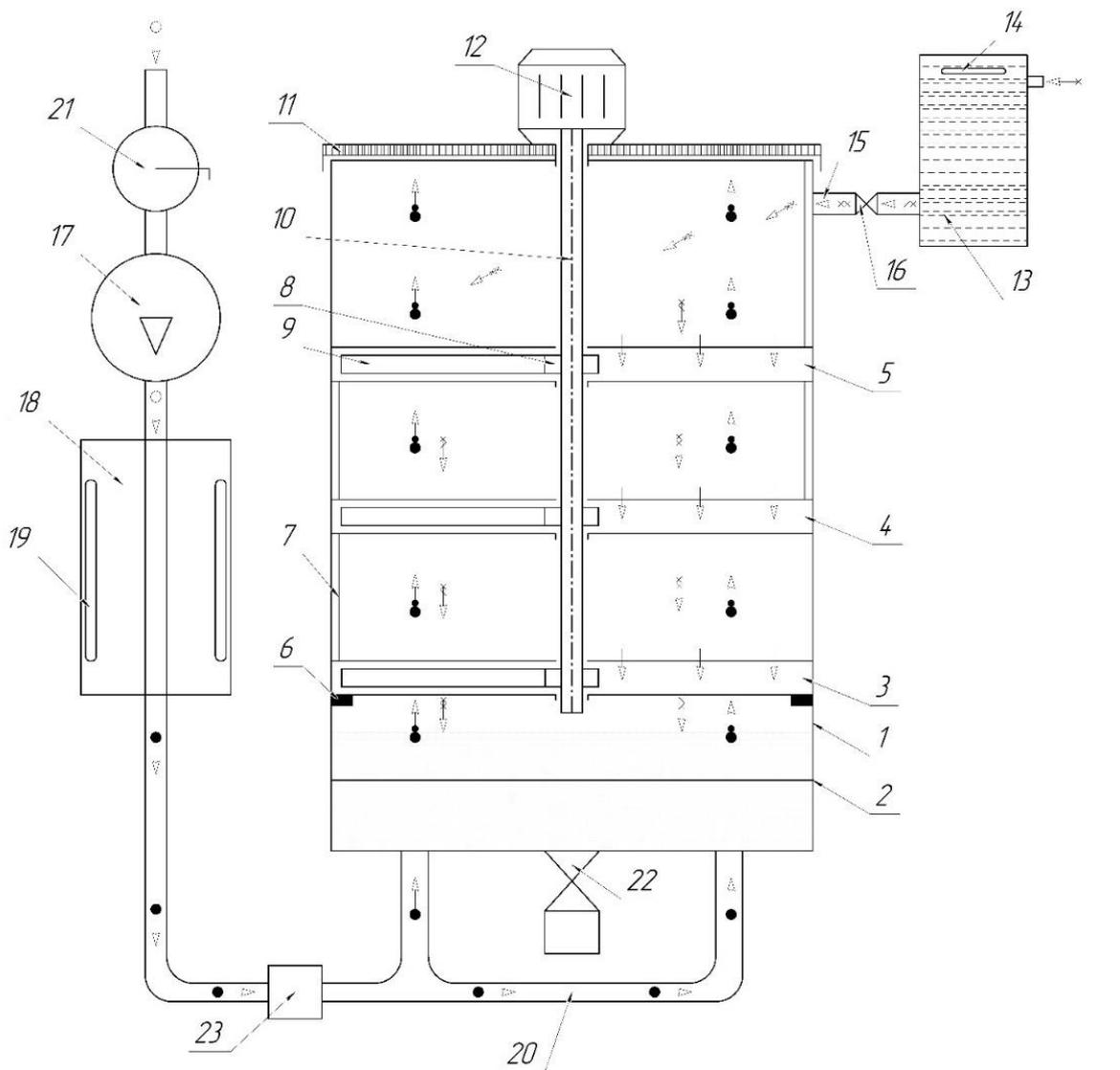
Анализирую литературные источники, добавление в рацион пророщенного зерна увеличивают суточный прирост на 100–120 гр. Общий вид устройства для проращивания зерна изображен на рисунке 1.

Устройство для проращивания зерна состоит из таких основных элементов как: мотор-редуктор – 1; рамы – 2; корпуса – 3; компрессора – 4; крышки – 5; источника ультрафиолетового излучения – 6.



*Рисунок 1 – Общий вид устройства для проращивания зерна*

Технологическая схема устройства для проращивания зерна изображена на рисунке 2.



1 – корпус; 2 – перегородка из пористого материала;  
 3,4,5 – емкости; 6 – выступ; 7 – стойка; 8 – втулка;  
 9 – пластина; 10 – вал; 11 – крышка; 12 – механизм привода;  
 13 – емкость для воды; 14, 19 – источник ультрафиолетового излучения;  
 15 – заливной патрубок; 16 – задвижка; 17 – компрессор;  
 18 – камера обеззараживания воздуха; 20 – распределительный  
 коллектор; 21 – регулятор; 22 – кран; 23 – обратный клапан.

→ зерно;  
 ○ атмосферный воздух;  
 △ вода;  
 △/ обеззараженная вода;  
 ● обеззараженный воздух;  
 ●/ обеззараженный увлажненный;  
 воздух.

**Рисунок 2 – Технологическая схема работы устройства для проращивания зерна**

Устройство состоит из корпуса – 1, в котором расположена перегородка из пористого материала – 2, позволяющая равномерно распределять воздушный поток. Внутри корпуса установлены емкости для проращивания зерна – 3,4,5. Нижняя емкость – 3 устанавливается на выступ – 6, а емкость – 4 и 5 на стойки – 7. В каждую емкость устанавливается ворошитель, состоящий из втулки квадратного сечения – 8, пластины – 9 изогнутой формы с прорезями для направления проходящего проращенного зерна. Благодаря приводному механизму – 12, вал - 10 входит в зацепление через втулки квадратного сечения, вследствие чего происходит вращение ворошителей.

Для обеззараживания и подогрева воды в резервуаре – 13 установлен источник ультрафиолетового излучения – 14. Обеззараженная вода из резервуара в корпус поступает через заливной патрубок – 15, расход регулируется задвижкой – 16.

Воздух в корпус устройства нагнетается компрессором – 17 через камеру обеззараживания – 18, в которой расположен источник ультрафиолетового излучения – 19, предназначенный для обеззараживания и подогрева воздушного потока и распределительный коллектор – 20. Расход воздуха регулируется регулятором – 21. Для слива воды в нижней части корпуса предусмотрена сливной кран – 22.

Для предотвращения поступления воды в камеру обеззараживания и компрессора на коллекторе установлен обратный клапан – 23.

Работа устройства для проращивания зерна происходит следующим образом.

В устройство устанавливается емкость для проращивания зерна -3, которое устанавливается на выступы – 6, устанавливается ворошитель, после чего емкость заполняется предварительно замоченным зерном. Далее устанавливаются стойки – 7, на которые помещаются емкости 4, 5, в которые по аналогичному принципу собираются и заполняются зерном.

Корпус – 1 закрывают крышкой с отверстиями – 11, на которую устанавливается приводной механизм – 12 с валом квадратного сечения – 10. Вал, проходя через отверстие в центре крышки и вертикальные каналы во втулках ворошителей входит с ними в зацепление.

Для поступления обеззараженной воды в корпус устройство предусматривает резервуар – 13, который с помощью ультрафиолетового источника – 14 устраняет все ненужные бактерии и вирусы, находящиеся в воде, при этом происходит подогрев воды.

После чего обеззараженная вода поступает в корпус, заполняя его по заливному патрубку – 15. При заполнении внутренней полости корпуса задвижка – 22 и обратный клапан – 23 закрыты, происходит замачивание зерна обеззараженной водой в емкостях.

Через регулятор – 21 поток воздуха компрессором – 17 нагнетается в камеру обеззараживания и подогрева воздуха – 18, где установлен источник ультрафиолетового излучения – 19, обеззараженный и подогретый поток воздуха через обратный клапан – 23 и коллектор – 20 подается в нижнюю часть корпуса, проходя через перегородку из пористого материала – 2, преобразуется в большое количество мелких пузырьков, которые проникают в емкости с зерном, отработанный воздух удаляется из корпуса через крышку с отверстиями.

После замачивания и очистки зерна в емкостях открывается кран – 22 и загрязненная вода удаляется из корпуса, после в корпус заливается чистая, обеззараженная вода в количестве, превышающем по высоте расположение перегородки из пористого материала.

Ворошитель осуществляет перемешивание и разрыхление слоя проращиваемого зерна. Обеззараженный воздух, непрерывно проходя через водяную ванну в нижней части корпуса и перегородку из пористого материала, насыщается влагой и в виде тумана проходит через емкости для зерна чем обеспечиваются оптимальные условия по влажности для проращивания зерна.

