

# РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ

Материалы III Международной научной конференции

24 ноября 2022 года, г. Красноярск

[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 III Международной научной конференции**

**(24 ноября 2022 года, г. Красноярск)**

*Секция 1. Актуальные проблемы механизации и электрификации  
агропромышленного комплекса*

*Секция 2. Ресурсосберегающие технологии в растениеводстве*

*Секция 3. Реализация новых стандартов при подготовке технических  
специалистов для АПК*

*Секция 4. Студенческий исследовательский сектор –  
Аспекты научных исследований в области агроинженерии в работах студентов*

*Электронное издание*

Красноярск 2022

**Отв. за выпуск**

А.В. Коломейцев, канд. биол. наук, доцент,  
проректор по науке Красноярского ГАУ

**Редакционная коллегия**

Кузьмин Н.В., канд. техн. наук, директор Института инженерных систем  
и энергетики, Красноярский ГАУ

Бастрон А.В. – канд. техн. наук, доцент, Красноярский ГАУ

Доржеев А.А. – канд. техн. наук, Красноярский ГАУ

Карпюк Т.В. – канд. биол. наук, доцент, Красноярский ГАУ

Козлов В.А. – канд. техн. наук, Красноярский ГАУ

Кузнецов А.В. – канд. техн. наук, доцент, Красноярский ГАУ

Романченко Н.М. – канд. техн. наук, доцент, Красноярский ГАУ

Семенов А.В. – канд. техн. наук, доцент, Красноярский ГАУ

**Р 44 Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России**  
[Электронный ресурс]: мат-лы III Международной научной конференции / Краснояр. гос.  
аграр. ун-т. – Красноярск, 2022. – 395 с.

В сборнике представлены материалы III Международной научной конференции  
«Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России», которая  
проходила в Красноярском государственном аграрном университете 24 ноября 2022 г.

Издание может быть полезно специалистам агропромышленного профиля.

ББК 74+72

Статьи публикуются по результатам отбора редакционной коллегией конференции.

*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/UDC 621.31

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИМЕНЕНИЕМ**  
**ИНВЕРТОРОВ НА МИКРОСХЕМАХ**

Баранова Марина Петровна, д-р техн. наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
marina60@mail.ru

Ибрагимова Хусния Ильхомовна, ассистент кафедры электроэнергетики  
Навоийский государственный горный институт, г. Навои,  
Республика Узбекистан  
ikhusniya@list.ru

*На основе проведенного сравнительного анализа качества электроэнергии, получаемой на электростанциях со схемой, имеющей в своем устройстве инверторный тиристорный преобразователь и инвертор на микросхемах определена возможность повышения качества электроэнергии. Важнейшим достижением применения данного типа устройств являются стабильная частота и низкий уровень гармонических искажений.*

*Ключевые слова: когенерация, инверторные преобразователи.*

**ELECTRIC POWER IMPROVEMENT OF QUALITY**  
**BY USE OF INVERTERS ON CHIPS**

Baranova Marina Petrovna, D-r of Techn. Sciences, professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
Ibragimova Khusnia Ilkhomovna, assistant of the department of "Elektroenergy"  
Navoi State Mining Institute, Navoi, Republic of Uzbekistan

*Based on the comparative analysis of the quality of electricity received at power plants with a circuit that has an inverter thyristor converter and an inverter on microcircuits in its device, the possibility of improving the quality of electricity has been determined. The most important achievement of the use of this type of device is a stable frequency and a low level of harmonic distortion.*

*Key words: cogeneration, inverter converters.*

При альтернативной генерации проблемным является вопрос качества генерируемой энергии. Современный уровень технологического суверенитета предполагает наличие у потребителей высокоточных устройств, имеющих очень узкие допустимые пределы варьирования параметров электроэнергии [1-2].

Электрическая энергия имеет определенные нормированные характеристики, показывающие пригодность ее к использованию в технологических процессах. В России качество электроэнергии определяется

стандартом ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения». Согласно этому ГОСТу качество электрической энергии определяют, как степень соответствия характеристик электрической энергии в данной точке электрической системы совокупности нормированных показателей КЭ [3-4].

Цель работы – определение возможности повышения качества электроэнергии путем использования в схеме электростанций инверторных преобразователей на микросхемах.

Для этого был проведен сравнительный анализ качества электроэнергии, получаемой на электростанциях со схемой, имеющей в своем устройстве тиристорный инверторный преобразователь, работающий на микросхемах [5-7].

**Характеристики тока и напряжения, полученные с применением тиристорного инвертора.** В настоящее время в большой степени в системах электроснабжения используются инверторы на базе тиристорных блоков. Структурная схема такого инвертора представлена на рисунке 1.

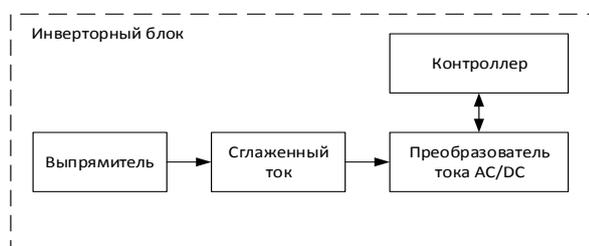


Рисунок 1 – Структурная схема транзисторного инвертора

На рисунке 2 и рисунке 3 изображены результаты замеров характеристик напряжения и частоты на выходе из тиристорного инвертора.



Рисунок 2 – Выходное напряжение на тиристорном(транзисторном) инверторе

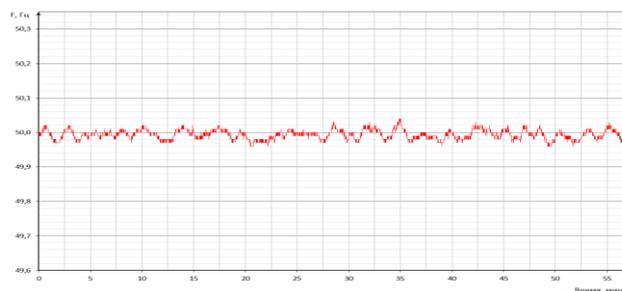


Рисунок 3 – Частота сети на выходе из инвертора

Полученные данные показывают, что выходное напряжение, коэффициент гармонических искажений и частота сети на когенерационной электростанции с применением транзисторного инвертора практически не соответствует требованиям ГОСТа. Для решения данной проблемы в схеме генераторной установки предлагается использовать инверторный блок, работающий на процессорной плате.

**Параметры электроэнергии с применением инверторов, работающих на микросхемах.** Для достижения требуемого качества электрической энергии установили инвертор на микросхеме. Использована инверторная установка компании Huawei. Структурная схема представлена на рисунке 4.

Функция инвертора – преобразование постоянного тока в совместимый с внешней сетью переменный ток и подача его в сеть. В устройстве присутствует блок встроенной памяти. Конфигурация устройства представляет собой основной интерфейс для доступа к настройкам устройства и их измерениям для оптимальной работы инвертора. Коммуникационный интерфейс служит для подключения к внешнему шлюзу мониторинга и управления. Выходную мощности инвертора можно регулировать с помощью дисплея или внешнего устройства. Соответствующее рабочее состояние будет отображаться на экране.

Принцип работы данной системы следующий, электроэнергия, полученная на когенеративной установке, преобразуется в инверторном пункте, поддерживая заряд аккумуляторного хозяйства и снабжая электрической энергией потребителей.

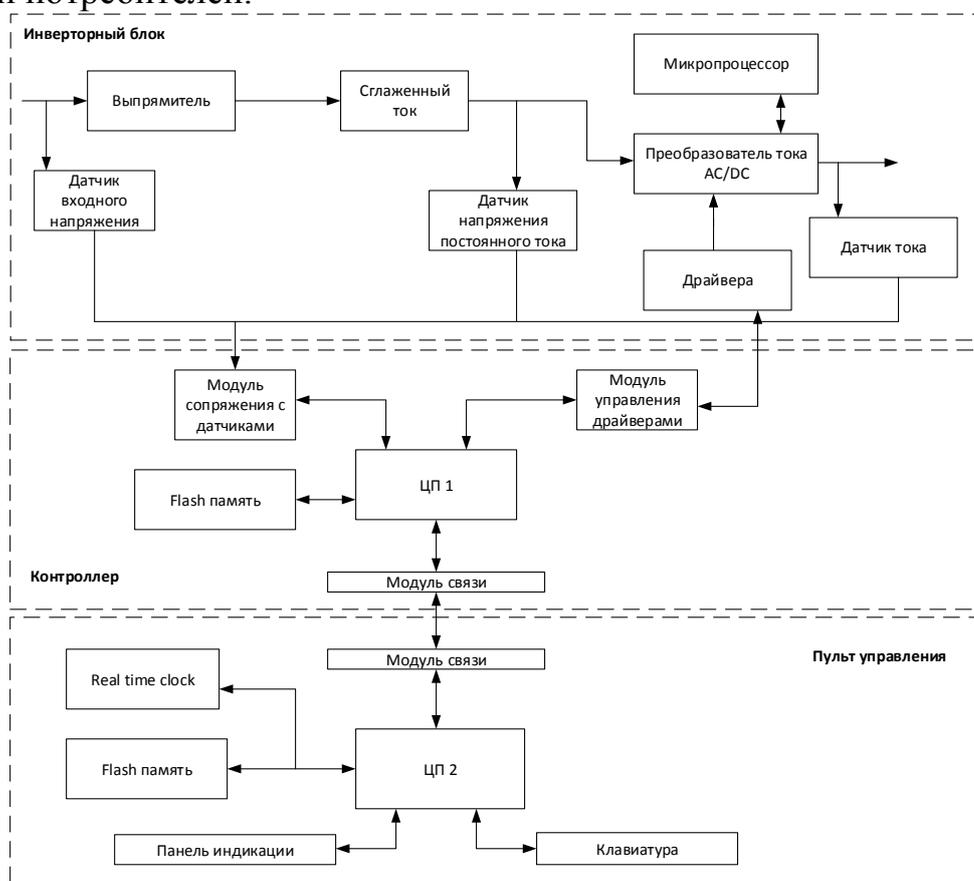


Рисунок 4 – Структурная схема микропроцессорного инвертора фирмы Huawei

В случае перерыва в электроснабжении, инвертор продолжает работу, используя аккумуляторные батареи. Если нарушение работы когенеративной установки произошло на длительное время, то было принято решение установить в систему электроснабжения резервный генератор электрической энергии или резервный ввод от центрального электроснабжения при наличии, совместно с блоком автоматического ввода резерва, тем самым исключив перерывы в электроснабжении потребителей.

На рисунках 5 и 6 изображены результаты замеров выходных характеристик напряжения и частоты из инвертора, работающего на микросхемах.

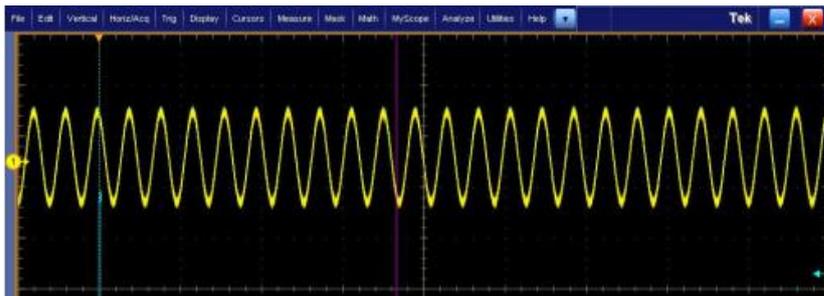


Рисунок 5 – Выходное напряжение на микропроцессорном инверторе



Рисунок 6 – Частота напряжения снятая с инверторной установки

Достижение таких параметров становится возможным благодаря тому, что в устройстве инверторного преобразователя имеется микропроцессор, который задает необходимые параметры и способен оперативно реагировать на отклонения показателей и их стабилизацию к норме. Параметры напряжения, обеспечиваемые инверторной электроустановкой, абсолютно удовлетворяют требованиям ГОСТ. Важнейшим же достижением применения данного типа устройств являются стабильная частота и незначительный уровень искажений напряжения.

***Сравнительный анализ качества вырабатываемой электроэнергии при применении тиристорных инверторов и инверторов, работающих на микросхемной архитектуре.*** Для сравнения рассматриваемых инверторов, произведены замеры напряжения и частоты на выходе из устройства. Результаты замеров приведены в таблице.

В результате можно сделать вывод, что применение тиристорных инверторов не позволяет достичь требуемых показателей электрической сети.

Величина напряжения варьируется между нижней и верхней границей требования ГОСТ. Кроме того, величина гармонических искажений имеет значительно большие показания, что является одним из важных показателей.

При применении в системе электроснабжения инвертора на микросхемной архитектуре колебания напряжения минимальны, а частота имеет стабильный показатель, равный 50 Гц.

Таблица – Результаты замеров характеристик сети при применении различных инверторов

Тип инвертора	Тиристорный	Микросхемный
Напряжение, В	170-245 В	225-236 В
Частота, Гц	49,9-50,8 Гц	50 Гц
Гармонические искажения, %	3,6	1,4

Параметры такой сети полностью соответствуют требованиям ГОСТ. Величина гармонических искажений находится в минимальном диапазоне.

В результате проведенных работ установлено, что применение инверторных устройств, работающих на микросхеме, позволяет получить качественную электрическую энергию, соответствующую всем требованиям ГОСТ. Колебания напряжения минимальны, а частота имеет стабильный показатель, равный 50 Гц.

#### Литература:

1. Баранова М.П., Когенерация электроэнергии с использованием возобновляемых источников /М.П. Баранова, Г.О. Холбоев, Х.И. Ибрагимова// В сб.: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития [Электронный ресурс]: Т.1/ Краснояр. гос. аграр. ун-т. –Красноярск, 2021. С. 201-204.
2. Baranova M., Improving the reliability of power supply to electric networks /Baranova M., Ibragimova K., Holboev G./ В сборнике: AIP Conference Proceedings. 1. Сер. "1st International Conference on Problems and Perspectives of Modern Science, ICPMS 2021" 2022. С. 030022.
3. Ибрагимова Х.И., Повышение качества электроэнергии при альтернативной генерации в АПК /Ибрагимова Х.И., Баранова М.П.// В сб.: Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. Материалы II Международной научной конференции. Красноярск, 2022. С. 67-72.
4. Baranova, M.P Environmentally friendly technologies for obtaining fuels for agricultural energy/ Baranova, M.P., Grishina, I.I., Bastron, T.N. 2019 *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 315 052067 DOI <https://doi.org/10.1088/1755-1315/315/5/052067>
5. Баранов Р.А. Применение динамического компенсатора искажений напряжения в сельских сетях. /Р.А. Баранов, И.А. Смирнов, М.П. Баранова //Научно-практические аспекты развития АПК: Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2020. – С. 199-201.

6. Источники энергии в сельском хозяйстве Сибири/ М.П. Баранова, В.М. Екатеринчев, Н.Л. Абашев // Наука и образование; опыт, проблемы, перспективы развития: материалы XIV Международной научно- практической конференции. г. Красноярск – 2016. – С. 66 – 69.

7. Пилипенко П.Ю., Снижение потерь в системах электроснабжения / П.Ю. Пилипенко, М.П. Баранова // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. Красноярск, 2020. С. 157-162.

УДК 621.311

## **ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Бастрон Андрей Владимирович, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
abastron@yandex.ru

*В статье приводятся тенденции развития электростанций, установленные в результате патентных исследований энергетических установок с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ), включая гибридные электростанции.*

*Ключевые слова: ВИЭ, электростанция, солнечная электростанция, ветровая электростанция, микро-ГЭС, гибридная электростанция.*

## **PATENT STUDIES OF RENEWABLE ENERGY POWER PLANT DESIGNS**

Bastron Andrey Vladimirovich, Cand. techn. Ph.D., Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article presents trends in the development of power plants, established as a result of patent studies of power plants using renewable energy sources (RES), including hybrid power plants.*

*Keywords: RES, power plant, solar power plant, wind power plant, micro-HPP, hybrid power plant.*

Как показали научные исследования, проведенные Красноярским государственным аграрным университетом [1 - 6] и Сибирским федеральным университетом [7 - 11], специфика территории Красноярского края, республик Хакасия и Тыва такова, что не возможно без проведения технико-экономических исследований сделать однозначный вывод о целесообразности использования тех или иных возобновляемых источников энергии (ВИЭ): солнечной, ветровой, энергии малых рек, биоэнергии и т.д. в том или ином муниципальном образовании для энергообеспечения (электроснабжения и (или) теплоснабжения) сельскохозяйственных потребителей. Однако, чаще всего, вопрос стоит о замещении части ископаемого топлива (нефть и нефтепродукты, газ, уголь и т.д.) на энергию, полученную за счет использования ВИЭ.

Для эффективного использования ВИЭ при производстве электрической энергии необходимо провести патентный поиск технических разработок на эту тему, а также выявить тенденции развития энергетических установок с использованием ВИЭ.

Некоторые результаты проведенного патентного поиска (патенты на изобретения (ПИ) и патенты на полезные модели (ППМ)) представлены в таблице.

#### Результаты патентного поиска

Патент	Название	Суть технического решения
ПИ 2350779	Солнечно-твердотопливная электростанция	Электростанция снабжена двумя печами и может работать практически на любом твердом (уголь, дрова, торф) или газообразном топливе, при этом выход спирального нагревателя от продуктов сгорания соединен со входом солнечного спирального нагревателя
ПИ 2324122	Солнечная электростанция	Электростанция оснащена системой автоматического управления для увеличения мощности электростанции, а также для повышения выработки электрической и тепловой энергии за счет снижения облачности
ПИ 2563048	Солнечно-ветровая электростанция высотного базирования	Электростанция содержит: два подъемных крыла, расположенных друг над другом; силовые алюминиевые стержни, соединяющие в единую жесткую конструкцию два подъемных крыла и усеченный с двух сторон шар, объемную алюминиевую арматуру по форме усеченного с двух сторон шара, герметичную оболочку усеченного с двух сторон шара; конфузор-диффузор, встроенный в среднюю часть внутренней полости усеченного с двух сторон шара, два лопастных ветродвигателя, расположенных внутри полого цилиндра в средней части внутренней полости усеченного с двух сторон шара; неподвижный вал лопастных ветродвигателей, обода лопастей ветродвигателей. Дополнительно электростанция оснащена пленочными фотоэлектрическими модулями, расположенными на внешних поверхностях подъемных крыльев
ПИ 2133375	Способ управления ветроэнергетической установкой	Нагрузку к генератору ВЭУ, выполненному в виде многополюсного трехфазного асинхронного электродвигателя с

		конденсаторным возбуждением, подключают в пропорционально мощности ВЭУ, зависящей от скорости ветра, при этом емкость конденсаторной батареи изменяется пропорционально мощности подключаемой к генератору нагрузки [3]
ППМ 105725	Гибридная система на основе поплавковой волновой электростанции	Гибридная система для выработки электроэнергии, содержащая плавучий солнечный остров с солнечными концентраторами в виде системы зеркал, систему труб с теплоносителем, связанную с турбиной, соединенной с генератором, содержит также поплавок волновые станции, связанные силовыми кабелями с блочными распределительными устройствами, которые посредством радиосвязи связаны с модулем автоматики системы управления, механизированные помосты с солнечными концентраторами в виде системы зеркал, с возможностью вращения электродвигателями, блочные распределительные устройства в свою очередь связаны силовыми кабелями с закрытым распределительным устройством, а также соединены с комплексом аккумуляторных батарей, генератор имеет встроенный блок распределения мощности, который связан силовым кабелем с комплексом аккумуляторных батарей, а также соединен с помощью силового кабеля с закрытым распределительным устройством, комплекс аккумуляторных батарей соединен силовым кабелем с закрытым распределительным устройством и соответственно связан силовым кабелем с блоком распределения мощности, модуль автоматики системы управления, связанный посредством радиосвязи с комплексом аккумуляторных батарей, а также с блоком распределения мощности генератора и закрытым распределительным устройством с силовым кабелем для передачи мощности потребителю
ППМ 162099	Гибридная автономная контейнерная электростанция	Гибридная автономная контейнерная электростанция, содержащая солнечные панели; ветрогенераторы; аккумуляторные батареи (АБ); контроллер системы управления

		и распределительный щит управления (РЩУ) выполнена с обеспечением мобильности и дополнительно снабжена дизель-генераторной установкой (ДГУ), а каждая из солнечных панелей имеет свой контроллер, при этом каждый из ветрогенераторов имеет также свой контроллер, а контроллеры имеют выход на АБ, которые соединены с инвертором, связанным, в свою очередь, с РЩУ и контроллером системы управления, который также связан с ДГУ через шкаф управления ДГУ, при этом контроллер системы управления связан с внешней сетью и с выходной сетью нагрузки, причем все устройства электростанции размещены в контейнере, который снабжен окнами для ввода внешней сети и выходной сети нагрузки, а также окнами для вентиляции, причем контроллер системы управления связан с выходной сетью нагрузки через РЩУ
ПИ 2733203	Способ подключения потребителей к резервному источнику электроснабжения	Технический результат заключается в обеспечении возможности подключения потребителей от основного (ВЭУ) к резервному источнику электроснабжения (трансформаторная подстанция). Достигается это тем, что в предлагаемом способе подключения потребителей к резервному источнику электроснабжения, заключающемся в выдаче информативного сигнала на выделение части потребителей из общего числа потребителей при снижении выработки электроэнергии основным источником электроснабжения и подключение их к резервному источнику электроснабжения

**В результате патентного поиска выявлены следующие тенденции:**

- для бесперебойного электроснабжения или энергообеспечения потребителей все чаще используют гибридные системы, состоящие, например, из нескольких энергетических установок (ветроэнергетические установки (ВЭУ), солнечные электростанции (СЭС), микро-ГЭС, биогазовые установки и т.д.), а также энергетических установок, работающих на традиционном твердом, жидком или газообразном топливе;
- режимы работы гибридных систем электроснабжения или энергообеспечения потребителей настраивают таким образом, чтобы максимально заместить ископаемое топливо на ВИЭ при использовании

автономных систем электроснабжения или энергообеспечения потребителей, или максимально заместить электрическую энергию, получаемую от энергосистемы, при электроснабжении потребителей централизованно и при параллельной работе гибридных систем электроснабжения с сетью;

– гибридные системы электроснабжения развиваются по пути автоматизации процессов управления электрооборудованием систем при неизменном повышении качества производимой ими электрической энергии.

#### Литература:

1. Бастрон, А.В. Ветроэнергетика Красноярского края / А.В. Бастрон, В.А. Тремясов, Н.В. Цугленок, А.В. Чебодаев // Красноярск: Изд-во Красноярского гос. аграрного унта, 2015. – 252 с.

2. Бастрон, А.В. Использование ветроэнергетических установок в Красноярском крае, республиках Хакасия и Тыва для горячего водоснабжения усадебных домов (коттеджей) // А.В. Бастрон, Н.Б. Михеева, Н.В. Цугленок, А.В. Чебодаев. – Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. аграр. ун-та, 2004. – 103 с.

3. Бастрон, А.В. Способ управления ветроэнергетической установкой / А.В. Бастрон, Чебодаев А.В., // Патент на изобретение RU 2133375 С1, 20.07.1999. Заявка № 98104148/06 от 05.03.1998.

4. Бастрон, А.В. Практикум по применению гидроветроэнергетических установок в сельском хозяйстве / Бастрон А.В., Коровайкин Н.В., Костюченко Л.П., Михеева Н.Б., Чебодаев А.В. // Красноярск, Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2014. – 208 с.

5. Бастрон, А.В. Исследование и производственные испытания в условиях Красноярска солнечных водонагревательных установок с вакуумированными коллекторами / А.В. Бастрон, Е.М. Судаев // Ползуновский вестник. 2011. № 2-2. С. 221-224.

6. Бастрон, А.В. Обзор солнечных панелей и фотоэлектрических станций отечественных производителей / А.С. Дебрин, А.В. Бастрон, В.Н. Урсегов // Вестник КрасГАУ. 2018. № 6 (141). С. 136-141.

7. Тремясов, В.А. Теория надежности в энергетике. Надежность систем генерации, использующих ветровую и солнечную энергию: учеб. пособие / В.А. Тремясов, Т.В. Кривенко. – Красноярск: СФУ, 2017. – 164 с.

8. Тремясов, В.А. Энергоснабжение изолированных потребителей северных районов Красноярского края на базе ВИЭ / Тремясов В.А., Бобров А.В., Чернышев Д.А. // Инновации. 2009. № 3 (125). С. 74-77.