Устройство для проращивания зерна с ворошителями позволит обеспечить высокое качество проращивания за счет разрыхления и перемешивания проращиваемого слоя зерна.

#### Список литературы:

1. Матюшев В.В. Использование проращенного зерна пшеницы в экструзионных технологиях / В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина // Вестник КрасГАУ. 2020. №11 (164). – С. 184-189.
2. Матюшев В.В. Совершенствование технологии экструдирования четырехкомпонентной смеси с предварительным проращиванием одного из компонентов / В.В. Матюшев, А.В. Семенов, И.А. Чаплыгина // Вестник Омского ГАУ. 2021. №2 (42). – С. 113-120.
3. Матюшев В.В. Анализ способов и оборудования для проращивания зерна / В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина, А.В. Семенов // Проблемы современной аграрной науки: Материалы международной научно – практической конференции. Теоретические и технологические основы переработки растительного сырья (15.10.2020 года). Краснояр. Гос. Аграр. Ун-т. – Красноярск, 2020. – С. 364-366.
4. Полева Т.А. Нормированное кормление крупного рогатого скота / Т.А. Полева. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет. 2017. – 220 С.
5. Патент № 220454 U1 Российская Федерация, МПК А01С 1/02 1/00. Устройство для проращивания зерна. № 2022133636 заявл. 19.12.2022; Опубл. 14.09.2023 / А.В. Семенов, В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина, Р.С. Погребнов; заявитель ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет
6. Чаплыгина И.А. Производство экструдированной смеси с предварительным проращиванием зерна овса / И.А. Чаплыгина, В.В. Матюшев, А.В. Семенов // Вестник Алтайского государственного университета. 2020. №12 (194). – С. 91-95.

7. Чаплыгина И.А. Влияние массовой доли пророщенных семян рапса в смеси на питательную ценность экструдатов / И.А. Чаплыгина, В.В. Матюшев, А.В. Семенов // Вестник КрасГАУ. 2021. № 5. – С. 161-167.

8. Швецов Н.Н. Химический состав и питательность зерна пшеницы, ячменя и кукурузы в зависимости от способов подготовки их к скармливанию / Н.Н. Швецов, Н.П. Зуев, М.М. Наумов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 12 (134). – С. 101-106.

УДК 631.316.2

## КОМБИНИРОВАННАЯ ИГОЛЬЧАТАЯ БОРОНА

**Резер Артур Викторович**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: rezer@list.ru

Научный руководитель: **Богиня Михаил Васильевич**, кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: bmw-1964@yandex.ru

**Аннотация.** В статье проведен обзор основных видов борон, выявлены их достоинства и недостатки при обработке почвы, на основе результатов анализа предложена новая конструкция комбинированной игольчатой бороны.

**Ключевые слова:** зубовая борона, штригельная борона, дисковая борона, игольчатая борона, инновационная комбинированная игольчатая борона

## COMBINED NEEDLE HARROW

**Rezer Arhtur Viktorovich**, Student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: rezer@list.ru

Scientific supervisor: **Boginya Mikhail Vasilievich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: bmw-1964@yandex.ru

**Abstract.** The article provides an overview of the main types of harrows, identifies their advantages and disadvantages in soil cultivation, and proposes a new design of a combined needle harrow based on the results of the analysis.

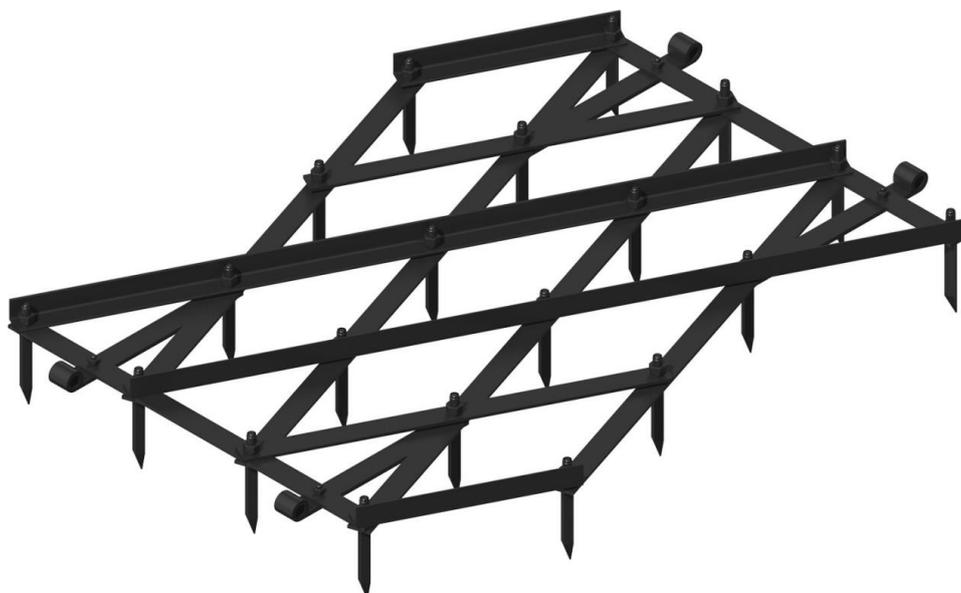
**Keywords:** tooth harrow, tine harrow, disc harrow, needle harrow, innovative combined needle harrow

Обеспечение высокого урожая основная задача сельского хозяйства. Для достижения хорошего урожая почву перед посевом обрабатывают бороной. Данное сельскохозяйственное орудие разрыхляет почву и уничтожает сорняки.

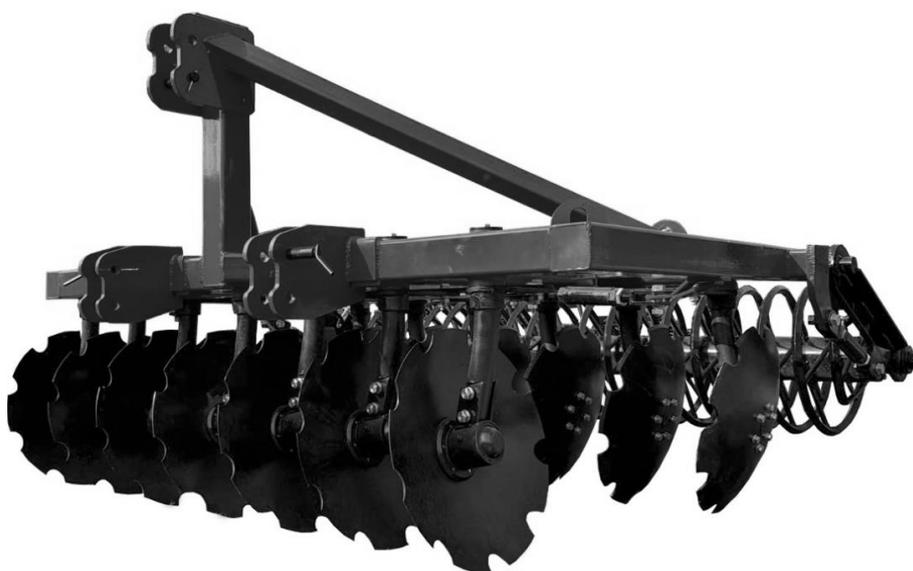
Существует несколько видов борон, выбор которых зависит от поставленных задач и условий. Существует четыре основных вида данного сельскохозяйственного орудия: зубовые, дисковые, штригельные, игольчатые (ротационные).

Зубовая борона (рисунок 1) использует зубья как основной инструмент обработки почвы. Это сельскохозяйственное орудие совершает неглубокую обработку почвы, до 5-6 сантиметров в глубину [5]. В следствии неглубокой обработки, чаще всего эта борона используется для обычного разравнивания почвы и внесения в нее семян. Главным недостатком является то, что зубья довольно быстро забиваются почвой.

Основным рабочим органом дисковой бороны (рисунок 2) являются диски, которые способны разрыхлять большие комки почвы, но для этого необходимо установить дисковые орудия под заданным углом атаки [2]. Данная борона решает главную проблему зубовой бороны - диски имеют большую универсальность, в отличии от зубьев, они способны дольше работать, не забиваясь комками почвы и прочими сорняками. Однако, данная борона непригодна для работы на каменистых почвах.



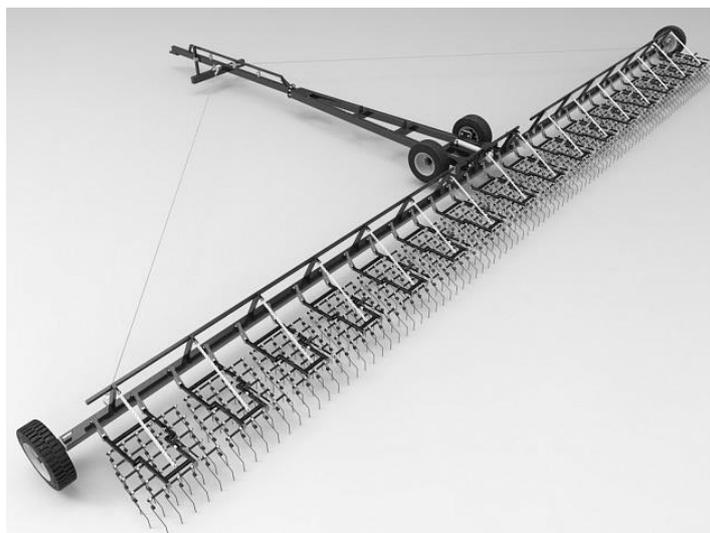
*Рисунок 1 - Зубовая борона*



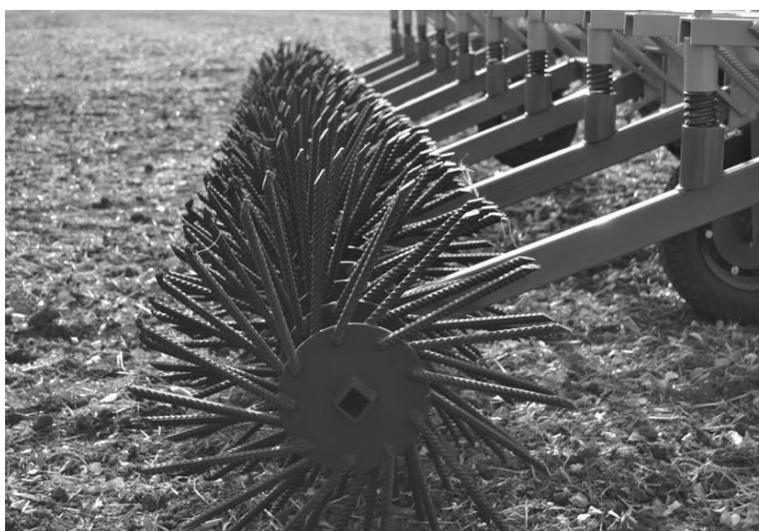
*Рисунок 2 - Дисковая борона*

У штригельной бороны (рисунок 3) рабочим органом является пружинный палец. Данный тип бороны является самым универсальным из всех, потому что она способна выполнять широкий спектр задач: боронование, выравнивание почвы, заделка почвы для внесения удобрений и т.д. [1]. Однако, пружинный метод обработки делает эту борону самой ненадежной из всего списка.

Рабочими органами игольчатой бороны (рисунок 4) являются дисковые органы с «иглами» на конце [1]. Обработку почвы такими боронами производят в ветроэрозийных зонах, обрабатывая почву «укалывая» ее. Эта борона может обрабатывать почву как до посева, так и после него [4]. Данный тип бороны может быть менее эффективным при работе с плотной и влажной почвой.



**Рисунок 3 - Штригельная борона**

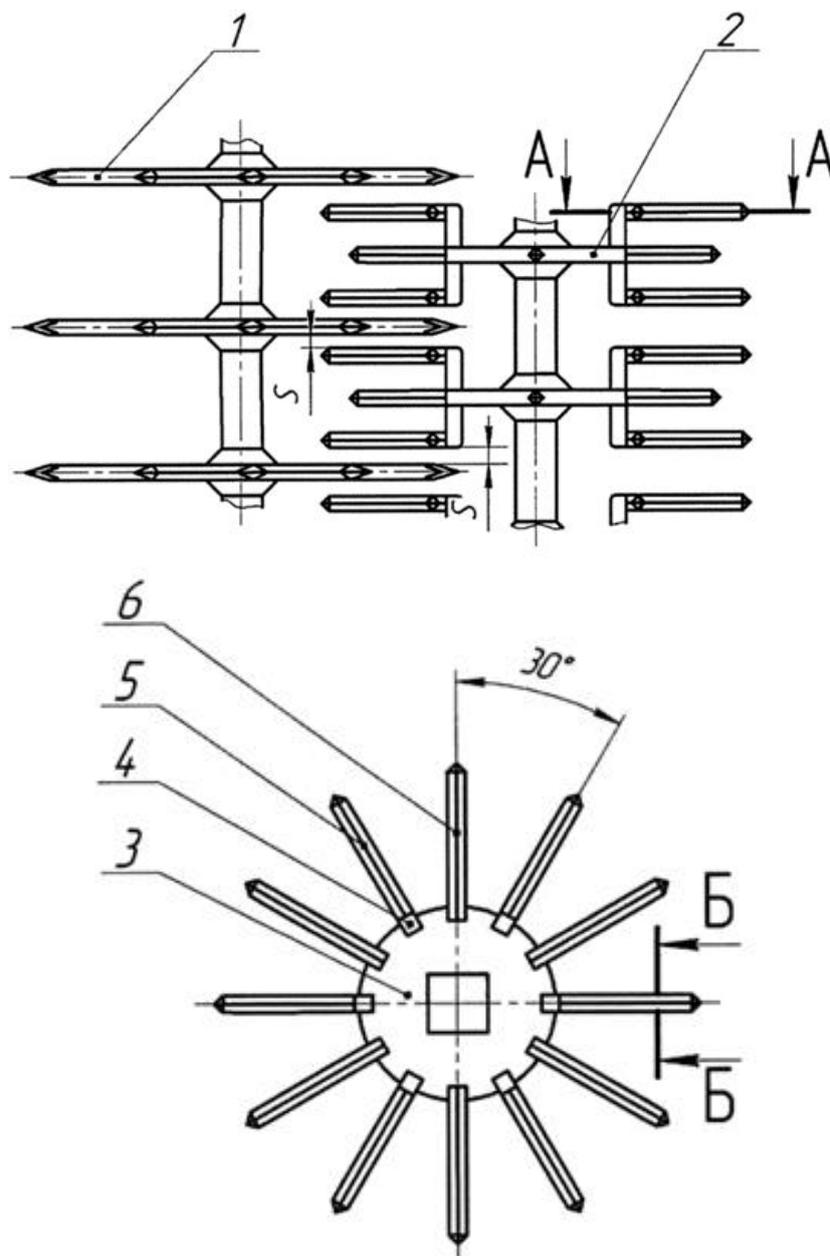


**Рисунок 4 - Игольчатая борона**

На основе проведенного анализа конструкций борон можно сделать следующие выводы: необходимо разработать конструкцию бороны позволяющую производить предпосевную обработку почвы, обработку паров, а также обработку почвы после уборки зерновых культур при повышенной влажности почвы в условиях Красноярского края.

Предлагаемая конструкция комбинированной игольчатой бороны (рисунок 5) представляет собой орудие, включающее в свой состав два типа рабочих органов: игольчатые и зубовые [3]. Игольчатые диски 1 установлены в виде батареи в переднем ряду, в заднем ряду установлены зубовые диски 2. В зубовом диске через 30 градусов прорезаны пазы, в которые через один вварены поперечины, по краям которых установлены зубья 6, а в следующий паз, расположенный за предыдущим пазом с поперечиной, по окружности диска вварен зуб 5. Зубья, установленные на поперечинах и по окружности диска, выполнены с поперечным сечением квадратной формы, при этом зубья, установленные в пазах диска, расположены ребром к горизонтальной поверхности.

При такой расстановке рабочих органов зубья, которые входят в рабочее пространство игольчатой батареи своей боковой поверхностью (ребром) счищают с игл налипшую почву, при этом очищаются сами. Зубья, идущие по середине диска, рыхлят почву, находящуюся между зубьями, приваренными на поперечинах.



**Рисунок 5-Комбинированная игольчатая борона:** 1-игольчатые диски; 2-зубовые диски; 3-диск; 4-поперечина; 5-зубья на поперечинах; 6-зуб

Предлагаемая конструкция комбинированной игольчатой бороны позволит работать на почвах с высокой влажностью до 35% с обработкой всей поверхности почвы по ширине захвата игольчатой бороны.

#### Список литературы:

1. Богиня, М.В. Почвообрабатывающие машины в ресурсосберегающих технологиях возделывания зерновых культур/ М.В. Богиня Красноярск, КрасГАУ, 2010,- 38с
2. К обоснованию типа дискового рабочего органа почвообрабатывающего агрегата для влагонакопления и влагозадержания на склоновых землях / Н.Д. Лепешкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межведомственный тематический сборник / Вып. 55 Национальная академия наук Беларуси, Республиканское унитарное предприятие "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства" Минск : Беларуская навука, 2022. -С.148-157
3. Патент на полезную модель № 229 902 U1 Российская Федерация, МПК А01В 21/04 (2006.01), А01В 21/04 (2006.01). Комбинированная игольчатая борона: № 2023128456: заявл.