9. Bobrov, A.V. An assessment of the modern wind-power engineering possibilities on territory of the Taimyr, Dolgano-Nenets and Evenk autonomous districts of the Krasnoyarsk kray / A.V. Bobrov, V.I. Kirko, V.A. Tremiasov, A.V. Cherepanov // Journal of Siberian Federal University. Engineering and Technologies. 2012. Т. 5. № 5. P. 507-511.

10. Тремясов, В.А. Дизель-солнечные установки для электроснабжения отдаленных районов республики Тыва / В.А. Тремясов, К.К.В. Кенден // В сборнике: Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов. Сборник трудов седьмой Всероссийской научно-технической

конференции с международным участием. – Амурский государственный университет. 2013. С. 282-286.

11. Тремясов, В.А. Перспективы использования малой гидроэнергетики на территории республики Тыва / В.А. Тремясов, К.К.В. Кенден // В сборнике: Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов. Сборник трудов седьмой Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Амурский государственный университет. 2013. С. 278-281.

УДК 631.3-048.24

## **АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ПРЕСС-ПОДБОРЩИКОВ РУЛОННЫХ ПР-140 и ПРФ-145**

Болотина Марина Николаевна, научный сотрудник  
Российский научно-исследовательский институт информации и технико-  
экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению  
агропромышленного комплекса, п. Правдинский, Россия  
bolotinamn@rosinformagrotech.ru

*В статье дан анализ результатам испытаний пресс-подборщиков отечественного производства.*

*Ключевые слова: анализ, испытания, техника, пресс-подборщик, эффективность*

## **ANALYSIS OF TEST RESULTS OF ROLL BALERS PR-140 and PRF-145**

Bolotina Marina Nikolaevna  
Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on  
Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex,  
Pravdinsky v., Russia

*The article analyzes the results of tests of balers of domestic production.*

*Key words: analysis, testing, equipment, baler, effectiveness*

Уровень технической оснащенности играет важную роль в развитии сельскохозяйственного производства. Внедрение различных высокотехнологических процессов и оборудования в производственные процессы сельского хозяйства способствует их развитию и усовершенствованию. Применение инновационной техники и оборудования, а также полная автоматизация технологических операций значительно облегчает тяжелый физический труд и увеличивает объемы работ при сохраняющихся затратах [3].

В качестве меры государственной поддержки технической модернизации сельского хозяйства, обновления парка техники, за счет средств федерального бюджета предусмотрены субсидии. Правила предоставления субсидий утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 31 августа 2019 г. № 1135 [2].

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 г. № 1432 "Об утверждении Правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники" производитель сельскохозяйственной техники с 2022 года для участия в квалификационном отборе для получения субсидии в отношении продукции, предусмотренной перечнем критериев определения функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования (постановление Правительства Российской Федерации от 1 августа 2016 г. № 740 "Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования", представляет в Минпромторг России копии решения о соответствии продукции установленным в указанном перечне критериям по каждой модели.

На 2022 год сформирован и размещен на официальном сайте Минсельхоза России План испытаний, который включает 53 предприятия сельскохозяйственного машиностроения, 382 единицы сельскохозяйственной техники и оборудования [4].

В 2022 году ФГБУ «Северо-Западная МИС» были проведены испытания пресс-подборщиков рулонных ПР-140 ООО ПО «Бежецксельмаш» (г. Бежецк, Тверской обл.) и ПРФ-145 ООО «Завод Ленмаш» (г. Лениногорск, Респ. Татарстан).

ПР-140 и ПРФ-145 предназначены для подбора валков сена естественных и сеяных трав или соломы и прессования их в тюки цилиндрической формы (рулоны) с одновременной обмоткой шпагатом. За счет применения прессовальной камеры закрытого типа пресс-подборщики данного типа имеют низкие потери кормов. Агрегируются с тракторами тягового класса 1,4 [1].



а



б

Рисунок 1 – а) Пресс-подборщик рулонный ПР-140; б) пресс-подборщик рулонный ПРФ-145

У ПР-140 расположение устройства снечи пресса сбоку значительно улучшает обзорность работы подбирающего узла и позволяет избегать наезда на валок сена или соломы.

Результаты испытаний пресс-подборщиков и значения в Перечне критериев определения функциональных характеристик (потребительских

свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования сведены в таблице.

Таблица – Результаты испытаний пресс-подборщиков и значения в Перечне критериев определения функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования

№ п/п	Наименование параметра	Значение в Перечне критериев	Марка	
			ПР-140	ПРФ-145
1.	Подача массы при влажности 18%, кг/с	2,8-5,0	2,8-5,2	2,8-5,0
2.	Потери общие, %	не более 2,0	1,84	1,76
3.	Потери листьев и соцветий, %	не более 1,0	0,16	0,50
4.	Плотность сена в рулонах, кг/м <sup>3</sup> :	не менее 120,0	120,0	122,3
5.	Наработка на отказ единичного изделия, часов, не менее	100	105	более 116

ПР-140 и ПРФ-145 соответствуют установленным критериям определения эффективности, их функциональные характеристики соответствуют характеристикам, указанным заявителем (подпункт «а» пункта 24 Положения).

ООО ПО «Бежецксельмаш» дана рекомендация усилить контроль за качеством устанавливаемых изделий, так как в период испытаний пресс-подборщика ПР-140, при наработке превышающей указанную в Перечне критериев, был зафиксирован отказ – излом корпуса подшипника вала привода подборщика, вызванный его некачественным изготовлением [5].

#### Литература:

1. Болотина, М. Н. Сельскохозяйственная техника. Техника для заготовки кормов / М. Н. Болотина, Н. П. Мишуров, В. Ф. Федоренко, Н. В. Алдошин, А. В. Коломейченко, И. Г. Голубев. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 88 с.

2. Голубев, И.Г. Анализ функциональных характеристик глубокорыхлителей / И. Г. Голубев, В.Я. Гольдяпин, М.Н. Болотина // Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые, мелиоративные машины и робототехнические комплексы/ Сб. статей 26-ой Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. – М.: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева. 2022. – С. 215-220.

3. Ибрагимов, А. Г. Обеспеченность сельскохозяйственной техникой

сельскохозяйственного производства России/ А. Г. Ибрагимов, В. Г. Борулько, И. П. Прохоров // Аграрная наука. –2022. –№3. – С. 66-69.

4. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2021 году государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/60d/60d8f2347d3eb724ab9b57c61a9ac269.pdf?ysclid=16afxez3y7104191336> (дата обращения:07.11.2022).

5. Решения, принятые согласно подпункту «а» пункта 24 Положения, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 1 августа 2016 г. № 740. 04.10.2022 [Электрон. ресурс]. – URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rasteniievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-04-10-2022-4764327543/>

УДК 631.171

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ РАСЧЕТА НОРМ ВЫРАБОТКИ И РАСХОДА ТОПЛИВА ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ**

Васильев Александр Александрович, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия  
vilkas57@mail.ru

Санников Дмитрий Александрович канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия  
sannikovdiesel@mail.ru

Беляева Елена Витальевна, студентка магистратуры  
Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия  
bu\_bu\_bu\_bu@bk.ru

Толстых Василий Алексеевич студент магистратуры  
Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия  
vasiliy.tolstykh.91@mail.ru

*В статье рассмотрены нормообразующие факторы, влияющие на выработку и расход топлива зерноуборочных комбайнов, а также представлен алгоритм и результаты расчета нормативных показателей.*

*Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, выработка, расход топлива, расчет, смена, зерно, солома.*

## **METHODOLOGICAL DEVELOPMENTS FOR CALCULATING THE NORMS OF PRODUCTION AND FUEL CONSUMPTION OF COMBINE HARVESTERS**

Vasiliev Alexander Alexandrovich, candidate of technical science, associate professor

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Sannikov Dmitry Alexandrovich, candidate of technical science, associate professor

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Belyaeva Elena Vitalievna, a graduate student

*The article considers the norm-forming factors affecting the production and fuel consumption of combine harvesters, and also presents the algorithm and the results of the calculation of normative indicators.*

*Keywords: combine harvester, production, fuel consumption, calculation, shift, grain, straw.*

Работа рабочих органов молотильного аппарата зерноуборочного комбайна (ЗУК) определяется следующими входными параметрами (исходными данными): урожайность зерна, ц/га; абсолютная влажность хлебной массы, %; средняя высота хлебостоя, м ( $L_{cp} = 0,52$  м); коэффициент использования пропускной способности молотильного аппарата ( $\sigma = 0,9$ ) [1].

Соотношение зерна и незерновой части оценивается коэффициентом соломистости  $\beta$ :

$$\beta = \frac{m_c}{m_3 + m_c}, \quad (1)$$

где  $m_c$  — масса незерновой части срезанных стеблей;  
 $m_3$  — масса зерна.

Коэффициент соломистости  $\beta$  убираемых культур изменяется в широких пределах: он больше для длинностебельных малоурожайных и меньше для короткостебельных высокоурожайных культур. Среднее значение  $\beta$  составляет 0,6. В условиях, отличных от номинальных, пропускная способность  $q_\phi$  зависит от соотношения зерна и незерновой части хлебной массы. С увеличением содержания зерна в хлебной массе фактическая подача  $q_\phi$  увеличивается, и наоборот. Когда  $\beta = \beta_0$ , то  $q_\phi$  и  $q_n$  равны. Фактическая подача  $q_\phi$  зависит также от вида, засоренности, влажности культуры и других показателей. Влияние указанных факторов учитывается коэффициентом использования номинальной пропускной способности  $\sigma$ . Коэффициент использования номинальной пропускной способности молотилки  $\sigma$  уменьшается с увеличением засоренности и влажности хлебной массы. Численное значение коэффициента  $\sigma$  изменяется от 0,25 до 1,5 в зависимости от урожайности. При этом, чем больше масса 1000 зерен, тем выше значение  $\sigma$ .

Допустимая подача хлебной массы в молотильный аппарат при номинальной пропускной способности комбайна и эталонной соломистости берется из технической характеристике ЗУК. Так как в молотильный аппарат поступает хлебная масса с показателями, отличными от эталонных при номинальной пропускной способности комбайна, то фактическая пропускная способность молотильного аппарата определится по выражению [2]:

$$[q]_\phi = [q] * (1 - \Psi) \sigma \frac{\beta}{\beta_0}, \quad (2)$$

где  $\psi$  – коэффициент засоренности ( $\psi = m_m/m_g$  – отношение массы мякины к массе вороха, поступающего на очистку, принимается  $\psi = 0,12$ );  
 $\beta$  – фактическое (заданное) значение коэффициента соломистости;  
 $\beta_0$  – эталонное значение коэффициента соломистости (при проектировании молотилок зерноуборочных комбайнов и оценке их работы принимают  $\beta_0 = 0,60$ ).

Например:

Для ЗУК Вектор-410 [3]

$$[q]_{\phi} = 7,6 * (1 - 0,12) * 0,9 * \frac{0,5}{0,6} = 5,02 \text{ кг/с.}$$

$$V_m = \frac{[q]_{\phi} * (1 - \beta)}{0,01 * B_p * Q_3} = \frac{5,02 * (1 - 0,5)}{0,01 * 5,76 * 30} = 1,45 \text{ м/с,}$$

где  $Q_3$  — урожайность зерна (30 ц/га);

$B_p$  — рабочая ширина захвата жатки, м;  $B_p = 5,76$  м.

Ширина захвата жатки выбирается исходя из комплектации комбайна жатками, обеспечивая максимальную производительность с учетом допустимой агротехническими требованиями скорости движения комбайна ( $V_{\text{доп}} = 0,8 - 2,2$  м/с).