08.11.2021: опубл. 01.11.2024/ Богиня Михаил Васильевич, Богиня Николай Михайлович, Васильев Александр Александрович, Резер Артур Викторович; заявитель, патентообладатель Красноярский государственный аграрный университет.

4. Прицепной культиватор модульного типа для предпосевной обработки почвы / О. В. Лисунов, А. А. Васильев, М. В. Богиня, Н. М. Богиня // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 19–21 апреля 2022 года / Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 57-59.

5. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины /В.М. Халанский, И В. Горбачев.-М.: Колос,2004.-628с

УДК 621.81

## ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ШТРИГЕЛЬНОЙ БОРОНЫ В T-FLEX CAD 17

**Фомин Вячеслав Валерьевич**, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: vbnjpk228@gmail.com

Научный руководитель: **Полюшкин Николай Геннадьевич**, кандидат технических наук

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: nigenn@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрено параметрическое моделирование штригельной бороны с созданием диалогов управления полученной моделью в системе автоматизированного проектирования T-Flex CAD 17.

**Ключевые слова:** системы автоматизированного проектирования, T-Flex CAD 17, 3Д моделирование, параметризация, диалоги управления, культиватор, штригельная борона

*Статья подготовлена при финансовой помощи краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках реализации проекта № 2023092009843 «Разработка энергоэффективного многофункционального почвообрабатывающего орудия, адаптированного для условий Красноярского края»*

## PARAMETRIC MODELING OF A WEDGER HARROW IN T-FLEX CAD 17

**Fomin Vyacheslav Valerievich**, Student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: vbnjpk228@gmail.com

Scientific supervisor: **Polyushkin Nikolay Gennadievich**, Candidate of technical science

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: nigenn@mail.ru

**Abstract.** The article discusses parametric modeling of a tine harrow with the creation of control dialogs for the resulting model in the T-Flex CAD 17 automated design system.

**Keywords:** computer-aided design systems, T-Flex CAD 17, 3D modeling, parameterization, control dialogs, cultivator, tine harrow.

*The article was prepared with the financial assistance of the regional state autonomous institution "Krasnoyarsk Regional Fund for Support of Scientific and Scientific-technical activities" in the framework of the implementation of project No. 2023092009843 "Development of an energy-efficient multifunctional tillage tool adapted to the conditions of the Krasnoyarsk Territory"*

Для того чтобы повысить эффективность выращивания зерновых и мелкосеменных культур, применяются различные технологические и технические решения. Они позволяют улучшить качество

подготовки почвы, но при этом они должны быть адаптированы к условиям сельскохозяйственных предприятий региона.

С ростом производства семян мелкосеменных культур возникает необходимость в улучшении технологии их выращивания и создании новых инструментов с более эффективными рабочими органами для качественной предпосевной обработки почвы.

Основная цель поверхностной обработки почвы, особенно при выращивании мелкосеменных культур, — формирование семенного ложа с оптимальной структурой, сохранение запасов влаги в почве и полное удаление сорняков с минимальными затратами энергии.

На рынке представлено множество комбинированных почвообрабатывающих машин, но большинство из них не соответствуют агротехническим требованиям для подготовки почвы под посев мелкосеменных культур.

В России и за рубежом ведутся исследования по созданию рабочих органов культиваторов, которые могут эффективно выполнять поверхностную обработку почвы. Однако конструктивные и технологические параметры существующих комбинированных машин не всегда обеспечивают необходимое воздействие на верхний слой почвы.

Разработка и внедрение в производство современной отечественной почвообрабатывающей техники позволит снизить зависимость сельскохозяйственных производителей от импорта технологий и машин для выращивания мелкосеменных культур.

Целью настоящей работы является разработка параметрической модели рабочего органа многофункционального почвообрабатывающего культиватора. В соответствии с целью исследования необходимо было решить следующие задачи:

- провести анализ конструкций рабочих органов культиватора;
- выполнить проектные работы и построить 3D модели отдельных деталей штригельной бороны и выполнить её сборку;
- создать диалоги управления геометрическими параметрами штригельной бороны.

Культиватор, как почвообрабатывающая машина, выполняет широкий спектр задач - рыхление почвы; борьба с сорняками; влагосбережение; окучивание. Он является важным инструментом для сельскохозяйственных работ, обеспечивающим эффективное использование земельных ресурсов и повышение урожайности.

В качестве рабочих органов на культиватор будут устанавливаться стрелчатые лапы, штригельные бороны, а также планчатые катки.

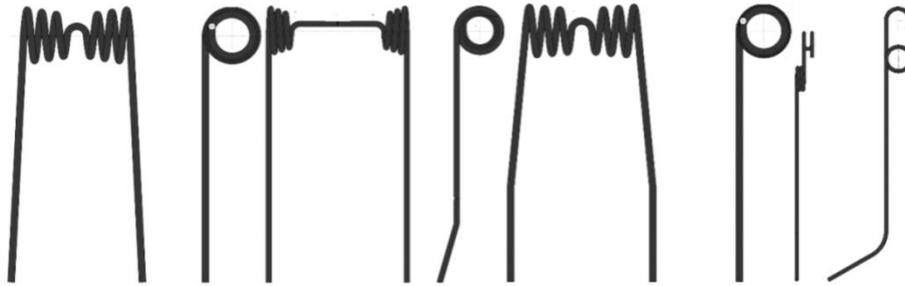
Стрелчатые лапы применяются для подрезания сорняков и рыхления почвы на небольшую глубину. Бывают лево- и праворежущие, односторонние и двусторонние. Изготовлены из стали или твёрдых сплавов.

Штригельные бороны используются для рыхления верхнего слоя почвы и уничтожения сорняков. Состоят из металлических зубьев, расположенных на пружинящей раме. Могут быть с одинарными, двойными или тройными зубьями. К достоинствам штригельной бороны можно отнести: эффективное уничтожение сорняков; улучшение структуры почвы; повышение плодородия; регулировка глубины обработки; снижение затрат на топливо; универсальность [7].

Планчатые катки применяются для уплотнения почвы и выравнивания поверхности поля. Состоят из металлических планок, расположенных на раме. Могут быть гладкими, ребристыми или с шипами.

Выбор конкретного рабочего органа зависит от типа почвы, глубины обработки, культуры и других факторов. Важно учитывать требования к качеству обработки почвы и цели использования техники.

В результате такого воздействия на поверхности образуется слой, состоящий из остатков растений. Это изменение поверхности приводит к существенному снижению испарения влаги. Если требуется более интенсивное воздействие на почву, то увеличивают угол наклона пружинных зубьев. На рисунке 1 изображены зубья пружинных борон.

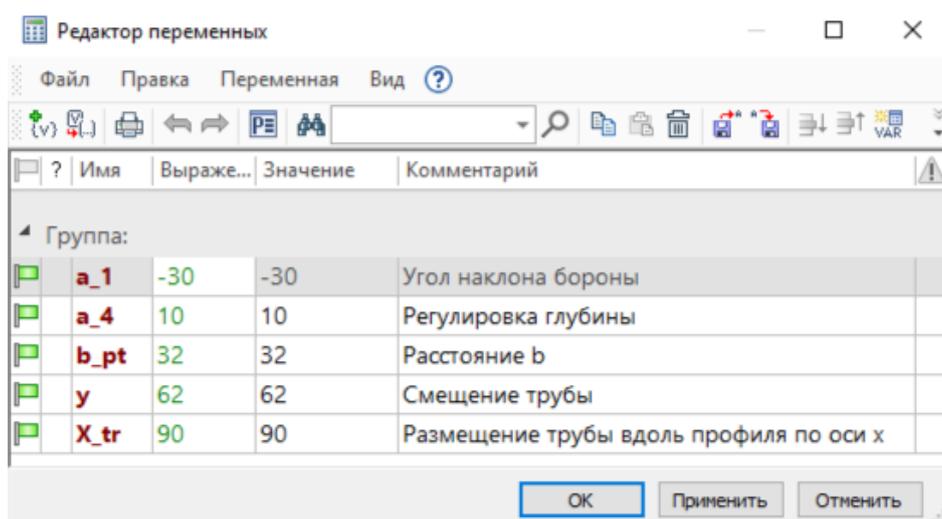


**Рисунок 1 – Рабочие органы пружинных зубовых борон: а) – зуб прямой; б) – зуб «Welger»; в) – палец пружинный БПУ – 00.001; г) – зуб ГВП–28–601**

В настоящее время существует острая необходимость в оптимизации процесса разработки изделий и ускорении выпуска готовой продукции. Сокращение сроков разработки конструкторской документации позволяет снизить затраты на создание изделия. Применение параметрического моделирования при разработке изделия значительно ускоряет процесс. Параметрическое моделирование отличается от традиционного двухмерного черчения и трёхмерного моделирования [1].

В основе этого подхода лежит создание чертежей и трёхмерных моделей с учётом управления параметрами. При параметрическом моделировании можно использовать не только числовые и текстовые значения параметров, но и переменные или уравнения, зависящие от переменных. Это позволяет связывать значения между собой, рассчитывать их по формулам в зависимости от входных параметров модели, изменять их извне [5; 6].

Переменные дают возможность получать значения необходимых параметров для любых элементов модели, передавать нужные значения компонентам сборки, связывать параметры одних элементов модели с другими и т.д (рис. 2).



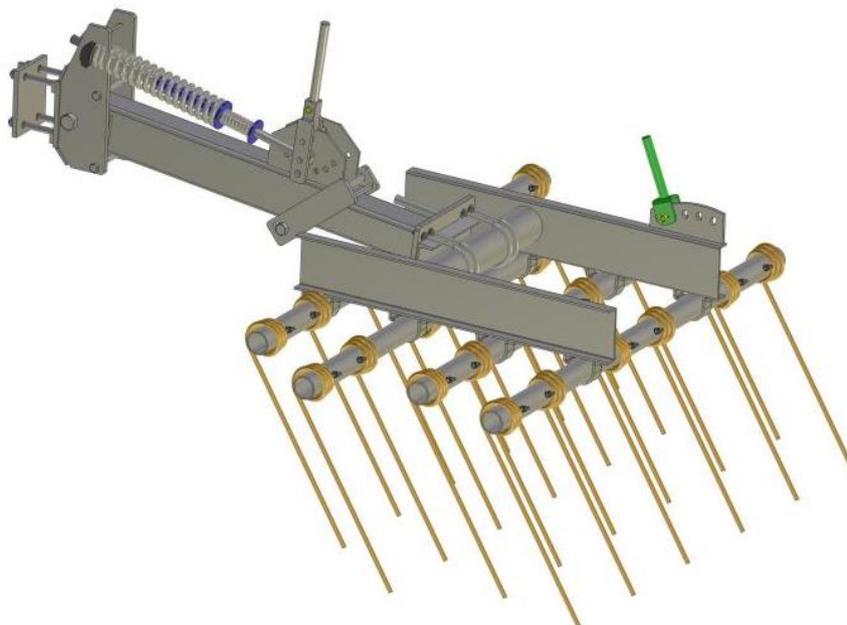
**Рисунок 2 – Редактор переменных для 3D-модели штригельной бороны**

Построение 3D модели штригельной бороны для многофункционального культиватора выполнялось в отечественно системе - T-Flex CAD 17. Данная система обладает широкими возможностями по способу задания значений переменных:

- с помощью формул и арифметических действий;
- с использованием файлов формата Excel и систем баз данных (Access, DBase и т.д.);
- с помощью табличных и графических зависимостей;
- с помощью внешних зависимостей неизвестной природы.

При построении моделей отдельных деталей и сборок использовалась размерная параметризация. Применение такой параметризации обусловлено тем, что конструкция бороны в своей основе имеет стандартный прокат (квадратный, прямоугольный), а также детали из листового металла (пла-

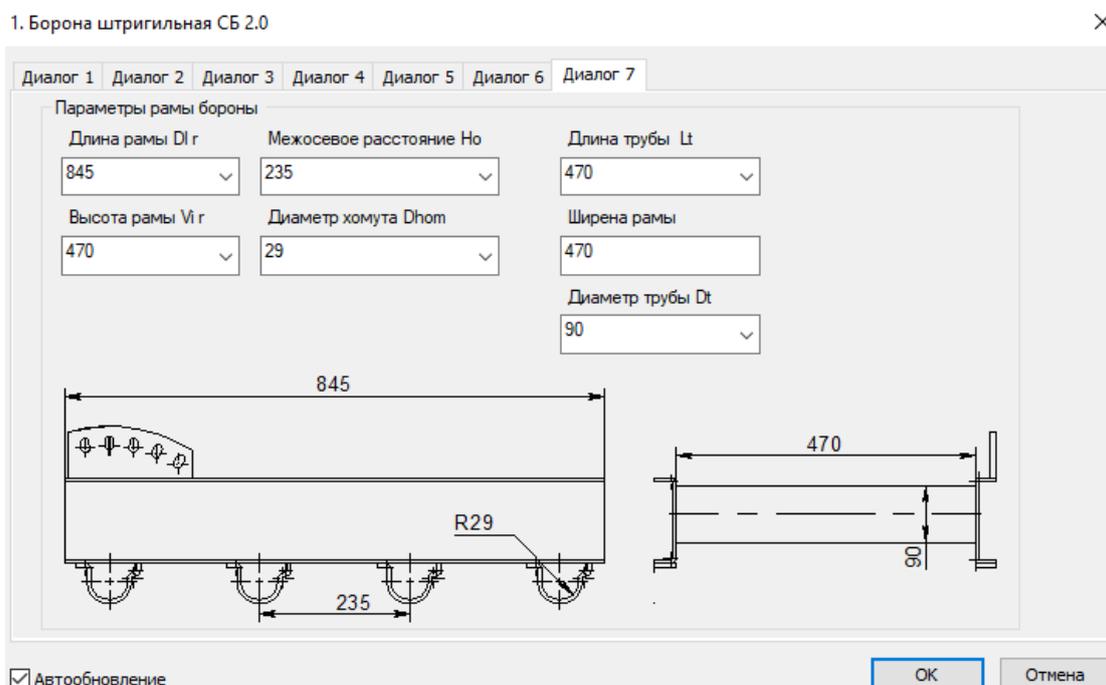
стины, проушины, кронштейны, пластики), отличающиеся между собой конструктивными параметрами и размерами (рис. 3) [2-4].



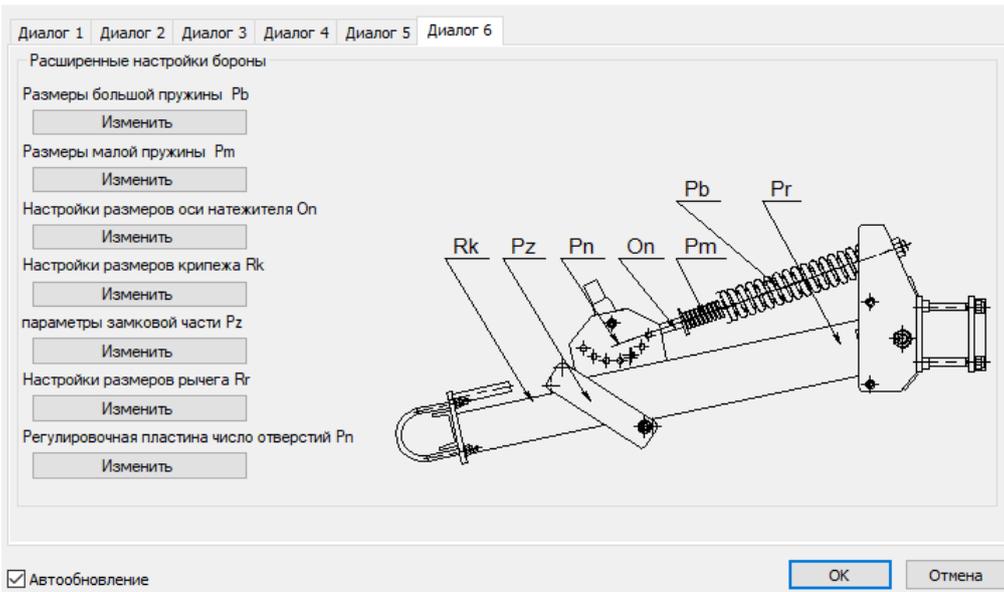
**Рисунок 3 - 3D модель штригельной бороны**

Для работы с внешними переменными были созданы специальные диалоговые окна, которые содержат стандартные элементы интерфейса Windows, такие как поля для ввода, выпадающие списки, переключатели «Да/Нет» и другие. Пользовательский диалог — это удобный и простой способ редактирования внешних переменных в параметрической модели. Он создаётся самим пользователем при разработке модели или её части [6].

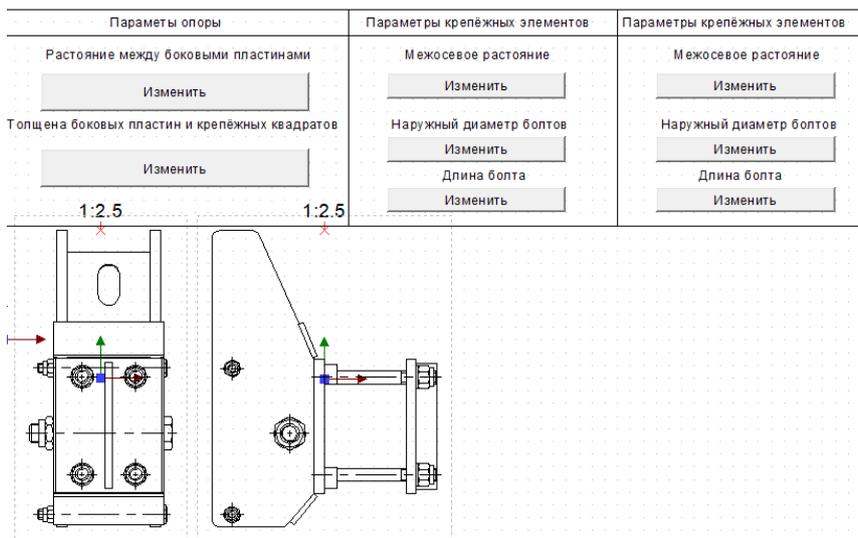
Для изменения геометрических параметров и режимов работы штригельной бороны были созданы пользовательские диалоги управления (рис. 4-7).