Производительность за 1 час основного времени смены:

$$W = 0,36 B_p V_m = 0,36 * 5,76 * 1,45 = 3,01 \text{ га/ч.}$$

Сменная производительность рассчитывается по формуле:

$$W_{\text{см}} = W * T_{\text{ов}} . \quad (3)$$

Продолжительность нормативной смены  $T_{\text{н.см}}$  состоит из технологического  $T_{\text{н.тех}}$  и технического  $T_{\text{const}}$  времени  $T_{\text{н.см}} = T_{\text{н.тех}} + T_{\text{const}} = 8$  ч [4].

$$T_{\text{н.тех}} = T_{\text{ов}} + T_{\text{xx}} + T_{\text{mn}} + T_{\text{то}} + T_{\text{нр}} + T_{\text{нп}} , \quad (4)$$

где  $T_{\text{ов}}$  – основное время;

$T_{\text{xx}}$  – время на повороты;

$T_{\text{mn}}$  – время на технологические переезды;

$T_{\text{то}}$  – время на технологическое обслуживание;

$T_{\text{нр}}$  – время на проведение наладки и регулирование;

$T_{\text{нп}}$  – время на устранение нарушения технологического процесса.

$$T_{\text{const}} = T_{\text{нз}} + T_{\text{рм}} + T_{\text{аз}} + T_{\text{оф}} + T_{\text{нр}} , \quad (5)$$

где  $T_{\text{нз}}$  – время на ежесменное техническое обслуживание сельскохозяйственной машины и энергосредства, заправку топливом;

$T_{\text{рм}}$  – время перевода машины в рабочее и транспортное положение;

$T_{\text{аз}}$  – время агрегатирования сельскохозяйственной машины с энергосредством, приходящееся на смену, приведенную к нормативной смене;

$T_{\text{оф}}$  – время на отдых принимается нормативным;

$T_{\text{нр}}$  – время переезда к месту работы и обратно в начале и в конце смены, приведенное к нормативным данным (среднему по модельному хозяйству).

Норму расхода топлива устанавливают в литрах на гектар обрабатываемой

площади, центнер или тонну произведенной продукции. Технически обоснованной нормой расхода топлива называется количество топлива, необходимое для выполнения единицы работы (производства единицы продукции) при режимах работы агрегата и затратах времени, предусмотренных технически обоснованными нормами выработки.

$$g_{га} = \frac{g_p * T_{ов} + g_{пов} * T_{хх} + g_{пр} * T_{пер} + g_{ост} * T_{ост}}{W_{см}}, \quad (6)$$

где  $g_p, g_{пов}, g_{пер}, g_{ост}$  - часовой расход топлива при работе комбайна соответственно под нагрузкой, на поворотах, на переездах и на остановках (л/ч);

$T_{ост}$  – время работы комбайна в течение смены на остановках, ч.

В соответствии с представленным алгоритмом разработана программа для расчета сменной выработки и погектарного расхода топлива зерноуборочных комбайнов при прямом комбайнировании с измельчением соломы. Входными параметрами взяты технические характеристики ЗУК, урожайность, длина гона, отношение массы зерна к массе соломы, а выходными – сменная выработка и сменный расход топлива на гектар. Результаты расчётов нормативных показателей для уборки зерновых культур представлены в таблице 1.

Таблица 1– Нормы выработки и расхода топлива на прямом комбайнировании с измельчением соломы

Марка комбайна	Соло-мистость	Ширина жатки, м	Рабочая скорость, м/с	125		175		250		350		500		800		1000	
				W, га/см	Q, л/га												
Урожайность, ц/га				30													
Вектор-410	1 : 1	6	1,37	10,4	14,4	11	13,7	11,5	13,1	11,8	12,8	12,1	12,5	12,4	12,2	12,5	12,1
	1 : 1,5	6	1,32	10	15,1	10,6	14,3	11	13,7	11,3	13,3	11,6	13	11,9	12,7	12	12,6
	1 : 2	6	1,22	9,28	16,4	9,76	15,6	10,2	14,9	10,5	14,5	10,7	14,2	11	13,8	11,1	13,7
КЗС-812 "Палессе GS812"	1 : 1	6	1,64	12,5	11,9	13,1	11,3	13,7	10,8	14,1	10,5	14,5	10,2	14,8	10	14,9	9,92
	1 : 1,5	6	1,58	12	12,4	12,6	11,8	13,1	11,3	13,5	11	13,9	10,7	14,2	10,5	14,3	10,4
	1 : 2	6	1,46	11,1	13,5	11,7	12,8	12,2	12,3	12,5	12	12,8	11,7	13,1	11,4	13,3	11,3
КЗС-1218 "Палессе GS12"	1 : 1	9	1,59	17,3	12,4	18,4	11,7	19,3	11,1	20	10,7	20,6	10,4	21,2	10,1	21,4	10
	1 : 1,5	9	1,53	16,6	13	17,6	12,3	18,5	11,7	19,2	11,3	19,8	10,9	20,4	10,6	20,6	10,5
	1 : 2	9	1,41	15,4	14,3	16,3	13,4	17,2	12,8	17,8	12,3	18,3	12	18,8	11,6	19	11,5
КЗС-10К «Палессе GS10»	1 : 1	7	1,64	14,3	11,8	15,1	11,2	15,8	10,7	16,3	10,4	16,7	10,1	17,1	9,83	17,3	9,74
	1 : 1,5	7	1,57	13,7	12,3	14,5	11,7	15,1	11,2	15,6	10,8	16	10,6	16,4	10,3	16,6	10,2
	1 : 2	7	1,45	12,7	13,5	13,4	12,8	14	12,2	14,4	11,8	14,8	11,5	15,2	11,2	15,3	11,1

После получения табличных значений нормативных параметров необходима корректировка по фактическим условиям уборки для каждого поля. Основные нормообразующие факторы при комбайновой уборке зерновых культур: урожайность основной и побочной продукции (ц/га) и ее состояние (влажность, полеглость, засоренность); пропускная способность молотильного аппарата комбайна (кг/с или ц/ч); кинематические характеристики рабочих участков и другие местные особенности; организация и технология уборочных

работ. Производительность ЗУК зависит от рабочей скорости, ширины захвата и времени чистой работы. При средней и высокой урожайности убираемой массы рабочая скорость комбайна и его чистая часовая производительность обусловлены пропускной способностью комбайна, а при низкой урожайности - допустимой рабочей скоростью. При уборке хлебов повышенной влажности (25-30%) пропускная способность уменьшается на 20 - 30%. Если рабочая скорость обусловлена пропускной способностью молотилки, то сменную производительность комбайнов определяют в следующей последовательности:

- при уборке полеглых и засоренных зерновых культур с повышенной влажностью растительной массы применяют поправочные коэффициенты к действующим в хозяйствах нормам выработки и расхода топлива.

- при корректировке норм в расчет принимают тот коэффициент, который больше влияет на норму выработки.

- если полеглые хлеба предварительно скошены в валки, то при их подбore и обмолоте производительность комбайна снижается из-за неравномерности поступления хлебной массы в молотилку.

- при уборке зерновых культур в сложных условиях одновременно с нормами выработки следует корректировать нормы расхода топлива.

- для корректировки нормы расхода топлива берется большее значение коэффициента.

Для определения обоснованных норм выработки и расхода топлива в производственных условиях устанавливают характеристики хлебостоя: произведение числа растений на 1 м<sup>2</sup> на их высоту, урожайность зерна, содержание зерна в растительной массе (соломистость), влажность соломы и сорняков, засоренность полей и полеглость хлебостоя. На основании полученных данных рассчитывается обобщенный поправочный коэффициент выполняется уточнение полученных ранее табличных значений нормативных показателей.

Научные исследования проведены в ходе выполнения проекта «Разработка рекомендаций по устойчивому развитию технической оснащенности растениеводства в сельском хозяйстве Красноярского края» при поддержке Красноярского краевого фонда науки.

#### Литература:

1. Пронин В.М. Критерии выбора зерноуборочных комбайнов / Прокопенко В.А. Добрынин Ю.М. // Научно-практический журнал «АгроСнабФорум», Спецвыпуск «День Российского поля» - июнь 2016 - № 5 (145) –С. 20-22.

2. Нурмагамбетов А.Е., Астафьев В.Л. Теоретический анализ затрат мощности комбайна и обоснование пути ее распределения // Ассоциация научных сотрудников «Сибирская академическая книга» (Новосибирск). – 2018. № 8-3 (28). С. 31-37.

3. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию. Комбайн зерноуборочный самоходный РСМ-101 «Вектор», 2016.

4. ГОСТ 24055-2016. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. М.: Стандартинформ, 2017.

УДК 378.14.014.13

## **ПОДГОТОВКА КАДРОВ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ**

Вензелев Роман Викторович, аспирант  
Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия  
venzelove\_rv@mail.ru

Баранова Марина Петровна, д-р техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия  
marina60@mail.ru

*В статье рассматривается возможность применения виртуальных технологий в процессе обучения студентов на завершающих этапах подготовки.*

*Ключевые слова: VR технологии, виртуальные технологии, тренажер, электроэнергетика, обучение.*

## **TRAINING OF PERSONNEL IN THE FIELD OF POWER INDUSTRY FOR ENTERPRISES OPERATING ELECTRIC NETWORKS**

Venzelev Roman Viktorovich, postgraduate  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
Baranova Marina Petrovna, doctor of Engineering Sciences, associate professor  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*The article discusses the possibility of using virtual technologies in the process of teaching students at the final stages of preparation.*

*Key words: VR technologies, virtual technologies, simulator, electric power industry, training.*

В рамках развития цифровой экономики протоколом заседания президиума Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам №7 от 04.06.2019г утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации», в которой обозначена реализация проект - «Кадры для цифровой экономики», основная цель которой заключается в решении задач по обеспечению подготовки высококвалифицированных кадров для цифровой экономики [1].

Подготовка кадров для нужд предприятий электроэнергетики является важной частью функционирования, как отрасли в целом, так и направлений электрификации агропромышленного комплекса.

В любых организациях, учреждениях, на предприятиях, осуществляющих свою деятельность в разных отраслях, требуются специалисты в проектировании и эксплуатации систем электроснабжения, которые в то же время могут выполнить энергоаудит предприятия, разработать или

оптимизировать систему энергосбережения на предприятия [2-4]. А с учетом высокой степени внедрения цифровых технологий во всех направлениях экономики страны требуются соответствующие программы подготовки таких кадров в учебных заведениях.

Зачастую, при прохождении летней практики на предприятиях электроэнергетики, студенты не могут получить требуемых навыков, так как для допуска вновь принятого работника необходимо пройти все процедуры, установленные Правилами работы с персоналом в организациях электроэнергетики РФ. Так, например, для ремонтного персонала Правила предусматривают проведение инструктажей, подготовку сотрудника по новой должности, предэкзаменационную подготовку, проверку знаний и стажировку, включающую в себя обучение безопасным методам и приемам работ. В соответствии с утвержденными на предприятии программами подготовки данный процесс может занимать до шести месяцев. Поэтому, зачастую, при прохождении практики студенты изучают хозяйственную деятельность предприятия, специфику функционирования, внутреннюю нормативную документацию, занимаются оформлением эксплуатационной документации и т.п.

Выпускники высших учебных заведений и колледжей показывают высокий уровень теоретических знаний при трудоустройстве в электросетевые организации или службы и отделы предприятий-потребителей электрической энергии, занимающиеся эксплуатацией внутриплощадочных электрических сетей предприятий. Наравне с этим, у соискателей отсутствует представление о необходимых практических навыках, присущих отрасли электроэнергетики, что в свою очередь может спровоцировать работодателя сделать выбор в пользу иного соискателя с опытом работы в электроустановках.

С целью организации работы в направлении усиления практических навыков без обширной материально-технической базы, полигона или цеха необходимо обратиться к современным методам обучения и повышения квалификации работников крупных электросетевых организаций, а также предприятий, осуществляющих генерацию и сбыт электрической энергии.

Руководствуясь Правилами работы с персоналом, предприятия электроэнергетики РФ обязаны организовать повышение квалификации персонала предприятия с периодичностью не реже одного раза в пять лет. Повышение квалификации или профессиональная переподготовка проводятся в образовательных подразделениях самой организации, имеющей лицензию на осуществление такого вида деятельности, или в специализированных образовательных организациях, имеющих лицензию.

Сегодня, обучение персонала осуществляется стандартными подходами, такими как:

- Теоретические занятия в классах. Преподаватель излагает материал в соответствии с утвержденными программами повышения квалификации в рамках определенной компетенции. Например, программа, реализуемая Учебным центром ФСК ЕЭС «Повышение квалификации электрослесарей по ремонту электроэнергетического оборудования» в которой освещаются

вопросы правил охраны труда, оказание первой доврачебной помощи, конструктивное исполнение электроустановок и т.п.;

- Практические занятия на полигонах. Под руководством преподавателя выполняется отработка практических навыков. Например, в рамках программы повышения квалификации «Обслуживание, эксплуатация и ремонт распределительных сетей 0,4-10 кВ», реализуемой Учебным комплексом ПАО Энергетики и электрификации «Ленэнерго», осуществляется практическое занятие по замене дефектного проходного изолятора 10 кВ на КТП 10/0,4 кВ;

- Компьютерное тестирование работника на основе вопросов рассмотренных при получении теоретических и практических знаний.