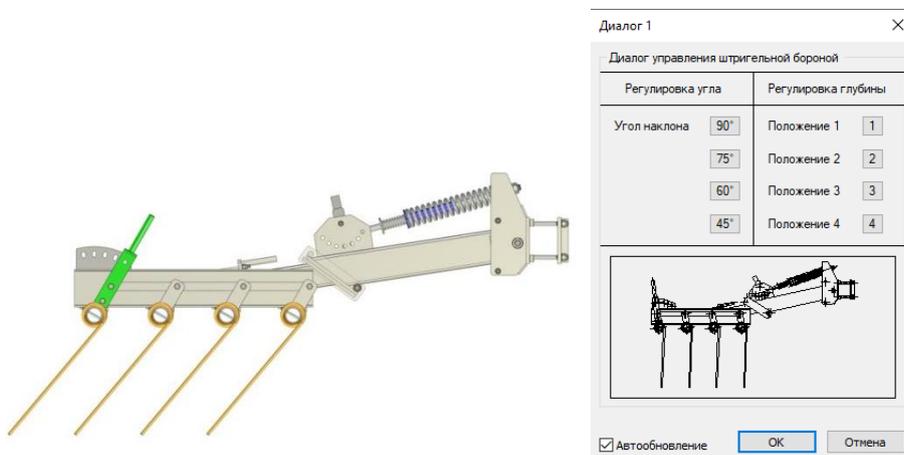
**Рисунок 4 – Диалог управления параметрической моделью «Рама бороны»**



**Рисунок 5 – Диалог управления параметрической моделью «Геометрические параметры штригельной бороны»**



**Рисунок 6 – Диалог управления параметрической моделью «Геометрические параметры крепления»**



**Рисунок 7– Диалог управления «Режимы работы бороны»**

Построенная параметрическая модель штригельной бороны учитывает особенности её эксплуатации. Позволяет сократить затраты времени на проектные работы с учётом технологических, функциональных и конструкторских требований, что ускоряет вывод продукции на рынок. Параметризация рабочего органа позволяет снизить стоимость конечной продукции, автоматизировать проектные работы и процессы производства, так как параметрические модели используются для формирования документации и технологической подготовки производства.

Практическая значимость продукта. Разработанная параметрическая 3D-модель штригельной бороны почвообрабатывающего культиватора позволит адаптировать данную конструкцию под различные условия работы.

#### Список литературы:

1. Иванов А. Д., Ямникова О. А. Применение параметризации при разработке конструкторской документации // Известия ТулГУ. Технические науки. 2014. №11-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-parametrizatsii-pri-razrabotke-konstruktorskoj-dokumentatsii> (дата обращения: 10.11.2024).

2. Полюшкин, Н. Г. Применение параметризации и библиотек типовых элементов при проектировании рамы культиватора / Н. Г. Полюшкин, А. П. Батрак, М. П. Полюшкина // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 16–18 апреля 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 154-157.

3. Полюшкин, Н. Г. Применение T-FLEX CAD для визуализации решения инженерных задач / Н. Г. Полюшкин, А. П. Батрак, М. П. Полюшкина // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России : Материалы IV международной научной конференции, Красноярск, 23–24 ноября 2023 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 132-138.

4. Полюшкин, Н. Г. Общие методы решения задач обратного проектирования / Н. Г. Полюшкин, А. П. Батрак, М. П. Полюшкина // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 18–20 апреля 2023 года / Ответственные за выпуск: А.В. Коломейцев, В.Г. Крымкова. Том 1. Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 151-156.

5. Применение библиотек типовых моделей в среде САПР T-FLEX CAD на Выборгском СЗ.– Текст:электронный//<https://sudostroenie.info/mobver/novosti/30964.html#:~:text=Пользовательские%20библиотеки%20в%20T-FLEX,благодаря%20чему%2C%20а%20также%20быстрому> (дата обращения: 10.11.2024).

6. T-FLEX CAD - король параметризации. Часть I. – Текст: электронный // [https:// www.tflex.ru / about/publications/detail/index.php?ID=5206](https://www.tflex.ru/about/publications/detail/index.php?ID=5206) (дата обращения: 10.11.2024).

7. Чернявский, А.Н. Взаимосвязь конструктивных и технологических параметров рабочего органа штригельной бороны / А.Н. Чернявский, И.Б. Борисенко // Материалы международной научно – практической конференции, посвященной 120 – ти летию со дня рождения К. Г. Шульмейстера (15 мая 2015). Волгоград. – 2015. – С. 67 – 73.

**ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН В ПРОЦЕССЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ХРАНЕНИЯ**

**Худяков Матвей Васильевич**, студент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: hudyackov.matvei@yandex.ru

**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.** Рабочие органы почвообрабатывающих машин подвергаются в процессе их эксплуатации и хранения абразивному и коррозионному износу, теряя при этом работоспособность. Потерю работоспособности можно оценить по изменению прочности и твердости материала изделия. В работе проведены измерения твердости основной и рабочей поверхности стрелчатой лапы культиватора модульного типа, изучены виды и причины коррозии детали.

**Ключевые слова:** лапа культиватора, работоспособность, прочность, твердость, коррозия, хранение

**CHANGES IN MECHANICAL AND OPERATIONAL PROPERTIES OF MATERIALS OF WORKING UNITS OF SOIL TILLAGE MACHINES DURING THEIR OPERATION AND STORAGE**

**Khudyakov Matvey Vasilievich**, Student  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
e-mail: hudyackov.matvei@yandex.ru

**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 working bodies of soil-cultivating machines are subject to abrasive and corrosive wear during their operation and storage, thereby losing their functionality. Loss of performance can be assessed by changes in the strength and hardness of the product material. The work measured the hardness of the main and working surfaces of the pointed paw of a modular type cultivator, and studied the types and causes of corrosion of the part.

**Keywords:** cultivator foot, performance, strength, hardness, corrosion, storage

Рабочие органы почвообрабатывающих машин в процессе эксплуатации и хранения теряют свою работоспособность по причинам абразивного и коррозионного износа.

Под работоспособностью мы понимаем состояние деталей или машин, при котором они способны выполнять заданную функцию с параметрами, установленными требованиями технической документации. Главным параметром работоспособности изделия является прочность, которая должна соответствовать ГОСТ. К важным параметрам работоспособности рабочих органов почвообрабатывающих машин относят и износостойкость [7]. Контролируя изменения показателей прочности и износостойкости в процессе эксплуатации и хранения сельскохозяйственной техники, инженерному составу предприятий можно следить и за состоянием работоспособности изделий.

Если прочность является важнейшим механическим свойством материалов, то износостойкость относят к эксплуатационным свойствам. И то, и другое свойство находятся в прямопропорциональной зависимости от твердости материалов. Так, например, для ковanej стали и катаной стали

$\sigma_s = 0,36 \text{ НВ}$  [10],

где  $\sigma_s$  – прочность металлов на растяжение, МПа;

НВ – число твердости по Бринеллю, Мпа.

Износостойкость – это свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию, то есть величина, обратная скорости или интенсивности изнашивания [3]. Существует множество методов испытаний на износ, в которых моделируются различные условия эксплуатации деталей. Результаты таких испытаний довольно трудно сопоставить [4].

Таким образом, измерение твердости материалов твердость является более удобным способом для определения работоспособности машин.

Цель работы – определение изменения работоспособности стрелчатой лапы культиватора в процессе ее эксплуатации и хранения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: измерить твердость рабочей и основной части лапы культиватора; проанализировать причины изменения твердости.

Поставленные задачи решались при помощи методов научного исследования: анализа научной и учебной литературы по тематике исследования; измерения свойства материала.

Исследованию подверглась лапа культиватора производства компании John Deere, которые установлены на культиваторах, разработанных в Красноярском ГАУ, и используемых в учебном хозяйстве университета (рис. 1) [6].



*Рисунок 1 – Лапа культиватора производства компании John Deere*

Стрелчатые лапы культиваторов изготавливают одним из методов горячей обработки металлов – горячей штамповкой [11] из низколегированных рессорно-пружинных сталей 65Г, 70Г, обладающих повышенной износостойкостью. Режущую кромку лапы рекомендуют закалять в индукторе и производить низкий отпуск до достижения твердости HRC 55-60 (мартенсит на рабочей кромке) [2]. Современные исследования обосновывают необходимость производить упрочняющую обработку рабочей поверхности лап до твердости HRC 65-70 [1].

На исследуемом образце для упрочнения наплавка рабочей кромки валиками.

Перед началом измерения твердости был проведен визуальный осмотр поверхности культиватора, который выявил следы значительного коррозионного разрушения упрочненной рабочей поверхности лапы (рис. 2).

Рабочие органы почвообрабатывающих машин в процессе эксплуатации подвергаются коррозионному износу в процессе протекания грунтовой коррозии [8]. Грунтовая коррозия может протекать на поверхности изделия и в период хранения, если изделие не было очищено от почвы и растительных остатков.

Поскольку продолжительность хранения сельскохозяйственных агрегатов в несколько раз превышает длительность их использования, то и коррозионные разрушения металлов за время хранения машин, особенно если не соблюдаются правила консервации, могут достигнуть большей величины, чем в период их работы [5].

Исследуемая лапа не эксплуатировалась в производственных условиях, а хранилась в помещении на открытом воздухе. Поэтому протекание грунтовой коррозии с язвенными поражениями металла исключено.



**Рисунок 2 – Следы коррозионного разрушения рабочей поверхности лапы культиватора**

Наблюдаемое сплошное коррозионное разрушение объясняется протеканием атмосферной коррозии, носящей электрохимический характер [8]. Скорость атмосферной коррозии увеличивается с увеличением в окружающем воздухе влаги и примесей агрессивных газов и пыли [9].

Замещение частиц металла (в данном случае железа) на более хрупкие окислы, что происходит при коррозии, должно вызывать потерю прочности, следовательно, и твердости, и снижение работоспособности лапы.

Для определения твердости материала стрельчатой лапы были вырезаны прямоугольные фрагменты из крыла и носовой части лапы культиватора (рис. 3).



**Рисунок 3 – Места вырезания фрагментов лапы культиватора**

Твердость по Роквеллу определялась на универсальном стационарном твердомере модели HBRV -187,5 производства Beijing Time High Technology Ltd, который позволяет проводить измерения твердости по методам Бринелля, Роквелла и Виккерса. Допускаемая погрешность измерения на приборе составляет  $\pm 1$ HRC.

Измерение твердости не удалось осуществить на фрагменте из носовой части лапы, из-за выпуклости нижней поверхности.

Твердость фрагмента, вырезанного из крыла, измеренная в пяти точках, составила:

- основной металл – HRC 33,3;
- наплавленной рабочей поверхности – HRC 60,4.

Таким образом, исследование представленной лапы культиватора показало:

1. Несоблюдение правил хранения рабочих органов почвообрабатывающих машин вызывает протекание на поверхности изделия атмосферной коррозии.
2. Основной металл при изготовлении подвергался термической обработке, заключающейся в закалке и высоком отпуске [12], что обеспечивает изделию хорошее сочетание прочности и пластичности.
3. Твердость упрочненной рабочей поверхности оказалась меньше рекомендованной, что может быть объяснено появлением продуктов коррозии вследствие хранения лапы без нанесения защитного покрытия.
4. Абразивный и коррозионный износ при эксплуатации и хранении рабочих органов почвообрабатывающих машин вызывает снижение прочности и работоспособности.

### Список литературы:

1. Бакижанова Д.С., Жусин Б.Т., Канаев А.Т. Плазменное упрочнение сменных деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин. Materialy V111 Mezinarodni vedecko-prakticka konference "VZNIKMODERNI VEDECKE - 2012", Praha Publishing House " Education and Science" s.r.o. 2012, p. 83-87
2. ГОСТ 14959-79. Прокат из рессорно-пружинной углеродистой и легированной стали. – Введ. 1981-01-01. – Текст электронный // URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294847/4294847504.pdf> (дата обращения: 24.10.2024)
3. ГОСТ 27674-88. Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения. – Введ. 1989-01-01. – Текст: электронный // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200010805> (дата обращения: 14.10.2024)
4. Золоторевский, В.С. Механические свойства металлов.: учебник для вузов / В.С. Золоторевский. – М.: Металлургия, 1983. – 352 с.
5. Какие факторы влияют на износ деталей сельскохозяйственных машин в нерабочий период? [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfile.net/preview/5050627/page:3> (дата обращения 21.10.2024)
6. Лисунов О.В. Исследование влияния параметров рабочих органов и режимов работы культиватора модульного типа на качество поверхностной обработки почвы / О.В. Лисунов, М.В. Богиня, А.А. Васильев, Е.Н. Олейникова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, г. Ульяновск. – 2023, № 1 – С. 190- 197.
7. Работоспособность и надежность деталей, механизмов и машин [Электронный ресурс]. – URL: [https://k-a-t.ru/detali\\_mashin/2-dm/index.shtml](https://k-a-t.ru/detali_mashin/2-dm/index.shtml) (дата обращения 23.10.2024)
8. Романченко Н.М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии: учеб. пособие / Н.М. Романченко, В.Ф. Беспалов. – Красноярский гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 280 с.
9. Романченко Н.М. Исследование количества и состава загрязняющих веществ окружающего воздуха на коррозию сельскохозяйственной техники // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 19-21 апреля 2022 года. Часть 2. – Красноярск: - Красноярский государственный аграрный, 2022. – С. 108-111.
10. 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.
11. Романченко, Н.М. Материалы и технологии в машиностроении: учеб. пособие / Н.М. Романченко; Красноярский гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 351 с.
12. Стали и сплавы. Марочник. [Электронный ресурс]. – URL: [https://xn--e1alhsoq4c.xn--p1ai/SPbSTU/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8%20%D0%B8%20%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8\\_%D0%B8\\_%D1%81%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D1%8B\\_%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA\\_2001\\_%D0%A1%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D0%BD.pdf](https://xn--e1alhsoq4c.xn--p1ai/SPbSTU/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8%20%D0%B8%20%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8_%D0%B8_%D1%81%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D1%8B_%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA_2001_%D0%A1%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D0%BD.pdf) (дата обращения 21.10.2024)

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ 1. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Афанасьева А.О., Чебодаев А.В. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИЕЙ С ПОМОЩЬЮ ГЕЛИОТРЕКЕРА	3
Баранова М.П., Ибрагимова Х.И. О СИНУСОИДАЛЬНОСТИ ТОКА ПРИ БИОГАЗОВОЙ ГЕНЕРАЦИИ	8
Бастрон А.В., Суворов В.О. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ	12
Бердникова Л.Н. ТЕХНИЧЕСКАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА ОПЕРАТОРА ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ КОРМОЦЕХОВ	17
Бердникова Л.Н. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТНИКОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	21
Васильев А.А., Сидыганов Ю.Н., Лисунов О.В., Богиня М.В., Беляева Е.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КУЛЬТИВАТОРОВ	24
Глушанков А.Р., Дорохин С.В., Тертерапшвили Д.Г. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ АДАПТИВНОГО СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	29
Гринякин Р.В., Загородний Н.А., Дорохин С.В. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	32
Долгих П.П. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ	36
Доржеев А.А., Очиров В.Д. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКОНДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВНОГО КОМПОНЕНТА ДЛЯ ЗЕРНОСУШИЛОК	39
Заплетина А.В., Дебрин А.С., Уткина Т.А. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В ТЕПЛИЧНОМ КОМПЛЕКСЕ	43
Иванов Д.С., Баранова М.П., Имеев И.Е. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПОЛИВА В ТЕПЛИЦАХ	47
Имеев И.Е., Баранова М.П., Иванов Д.С. ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АПК	51
Калинин Ц.И., Куницын Р.А., Багаев А.А., Осипов В.А. УПРОЩЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ	54
Катаргин С.Н., Кайзер Ю.Ф., Кузнецов А.В. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ И ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ДОРОЖНО-УЛИЧНОЙ СЕТИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ	57
Козлов В.А., Полюшкин Н.Г. ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРИЦЕПНОГО КУЛЬТИВАТОРА МОДУЛЬНОГО ТИПА	61
Кузнецов А.В., Кузьмин Н.В., Кайзер Ю.Ф., Будьков В.А. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОРУДИЯ ДЛЯ СПЛОШНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	65
Лонцева И.А., Коновалова А.Р. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУНКЕРА ПЕРЕГРУЗЧИКА-НАКОПИТЕЛЯ ВО ВРЕМЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И СОИ	70
Максимов И.С. КАК ПОВЫСИТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ОСОБЕННОСТИ И МЕТОДЫ НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА	73
Матюшев В.В., Семенов А.В., Чаплыгина И.А. АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИХ К СКАРМЛИВАНИЮ	78
Оразмухаммедов Х., Комеков А.К., Бердиев Б.А., Баллыев О.М., Бекметова Д.Б. ХАРАКТЕР РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ЭКСКАВАТОРАМИ	81