Также, с начала 2020 года предприятия энергетического комплекса начали опробовать и активно внедрять технологии виртуальной реальности (далее - VR) в процессы обучения персонала. Данному направлению развития технологий обучения стоит уделить особое внимание учебным заведениям для подготовки кадров на завершающих этапах обучения. На предприятиях энергетики новое направление обучение хорошо себя зарекомендовало как по отзывам обучающихся, так и по мнению преподавателей.

VR – это искусственная компьютерная симуляция или воссоздание реальной среды или ситуации [5].

В докладе «Отчеты о технологиях для персонала на 2018 год» указывается, что VR позволят нам переводить обучающихся в симуляции и научить их тому, что нужно выполнять в реальном времени [6].

Пример симуляции работы на территории открытого распределительного устройства подстанции (далее - ОРУ) представлены на рисунках 1 и 2.



Рисунок 1. – Симуляция инструктажа перед работой в ОРУ подстанции

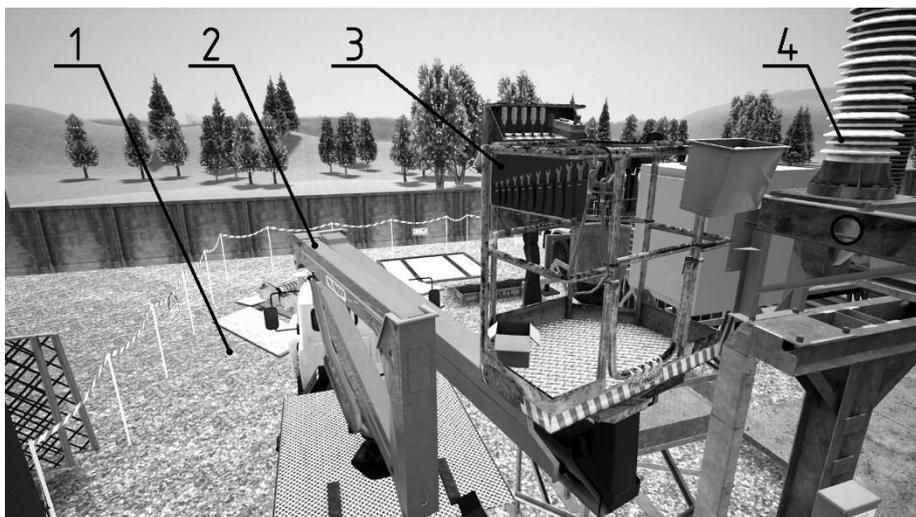


Рисунок 2. – Симуляция ремонта выключателя высокого напряжения в ОРУ подстанции.

1 – территория ОРУ подстанции, 2 – автогидроподъемник (АГП), инструмент, расположенный в корзине АГП, 4 – полюс ремонтируемого выключателя

Основные плюсы применения VR технологий в обучении заключаются в:

1. Возможности моделирования цифрового двойника реально существующего объекта энергетики, то есть модели, полностью повторяющей габариты объекта, компоновку оборудования, характеристики объекта.

2. Построения алгоритма правильных действий персонала при выполнении задач разного типа. Например, выполнение определенной последовательности технологических операций при моделировании ремонта выключателя 110 кВ на ОРУ подстанции напряжением 110 кВ, выполнение осмотра распределительного пункта 10 кВ в правильной последовательности с соблюдением правил охраны труда, или выполнение оперативных переключений в электроустановках разных классов напряжения по бланкам переключений.

3. Моделирование сценариев возникновения нештатных ситуаций на оборудовании энергообъектов и алгоритмов их устранения.

4. Возможность обучения выпускников без больших затрат на создание материально-технической базы.

5. Более глубокая вовлеченность в процесс обучения.

6. Возможность подготовки выпускников под конкретные требования работодателей, осуществляющих деятельность в регионе.

К VR технологиям, также, как и другим новым технологиям присущи недостатки, к которым можно отнести следующее:

1. На данный момент, дороговизна тренажера виртуальной реальности, состоящего из VR-шлема, двух контроллеров, персонального компьютера и сенсоров определяющий положение в пространстве обучающегося.

2. Высокая стоимость программного обеспечения.

3. Большие затраты времени на подготовку моделей, сценариев, алгоритмов.

4. Сложность в организации потокового обучения при большом количестве студентов, в связи с необходимостью многократной отработки программ обучения на тренажере.

5. Индивидуальная восприимчивость организма человека на работу в VR-шлеме.

В учебных заведениях могут разрабатываться программы, ориентированные на организации, нуждающиеся в кадрах по направлению электроэнергетика. Подготовка может быть организована как по общим направлениям, таким как организация допуска для работ в электроустановки, монтаж приборов учета, выполнение осмотров оборудования, так и по специфическим направлениям для предприятий, например, ремонт воздушных линий электропередачи разных классов напряжения, ремонт высоковольтного оборудования подстанций, монтаж кабелей с бумажно-масляной изоляцией и изоляцией из сшитого полиэтилена.

Подготовка студентов с применением VR технологий возможна в качестве элективной дисциплины. При этом потребность в тех или иных специалистах (ремонтных персонал, оперативный персонал, инженер), должна быть определена заранее, по согласованию с крупными организациями, работающими в регионе, для обеспечения гибкости программ подготовки.

Таким образом, внедрение VR технологий помогает добиться целей проекта «Кадры для цифровой экономики» в части решения задач по обеспечению подготовки высококвалифицированных кадров для цифровой экономики, и развития различных образовательных технологий при реализации образовательных программ. Также, при освоении программы, применение VR обеспечит высокую конкурентоспособность выпускников высших учебных заведений и колледжей при трудоустройстве, а в начале профессиональной деятельности обеспечит быстрое усвоение новых профессиональных компетенций за счет предметного представления о специфике работы на конкретном оборудовании.

#### Литература:

1. Паспорт национального проекта Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 04.06.2019 №7) [Электрон. ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/urKHm0gTPPnzJlaKw3M5cNLo6gczMkPF.pdf> (дата обращения 10.11.2022)

2. Вензелев Р.В., Интеллектуальные сети в электроснабжении сельскохозяйственных /Р.В. Вензелев, М.П. Баранова// В сб.: Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. Материалы II Международной научной конференции. Красноярск, 2022. С. 37-41.

3. Вензелев Р.В., Ультразвуковая диагностика неразъемных поверхностных контактных соединений распределительных устройств 0,4-35 КВ/ Р.В. Вензелев, М.П. Баранова, А.А. Сельский//материалы XXIX

международной научно-практической конференции "Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований, 27-28 июня, Bengaluru, India. 2022 г. С.151-155.

4. Прокубовская А. О. О непрерывной подготовке кадров для электроэнергетики в условиях цифровизации образования / А. О. Прокубовская, Е. В. Чубаркова // Инженерное мышление: социальные перспективы : материалы международной междисциплинарной конференции. – Екатеринбург: Деловая книга, 2020. – С. 161-165.

5. Digitization of the Energy Industry [Электронный ресурс]. – URL: <https://uh.edu/uenergy/research/white-papers/white-papers-files/digitization-of-energy-industry-web.pdf> (Дата обращения 10.11.2022).

6. Рахмонов А. Б. Внедрение виртуальной реальности в образовательный процесс: достоинства и недостатки / А. Б. Рахмонов // European science, 2020, № 5 – С. 39-41.

УДК 621.316.1.05

**ИДЕНТИЧНОСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ КОНТАКТА  
ПРИ УСТАНОВКЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ  
НА ДЛИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД**

Вензелев Роман Викторович, аспирант

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
venzelve\_rv@mail.ru

Баранова Марина Петровна, д-р техн. наук, доцент

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

*В статье отражены результаты по этапу исследований состояния плоскостного неразборного контактного соединения с применением ультразвука.*

*Ключевые слова: ультразвук, дефектоскоп, электрический контакт, контактное соединение, состояние электрического контакта.*

**IDENTITY OF ULTRASONIC MEASUREMENTS OF CONTACT WHEN  
INSTALLING PIEZOELECTRIC TRANSDUCERS FOR A LONG PERIOD**

Venzelev Roman Viktorovich, postgraduate

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Baranova Marina Petrovna, doctor of Engineering Sciences, associate professor  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*The article reflects the results of the stage of research on the state of a planar non-separable contact connection using ultrasound.*

*Key words: ultrasound, flaw detector, electrical contact, contact connection, state of electrical contact.*

В последние годы развитие электроэнергетического комплекса в России осуществляется за счет внедрения умных технологий, получивших название за рубежом Smart Grid («умная сеть», «умная энергетическая система», англ.).

Внедрение концепции умных сетей подразумевает установку приборов для анализа состояния элементов сети, положения коммутационных аппаратов, параметров сети и т.п., что в связке с программным обеспечением должно обеспечить полную наблюдаемость электрической сети для оперативного принятия решений по оптимальным режимам работы сети, обеспечению надежности обслуживания и самой сети в целом.

Сегодня имеется широкий спектр устройств, которые размещаются на подстанциях 35 кВ и выше и служат для организации наблюдаемости параметров электрической сети. При этом, набор средства для определения фактического технического состояния элементов электрической сети состояния ограничен.

С учетом отсутствия официальной статистики о причинах возникновения технологических нарушений в электрических сетях и применяя опыт эксплуатации и ремонтов электроустановок классом напряжения 0,4 – 220 кВ определена необходимость в разработке метода удаленного определения технического состояния контактных соединений. В рамках первичных теоретических и опытных исследований определен способ и сформирована методика удаленного мониторинга и диагностики технического состояния элементов электрической сети. Проведен ряд экспериментальных работ. Установлена возможность использования ультразвука для определения технического состояния элементов распределительной сети [1]. В качестве модели контакта применен плоскостной неразмыкаемый контакт, выполненный болтовым соединением. Данный тип контакта применяется в подавляющем большинстве соединений шин распределительных устройств напряжением 0,4 – 35 кВ.

Модель контакта, размещенного на изоляционном основании, и способ установки ультразвуковых преобразователей показаны на рисунке 1. Изоляционное основание предусмотрено для удобного размещения преобразователей и проведения дальнейших исследований.

В рамках исследования, проведенного двумя разными ультразвуковыми дефектоскопами (UCD-50 и УДС2ВФ), определена зависимость между переходным сопротивлением контакта и прохождением ультразвука от преобразователя – излучателя к преобразователю – приемнику. Например, при переходном сопротивлении исследуемого контакта, соответствующим нормальным эксплуатационным параметрам [3], усиление дефектоскопа для прохождения ультразвукового сигнала равно 63 дБ. Тогда как, при переходном сопротивлении, которое в условиях эксплуатации считается недопустимым для такого типа контактного соединения, прохождение ультразвукового сигнала затруднено, а именно необходимое усиление сигнала на дефектоскопе равно 73 дБ, и возрастает при возрастании переходного сопротивления [2].

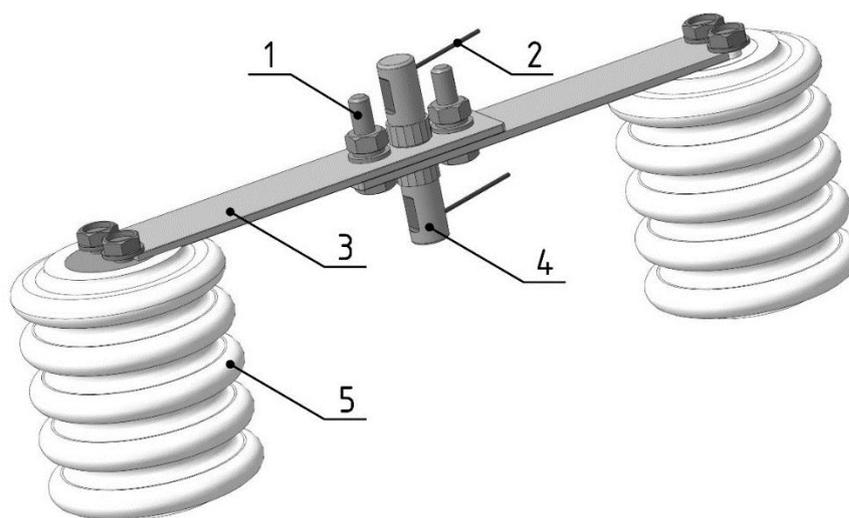


Рисунок 1 – Модель неразмыкаемого контакта.

1 – болт, 2 – коаксиальный кабель от преобразователя к прибору контроля, 3 – алюминиевая шина, 4 – ультразвуковой пьезоэлектрический преобразователь ПЭП, 5 – изолятор ИОР-10-7,5.

Дальнейшие исследования выполнены в части определения идентичности показаний при установке преобразователей на длительный период с перспективой организации измерений под рабочим шин 0,4 – 35 кВ в качестве приборов мониторинга технического состояния контактных соединений.

Исследование проводилось прибором УДС2ВФ оснащенного пьезоэлектрическими преобразователями прямого типа (далее – ПЭП). ПЭП закреплены на алюминиевых шинах при помощи разработанных и изготовленных креплений, выполненных из изоляционных материалов. Крепления выполнены таким образом, чтобы не создавать дополнительное усилие на контактное соединение при приложении ПЭП к контактному соединению.

Физическая модель контакта с размещенным оборудованием показана на рисунке 2.

Измерения проводились ежедневно, два раза в сутки, на протяжении 60 дней. Методика измерений заключалась во включении дефектоскопа, запуске режима измерений, настройке усиления сигнала дефектоскопа до первоначально измеренного значения равного 63 дБ и последующем анализе значения полученной амплитуды ультразвукового сигнала.

В результате исследования показано, что разница измерений на протяжении 60 дней составляет 1-1,5 дБ. При этом стоит отметить, что измерения проводились без учета влияния температуры окружающего воздуха в помещении лаборатории и, следовательно, температуры самого контакта, которая колебалась от 20 до 26 °С. Было отмечено, что наибольшая разница показаний достигалась при более низкой температуре.

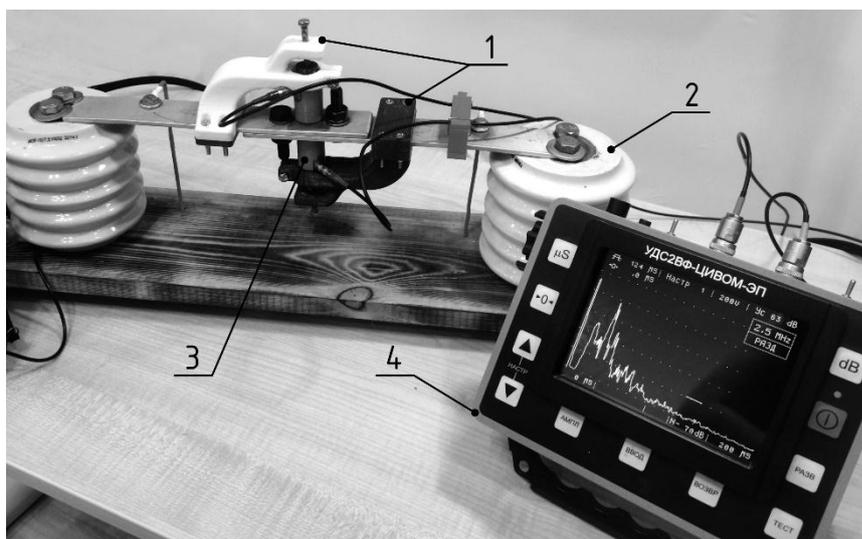


Рисунок 2 – Изготовленная модель контактного соединения  
 1 – крепление ПЭП, 2 – изолятор ИОР-10-7,5, 3 – ПЭП в защитном кожухе, 4 – дефектоскоп УДС2ВФ.

Исходя из наблюдений, можно сделать вывод о идентичности показателей при размещении ПЭП на длительный период времени для определения изменения состояния контактного соединения. Дополнительно, выявлена необходимость определения степени влияния температуры контакта на прохождение через него ультразвукового сигнала для последующего расчета поправочного коэффициента.

При дальнейшей работе в части разработки полезной модели прибора контроля состояния плоскостных контактных соединений, требуется учесть необходимость включения устройства для измерения температуры контакта и окружающего воздуха.

#### Литература:

1. Вензелев Р.В., Применение ультразвука для оценки плотности контактного соединения / Р.В. Вензелев, М.П. Баранова, А.А. Сельский // В сб.: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2022. С. 163-165.

2. Вензелев Р.В., Ультразвуковая диагностика неразъемных поверхностных контактных соединений распределительных устройств 0,4 – 35 кВ / Р.В. Вензелев, М.П. Баранова, А.А. Сельский // Материалы XXIX международной научно-практической конференции «Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований», 27-28 июня, Bengaluru, India. 2022 г. С.151-155.

3. СО 34.45-51.300-97, РД 34.45-51.300-97 Объем и нормы испытаний электрооборудования, 6-е издание (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.10.2006). – Москва: ЗАО «Издательство НЦ ЭНАС», 2008. С. 298.

4. УДС2ВФ. Ультразвуковой дефектоскоп. Руководство пользователя. – Санкт Петербург. 2019. С. 39.

УДК 628.955.9

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ DIALUX**

Заплетина Анна Владимировна, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
anna-zapletina@yandex.ru

Дебрин Андрей Сергеевич, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
debrin.as@yandex.ru

*В статье авторами проведен анализ освещения улицы Гусарова г. Красноярска, для обеспечения нормированной освещенности выполнен расчет в программе Dialux, по результатам расчетов выбран светодиодный светильник.*

*Ключевые слова: программный комплекс DIALux, уличное освещение, проектирование освещения, светодиодный светильник, освещение дорог, нормируемая освещенность.*

## **DESIGN OF STREET LIGHTING IN THE DIALUX SOFTWARE PACKAGE**

Zapletina Anna Vladimirovna., candidate of technical science associate professor  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
Debrin Andrey Sergeevich., candidate of technical science associate professor  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*In the article, the authors analyzed the illumination of Gusarov Street in Krasnoyarsk, to ensure normalized illumination, a calculation was performed in the Dialux program, according to the results of calculations, an LED lamp was selected.*

*Keywords: DIALux software package, street lighting, lighting design, LED lamp, road lighting, normalized illumination.*

Для проверки качества освещенности и проектирования системы освещения в программе Dialux, была выбрана улица Гусарова, расположенная в Октябрьском районе, города Красноярска, от жилого дома № 77 до жилого дома № 38

С точки зрения качественной оценки освещения по уровню освещенности качественное исполнение ОУ (осветительной установки) на этой магистрали выполнено ненадлежащим образом. Опоры освещения расположены по одной стороне, высота подвеса светильников 11 метров.

По обочине дороги произрастают крупные лиственные, а также хвойные деревья, вследствие этого к середине лета возникнет проблема недостаточной освещенности из-за затенения листьями деревьев.

На всем протяжении улицы уровень видимости различный. Основными недостатками ОУ на данном участке дороги являются высокий уровень неравномерности распределения освещенности на дорожном полотне. С обеих

сторон есть пешеходные зоны. Ширина дорожного полотна 15 метров, а дорожек 2 метра. Расстояние между опорами 30 метров, все факты сказываются на неравномерности распределения освещенности.

Протяженность исследуемого участка проезжей части составляет 800 метров. На данном участке расположены 25 опор освещения, с установленными светильниками ЖКУ с лампами ДНаТ 250, опоры освещения расположены по односторонней схеме.

Измерения проводились с использованием люксметра «ТКА-ЛЮКС» в ночное время суток. Визуально видно, что нормируемая освещенность создается только на одной стороне улицы.

Измерения проводились в нескольких точках относительно опоры освещения, данные заносились в таблицу 1. Уровень освещенности фиксировался на высоте 1,5 метра от земли в различных токах проезжей части, а именно: непосредственно под опорой, на середине проезжей части, на противоположной стороне, а также между опорами освещения Все измерения были выполнены в соответствии с требованиями [1].

Таблица 1 – Результаты измерения освещенности улицы Гусарова

Пролет опор №	Норм. средняя освещенность, Е ср, лк	Средняя освещенность полотна дороги между опор Еср, лк	Отклонение от нормы, ΔЕ ср, лк	Пролет опор №	Норм. средняя освещенность, Еср, лк	Средняя освещенность полотна дороги между опор Еср, лк	Отклонение от нормы, ΔЕср, лк
1-2	20	15,21	4,79	13-14	20	12,53	7,47
2-3		14,74	5,26	14-15		10,48	8,79
3-4		15	5	15-16		10,06	9,4
4-5		13,43	6,57	16-17		8,32	11,68
5-6		13	7	17-18		14,52	5,48
6-7		9,38	10,62	18-19		13,73	6,27
7-8		5,17	14,38	19-20		10,46	9,54
8-9		7,66	12,34	20-21		18,69	1,31
9-10		8	12	21-22		15,31	4,69
10-11		5,87	14,75	22-23		17,22	2,78
11-12		9,77	10,14	23-24		12,01	7,99
12-13		4,32	15,68	24-25		12,18	7,82

Минимальная нормируемая освещенность уличного освещения согласно СНиП [4] составляет 20 лк, а тротуаров 10 лк. Результат измерений показал, что улица Гусарова не соответствует нормам освещенности. Средняя освещенность улицы составляет 11,54 лк, а в некоторых точках отклонение от нормы составляет более 14 %.

По результатам измерений видно, что отклонения от нормируемой освещенности на разных участках улицы отличаются неравномерностью. Здесь большую роль играют деревья, которые в некоторых местах находятся в непосредственной близости к опорам и заслоняют светильники, в этих местах,

даже на тротуаре наименьшая освещенность.

После проведения измерений освещенности участка проезжей части на улице Гусарова, выявлено, что светильники ЖКУ с лампами ДНаТ 250 не обеспечивают необходимый уровень освещенности для данной проезжей части. В связи с этим, необходимо произвести замену светильников ЖКУ с лампами ДНаТ 250.

Для решения данной проблемы в программном комплексе DIALux [2] EVO v.10.1, спроектирована проезжая часть на улице Гусарова с указанием реальных параметров улицы, которые необходимы для расчета освещенности в программном комплексе. Первым шагом начала работы является запуск программы, при запуске программы в центре экрана появляется ассистент выбора типа проекта.

Выбираем «Освещение улицы». Следующим шагом в разделе «Планирование» необходимо задать параметры проектируемой проезжей части (Рисунок 2 ), такие как дорожное покрытие( CIE R1); ширина проезжей части (15 м); число полос для движения (2); класс освещенности (C2).

Из каталогов, представленных в программном комплексе DIALux, выбираем светодиодные светильники различных мощностей, от производителя «Navigator».

После выбора светильников, для дальнейшего расчета необходимо заполнить параметры касающиеся расположения светильников относительно проезжей части. В данном разделе указываем следующие значения: расстояние между опорами освещения (30 м); высоту световых точек (11 м); вылет световой точки (1 м); расстояние от опоры освещения до проезжей части (0,6 м). С помощью функции «оптимизация параметров» в программном комплексе определяем значение: длина консоли (1,65 м).

Далее необходимо выбрать схему расположения опор освещения, относительно проезжей части.

Учитывая, что в настоящей работе проектируется существующий объект, выбираем схему расположения светильников, которая соответствует реальному расположению светильников.

После заполнения всех необходимых параметров, программный комплекс DIALux автоматически производит расчет освещенности на основании заданных значений.

При помощи программы DIALux, выполнено сравнение различных источников уличного освещения, таких как: светильник ЖКУ с лампой ДНаТ 250; светильник ГКУ с лампой ДРИ 250; светильник РКУ с лампой ДРЛ 250; светильник ДКУ-160 с использованием светодиодов.

Результаты сравнения светильников с различными разрядными лампами приведены в таблице 2

Таблица 2 – Сравнительный анализ осветительных установок  
в программном комплексе DIALUX

Светильник	Лампа	Мощность	Еср, лк	Еср (расчетн), лк	Отклонение от нормы
ЖКУ	ДНаТ	250	20	11,45	8,55
ГКУ	ДРИ			7,06	12,94
РКУ	ДРЛ			5,07	14,93
ДКУ	LED	160		22,15	-

Для обеспечения нормированной освещенности улицы Гусарова из полученных результатов выбираем светодиодный светильник «ДКУ-160-001», так как данный прибор при меньшей мощности обеспечивает необходимый уровень освещенности. Уличный светодиодный консольный светильник «ДКУ-160-001» [3] предназначен для освещения улиц, магистралей, площадей, парковых зон, внутри дворовых территорий, платформ железнодорожных станций.