Романченко Н.М. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	85
Садакова А.П., Чебодаев С.А., Чебодаев А.В. ОБОСНОВАНИЕ ТИПА АККУМУЛЯТОРОВ ДЛЯ АВТОНОМНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ЗАКАЗНИКА «ПОЗАРЫМ» ХАКАССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА	89
Селиванов Н.И., Запрудский В.Н. ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ	95
Сидорский В.М., Бастрон А.В. ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ	100
Тергерашвили Д.Г., Дорохин С.В., Глушанков А.Р. АНАЛИЗ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА 2022–2024 гг. И ТЕНДЕНЦИИ ИХ РАЗВИТИЯ	104
Тойлыев Ш.Д., Алиев Б.М., Курбанова А.Б., Мириева М.Н., Махемов Ю.Д. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	108
Ушанов В.А., Терских С.А. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ИССЛЕДОВАНИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ МАШИН СТАРЕНИЮ	110
Филимонов К.В. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СНЕГОХОДНОГО ПРИЦЕПНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И МЕТОДЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ	116
Хохолкова О.Г., Уткина Т.А., Дебрин А.С. ОЦЕНКА СИСТЕМАТИЗАЦИИ И ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (АИИСКУЭ)	123
Хохолкова О.Г., Уткина Т.А., Дебрин А.С. ОЦЕНКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АИИСКУЭ	128
Шаршембиев Ж.С., Абдырахманов И.А., Сурапов А.К. СПОСОБ УБОРКИ ФАСОЛИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ	132
<b>СЕКЦИЯ 2. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ</b>	
Абакумов С.Н., Лобков В.Т., Бобкова Ю.А. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАПСА В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	138
Байкалова Л.П., Карвель А.А. ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОПРЕПАРАТОВ	141
Байкалова Л.П., Попов В.Ю. ОЦЕНКА ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ ПО УРОЖАЙНОСТИ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ	146
Батанина Е.В., Семерня А.С., Никифоров М.Д., Никифорова Я.Ю. К ПРОБЛЕМЕ МИКРОПЛАСТИКА В ЭКОСИСТЕМАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ	150
Белоусова Е.Н., Белоусов А.А. ФОРМИРОВАНИЕ ЗАПАСОВ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ	153
Власенко О.А., Колесник А.А., Лебедев Н.В. ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ	158
Власенко О.А., Кураченко Н.Л., Колесник А.А., Казюлин Л.Ф., Капустина Е.С. ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО ГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ	161
Демиденко Г.А. ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОПОДЗОЛЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ	163
Карпенко М.С., Шишкин А.С. РОЛЬ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА В УСТОЙЧИВОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ: ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ И ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ	166
Колпакова О.П. ПРОЕКТ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА КАК ВАЖНЕЙШАЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ	169
Кураченко Н.Л., Казюлин Л.Ф. ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ ЛИГНОГУМАТ АМ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ	173
Мистратова Н.А., Бопп В.Л., Гриценко А.А., Савченко А.В. ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЕ РАСТЕНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ	177

Пятаков М.А., Ишков И.В. <b>ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ В УСЛОВИЯХ ЦЧЗ</b>	180
Савенкова Е.В., Волков В.О. <b>НЕИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕТНЕЙ ТЕПЛИЦЫ</b>	185
Савенкова Е.В., Юшин Н. <b>ФИТОСАНИТАРНЫЙ МОНИТОРИНГ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕТНЕЙ ТЕПЛИЦЫ</b>	189
Сачивко Т.В., Босак В.Н. <b>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ И ЭФИРНО-МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР</b>	194
Сторожева О.В., Петрова П.М., Дорохин С.В., Чепрасова А.А. <b>ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ МИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ</b>	197
Ступницкий Д.Н., Павлов И.Ю., Павлыш А.Е. <b>ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДНОЙ ОБРАБОТКИ ПОСЕВОВ СОИ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ</b>	200
Труфанов А.М. <b>ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ЧИСЛЕННОСТЬ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ПАХОТНОМ СЛОЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ</b>	204
Улахович Н.В., Босак В.Н. <b>АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ БОБОВЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ</b>	208
Цыркунова О.А., Сачивко Т.В., Коваленко Н.А., Супиченко Г.Н. <b>КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ СОРТОВ МЯТЫ ПЕРЕЧНОЙ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ</b>	211
Шрам Н.В., Келер В.В. <b>ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА БЕЛКОВОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА НОВОСИБИРСКАЯ 15</b>	216
<b>СЕКЦИЯ 3. РЕАЛИЗАЦИЯ НОВЫХ СТАНДАРТОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ АПК</b>	
Дадаян Е.В. <b>К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ ПРИОБРЕТЕНИЯ ПРАВОВОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СПЕЦИАЛИСТА В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА</b>	220
Доржеев А.А., Кузьмин Н.В. <b>ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ В РАМКАХ МАСТЕР-КЛАССОВ ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ СО СТУДЕНТАМИ СПО</b>	223
Михельсон С.В. <b>ИННОВАЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ</b>	226
Носкова О.Е. <b>ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОБУЧЕНИИ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ</b>	231
Слива М.Е. <b>ОБУЧЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЛЕКСИКЕ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ</b>	234
Сторожева А.Н. <b>ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА «СПЕЦИАЛИСТ В ОБЛАСТИ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА» ПРИ ПОДГОТОВКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ АПК</b>	237
Чепелев Н.И., Маслова Т.В. <b>ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦОДЕЖДЕ РАБОТНИКОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ</b>	240
<b>СЕКЦИЯ 4. АСПЕКТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ АГРОИНЖЕНЕРИИ В РАБОТАХ СТУДЕНТОВ</b>	
Архипова Е.А. <b>ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ</b>	243
Веремеенко С.Ю., Павлова Д.А. <b>СНИЖЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПОЖАРОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ДУГОВОГО ПРОБОЯ</b>	246
Гордеева А.Р., Малошенко А.А. <b>УБОРКА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И СОИ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ</b>	249
Золотарев Д.С. <b>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ 3D СКАНЕРОВ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБРАТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ</b>	252
Золотарев Д.С. <b>ЦИФРОВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ КАК МЕТОД ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	258
Канжина Ю.А. <b>GPS-ТРЕКЕРЫ: РЕВОЛЮЦИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ</b>	262

Карабухин Д.В. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ СЫПУЧИХ КОРМОВЫХ КОМПОНЕНТОВ	265
Колпаков В.П. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	268
Кузнецов М.А., Голубцов П.А., Шмаков Б.А. ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОРУДИЯ	271
Лебедев Р.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И БИОЭТАНОЛА	275
Маслов Е.В., Худяков М.В. ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КУЛЬТИВАТОРОВ	278
Муравьев О.В. ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ПЛАСТИЧЕСКИХ ПЛАСТИКОВ ПРИ ЗАЩИТЕ МЕТАЛЛА ОТ КОРРОЗИИ	282
Павлова Л.Д., Козловская А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВОНОИДОВ В КИПРЕЕ УЗКОЛИСТНОМ ( <i>CHAMERION ANGUSTIFOLIUM</i> (L.)) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ХРАНЕНИЯ	285
Погребнов Р.С. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА В КОРМОВЫХ ЦЕЛЯХ	289
Резер А.В. КОМБИНИРОВАННАЯ ИГОЛЬЧАТАЯ БОРОНА	293
Фомин В.В. ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ШТРИГЕЛЬНОЙ БОРОНЫ В T-FLEX CAD 17	297
Худяков М.В., Маслов Е.В. ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН В ПРОЦЕССЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ХРАНЕНИЯ	303

# РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ

Материалы V Международной научной конференции  
(21 ноября 2024 г., Красноярск)

**Ответственный за выпуск**  
А.В. Коломейцев

## ***Редакционная коллегия***

Кузьмин Н.В. - к.т.н., директор Института инженерных систем и энергетики,  
Красноярский ГАУ

Бастрон А.В. – к.т.н., доцент, Красноярский ГАУ

Доржеев А.А. – к.т.н., Красноярский ГАУ

Карпюк Т.В. – к.б.н., доцент, Красноярский ГАУ

Козлов В.А. – к.т.н., Красноярский ГАУ

Кузнецов А.В. – к.т.н., доцент, Красноярский ГАУ

Романченко Н.М. – к.т.н., доцент, Красноярский ГАУ

Семенов А.В. – к.т.н., доцент, Красноярский ГАУ

Харевин Д.Д. – ведущий специалист Управления науки и инноваций  
ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ

**Электронное издание**

**Издается в авторской редакции**

Подписано в свет 28.01.2025. Регистрационный номер 150  
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного  
университета. 660017, Красноярск, ул. Ленина, 117