Таблица 3 – Технические характеристики светильника

Тип	Степень защиты	Индекс цветопередачи	КСС	коэфф. пульсации	Диапазон входных напряжений	Класс защиты	t окр. среды	Размеры, мм L*H*В	m, кг
ДКУ-160-001	65	70Ra (± 3%)	Ш	≤ 5,00%.	190-260 В	I	От – 45С до + 40С	510×556 ×83	3,9

Помимо численных значений в программном комплексе можно получить трехмерную и двухмерную визуализацию. С помощью вкладки «Вид» выбираем интересующий нас положение модели, в том числе и 3D модель разрабатываемого проекта (рисунок 1) итогом полученных результатов, показана визуализация, при помощи которой, наводя курсором на освещаемую поверхность, в нижней части экрана можно видеть значения освещенности в той или иной точке. На рисунках 2,3 показаны кривая силы света (КСС) и общий вид светильника «ДКУ-160-001»

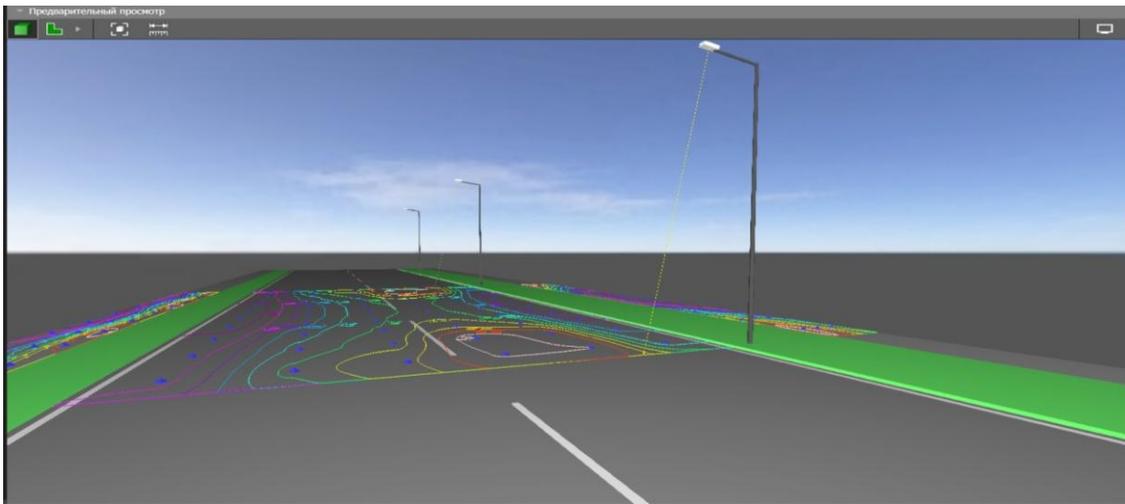


Рисунок 1 - 3D визуализация проекта



Рисунок 2 - Общий вид светильника «ДКУ-160-001»

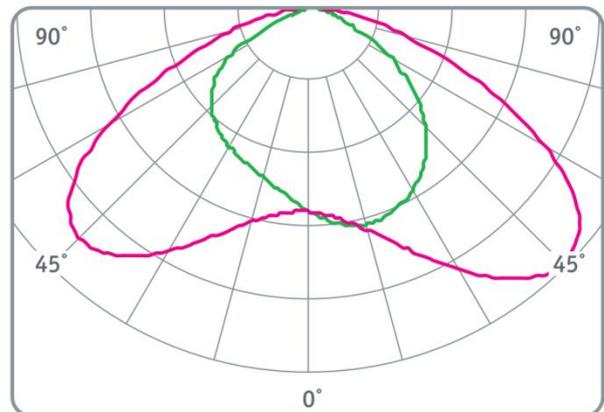


Рисунок 3 - КСС светильника «ДКУ-160-001»

#### Литература:

1. Автоматизированное управление уличным освещением. Официальный сайт «ЭнергоСовет» портал по энергосбережению. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.energosovet.ru/stat480.html>. (дата обращения 01.11.22)
2. DIALux [Электронный ресурс]. – URL: <http://electricalschool.info/main/lighting/1703-programma-dialux.html> (дата обращения 05.11.22)
3. Светодиодный светильник ДКУ. Официальный сайт ПК Экос. [Электронный ресурс]. – URL: <https://pk-ekos.ru/produkt/konsolnye/dku-01-160/> (дата обращения 05.11.22)
4. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [Электронный ресурс]. – URL: [https://energy.midural.ru/images/Upload/2017/101/SPEIO\\_07.11.2016\\_777.pdf](https://energy.midural.ru/images/Upload/2017/101/SPEIO_07.11.2016_777.pdf) (дата обращения 01.11.22)

УДК 351.811.003.13:656.11

**АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ПОВЕДЕНИЯ ВОДИТЕЛЕЙ, ОСНОВАННЫХ  
НА КОНЦЕПЦИИ РИСКА КАК ГЛАВНОГО ФАКТОРА,  
ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО ЕГО ПОВЕДЕНИЕ В ДОРОЖНОМ ДВИЖЕНИИ**

Катаргин Сергей Николаевич, канд. техн. наук, доцент  
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

serge0171.ra@gmail.com

Кайзер Юрий Филиппович, канд. техн. наук, доцент  
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

kaiser170174@mail.ru

Кузнецов Александр Вадимович, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

kuznetsov1223@yandex.ru

*В статье авторами рассмотрены существующие гипотезы и модели поведения водителей в аспекте безопасности дорожного движения. Даны общие рекомендации в плане совершенствования и адаптации применения моделей к определенным группам водителей.*

*Ключевые слова: водитель, целевой риск, нулевой риск, система, мотивация, мотивационные модели, информация, автотранспортные средства.*

**ANALYSIS OF DRIVERS' BEHAVIOR MODELS BASED  
ON THE CONCEPT OF RISK AS THE MAIN FACTOR DETERMINING  
HIS BEHAVIOR IN ROAD TRAFFIC**

Katargin Sergey Nikolaevich, Ph.D., tech. Sciences, Associate Professor  
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia serge0171.ra@gmail.com

Kaiser YuryFilippovich Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor  
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia kaiser170174@mail.ru

Kuznetsov Alexander Vadimovich tech. Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

kuznetsov1223@yandex.ru

*In the article, the authors consider the existing hypotheses and models of driver behavior in terms of road safety. General recommendations are given in terms of improving and adapting the application of models to certain groups of drivers.*

*Key words: driver, target risk, zero risk, system, motivation, motivational models, information, vehicles.*

Труд водителя автотранспортных средств происходит в особых условиях, который связан с переработкой значительных объемов оперативной информации, с резкими изменениями в эмоциональном состоянии и возникновением определенной вероятности аварийных ситуаций [3].

По данным отечественных исследований [2] в области транспортной

психологии установлено, что около 80 % всех ДТП связано с ошибками водителей, обусловленных окружающей обстановкой в дорожном движении.

В этой связи, представляет интерес проанализировать взаимосвязь факторов, определяющих безопасность движения и известных моделей поведения водителей. Ретроспективный анализ моделей, показывает различные подходы и методы изучения поведения водителей. Все зависит от целей и имеющегося инструментария их достижения, которые представляют подсистемы, участвующие в процессе обеспечения безопасности движения (ОБД): дорожная отрасль, перевозчики, контрольно-надзорные органы, здравоохранения и т.д. Для этого государством принимаются периодически целевые программы по повышению безопасности БДД.

Дж. Мичон [8] определил две категории моделей поведения водителей в психологическом и психофизиологическом аспекте восприятия дорожной среды: мотивационные и перцептивные. Под мотивационными моделями понимается описание восприятия риска опасности ДТП, как главного фактора, влияющего на поведение водителя. Перцептивные модели описывают процесс психофизиологическое восприятие водителем дорожных условий. Исследования перцептивных моделей представляют интерес для проектировщиков и строителей дорог и в нашей стране получили наибольшее распространение.

В основе мотивационных моделей исходят из того, что процесс управления АТС является саморегулируемый вид деятельности, и поэтому мотивация более важна, чем ограничения перцептуально-моторные способности водителя.

В мотивационных моделях поведения водителей в качестве основных психологических причин ДТП рассматривается снижение субъективно воспринимаемого водителем (СВВ) риска по отношению к объективно существующей дорожно-транспортной обстановкой (ОСДТО). Также имеет место преобладание мотива скорости (выигрыш во времени на поездку) над мотивом безопасности, выявляемое участием водителей.

Рассмотрим сущность основных мотивационных моделей, получивших известность в разные года. Следует отметить, что среди авторов моделей практически нет отечественных исследователей. Исключением может служить автор Котик М. А., который разработал модель, позволяющей установить связь событий предшествовавших ДТП на основе модальной логики [1]. Это обстоятельство указывает на то, что автотранспортной психологии в нашей стране уделяется недостаточное внимание, зачастую подменяя психофизиологией, наукой о психологии, уже на стадии подготовки водителей в автошколах.

Субъективно-вероятностная гипотеза (Г. Вильде, Д.Шепард и др.) [10] исходит из того, что вероятность ДТП зависит от степени корреляции субъективно воспринимаемой водителем вероятности ДТП и объективной вероятности риска ДТП на конкретном участке дороги. Чем теснее такая корреляционная связь, тем ниже фактическая вероятность ДТП, т.е. водитель адекватно оценивает реальную опасность условий движения.

Модель «опасность-скорость» (Д. Тейлор) [10] основана на том, что ощущение опасности дорожных условий у водителей связано с выбираемой скоростью движения, что отражается на функциональном состоянии водителя. В результате ощущения опасности водитель компенсирует снижением скорости движения.

Модель компенсации риска (Г. Вильде, Эванс) [4] исходит из того, что оценка опасности у каждого водителя остается в среднем постоянной независимо от объективных обстоятельств и тогда чувство опасности по отношению к чувству осторожности дает постоянный показатель: приемлемый риск. Если ощущаемая водителем степень опасности превышает приемлемый им уровень риска, то водитель принимает решение, способствующее снижению чувства риска.

Модель «субъективная безопасность - объективная безопасность» (Д. Клебелсберг) [7] основана на дифференциации объективной безопасности (ОБ), которую можно измерить и субъективного чувства безопасности (СБ). Общая безопасность движения определяется постоянным взаимодействием ОБ и СБ. Необходимый уровень безопасности движения наблюдается при  $СБ = ОБ$ , а высокий уровень (минимальная степень опасности), когда  $СБ < ОБ$ . Модель «СБ – ОБ» имеет сходство с моделью компенсации риска, но в большей мере ориентируется на объективную обстановку.

Модель нулевого риска (Р. Наатанен, Х. Сум-мала) [9] описывает влияние мотивационных факторов при принятии водителем решений. Модель основывается на том, что водитель стремится избежать риска ДТП посредством управления своим поведением, следуя ощущению нулевого риска. При превышении нулевого порога риска субъективное ощущение риска, компенсируется изменением скорости движения, которая имеет определенное значение. Недостатком модели является невозможность прогнозировать фактический риск ДТП.

Модель обоснованного действия (М. Фишбейн, И. Айзен) [5] определяет отношение водителя к собственному поведению и субъективной норме. При этом, субъективная норма определяется как субъективно воспринимаемое влияние социальной среды на поведение водителя, иначе говоря, представлений его о последствиях поведения.

Модель равновесия (гомеостазиса) риска (Г. Вильде) [12] основана на том, что количество ДТП в единицу времени для участников дорожного движения является результатом процесса с обратной связью. Таким образом, целевой уровень риска является переменной управления. Согласно допущению модели целевой уровень риска не зависит от состояния дорожных условий, автомобиля или квалификации водителя, а полностью зависит от уровня допустимого риска, с которым соглашаются участники дорожного движения в обмен на предполагаемые преимущества от передвижения на транспортном средстве. Предполагается, что в любой момент времени водители ощущают степень риска ДТП и сравнивают его с допустимым для себя уровнем. Водители, чувствуя ту или иную разницу между целевым и действительным

уровнями риска, пытаются своими действиями восстановить баланс. Таким образом, суммируя действия всех участников дорожного движения в определенном регионе можно определить уровень аварийности, который (посредством обратной связи) оказывает влияние на уровень допустимого риска. Эта модель получила наибольшую известность.

Модель предупреждения опасности (риска) ДТП (Б. Фуллер) [6] утверждает, что фактором, определяющим поведение водителя, является вероятность возникновения потенциально отрицательного стимула или опасности. Следствием этого будет возникновение упреждающей или замедленной реакции водителя на ситуацию. Водитель осознает нарушение взаимосвязи между его фактическими действиями и упреждающей реакцией через ощущение риска (страх, раздражение) и он стремится к нулевому риску возникновения ДТП. В модели описаны типы ответных реакций водителя для предупреждения опасности.

Рассмотренное выше разнообразие моделей поведения водителей в дорожном движении показывают, что эта область исследований еще далека до совершенства. Модели описывающие поведения водителей не дифференцируют их по целевым группам, в зависимости от целевых установок. Например, наемные водители и автолюбители имеют существенные отличия в целях поездок. Группа относящиеся к автолюбителям, являющаяся равноправными участниками дорожного движения, менее управляемая с точки зрения, безопасности движения. Наемные водители транспортных предприятий, с этой точки зрения, находятся ближе к инструментам воздействия на поведение их дорожных условиях. Однако, низкий уровень знаний о мотивированности водительского состава, а также слабого применения механизмов адаптации к водителям нарушающим ПДД или ставших участниками ДТП на предприятии не дает нужного результата.

Резервом для повышения безопасности дорожного движения может служить изучение психологических установок наемного водительского состава и стимулирование их к анализу реальных дорожно-транспортных ситуаций и последующей самооценки. Этому должны способствовать совершенствование ведение занятий на ежегодных мероприятиях по безопасности дорожного движения.

#### Литература:

1. Котик М.А. Психология и безопасность. – 3-е изд., испр. и доп. – Таллин: Валгус, 1989.
2. Котик М.А., Емельянов А.М. Природа ошибок человека-оператора (на примерах управления транспортными средствами). – М.: Транспорт, 1993.
3. Проблема управления обеспечением безопасности дорожного движения и рискологический подход // С. Н. Катаргин, Ю. Ф. Кайзер // Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы: материалы Международной научно-технической конференции, г.Новокузнецк. Отв. Ред. Э. И. Забнева. – Ульяновск: Зебра, 2017. с. 57-61.
4. Рунэ Э., МюсенАннэ Б., Труле В. Справочник по безопасности

дорожного движения: пер. с норвеж. / Под ред. В.В. Сильянова. – М: МАДИ (ГТУ), 2001.

5. Fishbein M. and Ajzen I. Belief, Attitude, Intention and Behavior: an Introduction to Theory and Research (Addison – Wesley, Reading. Mass.), 1975.

6. Fuller R. the Task-Capability Interface Model of the driving process, «Recherche Transport Securite, № 66, 2000.

7. Klebelsberg D. Homogenital und Sicherheit. Proceedings of the International Congress of Applied Psychology. Luttich. 1971.

8. Michon J.A. A critical view of driver behavior models: What do we know, what should we do? In: Human Behavior and Traffic Safety. Plenum, New York, 1985.

9. Naatanen R., Summala H. Road user behaviour and traffic accidents. New York: North Holland Publishing company, 1976.

10. Taylor D.H. The hermeneutics of accidents and safety. Ergonomics, 24 1981.

11. Wilde G.J.S., Lhotse J., Sheppard D., Wind G. Road safety campaigns: Design and evaluation. Paris: OECD, 1971.

12. Wilde G.J.S. The theory of risk homeostasis: Implications for safety and health. «Risk Analysis», 1982 № 2.

УДК. 629

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ НА СИЛОВОЙ ВАЛОПРОВОД ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРМОВ**

Ковальчук Александр Николаевич, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
can-koval@mail.ru

*В статье приведена методика и результаты исследования нагруженности силового валопровода измельчителя от воздействия крутильных колебаний. Сделан анализ распределения упругих моментов по силовому валопроводу измельчителя. Приведены результаты исследования силового валопровода измельчителя на возможность резонансных режимов.*

*Ключевые слова: измельчитель, нагруженность, упругий момент, крутильные колебания, силовой валопровод, резонанс.*

## **RESEARCH EFFECTS STUDY TO THE POWER SHAFTING OF THE FODDER GRINDER**

Kovalchuk Alexander Nikolaevich, candidate of technical science,  
associate professor  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*The article presents the methodology and results of studying the load of the power shafting of the chopper from the impact of torsional vibrations. An analysis of the distribution of elastic moments along the power shafting of the grinder is made. The results of the study of the power shafting of the chopper for the possibility of resonant modes are given.*

*Key words: grinder, loading, elastic moment, torsional vibrations, power shafting, resonance.*

Вопросы динамической нагруженности силовых валопроводов машин и агрегатов, применяемых в животноводстве, становятся в последнее время в центре внимания конструкторов и исследователей. Это связано с ростом производительности, скоростей рабочих органов машин (агрегатов), усложнением их конструкции при одновременном повышении требований к их надежности и долговечности.

По оценке специалистов, отказы их работоспособности приводят к чрезмерно большим недоборам продукции животноводства. Вызвано это тем, что в результате отказов машин и оборудования нарушается стереотип в обслуживании животных, приводящий к снижению их продуктивности [1].

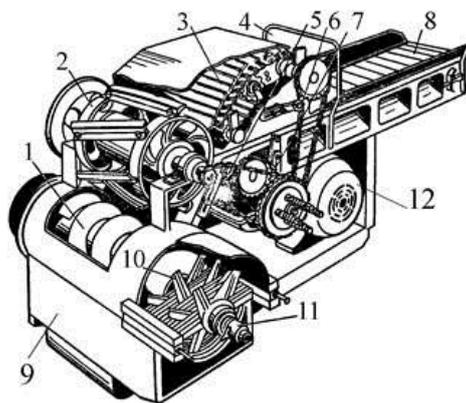
При эксплуатации машин их детали испытывают переменную нагруженность, которая обусловлена не только внешней нагрузкой (сопротивление резанию, неравномерность подачи, неоднородность измельчаемого материала и др.), но и сочетанием динамических параметров машин. Под действием внешних нагрузок упругие элементы деформируются, а сосредоточенные массы вращаются с переменными скоростями. В результате этого упругие звенья периодически либо закручиваются, либо раскручиваются, что, в определенных условиях, может привести к перегрузкам и поломкам деталей. Воздействие переменных напряжений является также одной из основных причин (до 90%) их усталостного разрушения [2].

Принимая во внимание, что значение динамических нагрузок зависит не только от величины движущего момента [3, 4], но и от динамической характеристики крутильной колебательной системы измельчителя, рассматриваем в наших исследованиях силовой валопровод как сложную крутильную систему, состоящую из ряда маховиков, связанных между собой упругими участками валопровода.

Измельчитель кормов «Волгарь-5» (рис. 1) предназначен для измельчения всех типов сочных и грубых кормов для различных видов животных (КРС, овец, свиней) и птицы. Поскольку зоотехнические требования (крупность резки, фракционный выход) к приготовлению кормов зависят от вида животных, то технологический процесс измельчения продуктов в измельчителе осуществляют по-разному. Так, при приготовлении кормов для КРС, измельчение их производится только аппаратом первичного резания, при этом могут сниматься три режущих ножа. Для получения более высокой степени измельчения и более выровненного гранулометрического состава готового корма, измельчение продуктов осуществляются уже аппаратом первичного и вторичного резания, которые работают последовательно.



а



б

Рисунок 1 – Внешний вид (а) и схема (б) измельчителя «Волгарь-5»:

1 – шнек; 2 – режущий барабан; 3 – нажимной транспортер; 4 – механизм управления подающим транспортером; 5, 6, 7 – натяжные звездочки цепных передач; 8 – подающий транспортер; 9 – аппарат вторичного резания; 10 – ножи аппарата вторичного резания; 11 – автомат отключения; 12 – электродвигатель

Согласно схемам работы измельчителя строились много массовые колебательные системы силового валопровода. Упрощение системы проводилось методом, разработанным Е.И. Ривиным [5]. При этом основная система расчленялась на элементарные одно- и двухмассовые системы. Объединяя две массы в одну или разнеся одну массу на две соседние, можно уменьшить число масс на единицу. Проводя последовательно эти операции в элементарных системах, можно дойти до любой степени упрощения основной системы.

Для построения расчетной динамической схемы измельчителя выполнялось следующее:

первое – определялись податливости валов и величины моментов инерции его деталей;

второе – находились передаточные числа ступеней валопровода;

третье – осуществлялось приведение абсолютных значений участков податливости к ведущему валу валопровода;

четвертое – выполнялось приведение абсолютных моментов инерции деталей валопровода к его ведущему валу.

Частоты вынужденных крутильных колебаний, возбудителями которых в измельчителе являются аппараты первичного (2) и вторичного (9) резания при взаимодействии с материалом при измельчении, зубчатые колеса редуктора, звездочки цепных передач (5, 6, 7), определялись аналитически по общеизвестным формулам [6].

Частоты и формы собственных крутильных колебаний этой системы определялись методом остатка (Толле) и способом повторного расчета ветви до точки слияния с использованием ЭВМ [7, 8]. Этот метод основан на том положении, что при свободных крутильных колебаниях многомассовой системы сумма моментов сил упругости ( $M_{уп}$ ) отдельных участков вала и моментов сил инерции ( $M_{ин}$ ) всех колеблющихся масс должна равняться нулю:

$\Sigma M_{уп} + \Sigma M_{ин} = 0$ . Задаваясь приближенно частотой  $\omega_{c1}$  определяют величину  $(\Sigma M_{уп} + \Sigma M_{ин})$  при колебаниях крутильной системы с этой частотой. Если  $\Sigma M_{уп} + \Sigma M_{ин} = R_1 \neq 0$  (где  $R_1$  – положительный или отрицательный остаточный момент), то задаются другим значением частоты  $\omega_{c2}$  и снова находят остаточный момент  $R_2$  и т.д. После некоторых попыток определяют искомую частоту  $\omega$ , т.е. ту, для которой  $R = 0$ .

Данная динамическая система позволяет определить не только частоты и формы свободных колебаний, но и нагруженность соответствующих деталей «Волгарь-5» от крутильных колебаний.

Полученные результаты показали, что, несмотря на различную степень упрощения, низшие частоты свободных колебаний всех форм (кроме третьей) полученных систем практически совпадают (расхождение 0,1-1,5%). Наибольшее расхождение между частотами наблюдается лишь у третьей формы колебаний (13,2%). Кроме того, в колебательной системе, в которую входит только аппарат первичного резания, отсутствует частота второй формы колебаний.

Наглядно представление о нагруженности силового валопровода дают формы колебаний, которые показывают относительные амплитуды собственных колебаний каждой массы системы, а также количество и расположение узловых точек, т.е. тех сечений вала, которые при колебаниях системы остаются неподвижными.

Анализ размещения узловых сечений крутильных колебаний низших форм показал, что в разных режимах работы измельчителя участки его силового валопровода нагружены по-разному. В случае, когда корма измельчаются только аппаратом первичного резания, наиболее нагруженными участками являются ременная передача между электродвигателем и аппаратом вторичного резания и валы аппарата вторичного резания и электродвигателя. На эти участки приходится соответственно 22, 16, 22% узловых сечений. При работе двух измельчающих аппаратов наибольшая концентрация узловых сечений многих форм приходится на валы аппаратов первичного (13%), вторичного (18%) резания, ременную передачу между электродвигателем и аппаратом первичного резания (20%) и цепную передачу между редуктором и прижимным транспортером (11%). На остальные участки силового валопровода приходится 0-6% узловых сечений.

Надежность и долговечность силового валопровода любой машины (агрегата) в значительной степени также зависит от резонансных явлений, которые могут возникать в нем в процессе эксплуатации. Резонансные режимы имеют место тогда, когда частота  $\omega$  вынуждающего крутильные колебания момента совпадает с частотой  $\omega_c$  собственных колебаний системы или их отношение  $\omega/\omega_c$  находится в пределах 0,9-1,1. В условиях резонанса значительно возрастают амплитуды крутильных колебаний, что ведет к увеличению динамической нагруженности силового валопровода, а это в свою очередь – к снижению динамической и усталостной прочности его узлов и деталей. Кроме того, на поддержание резонансных колебаний расходуется часть энергии силовой установки, входящей в колеблющуюся систему. В

отдельных случаях эти потери достигают 10 и более процентов [9].

Для исследования силового валопровода измельчителя «Волгарь-5» на резонансные крутильные колебания была построена многомассовая разветвленная асимметричная динамическая модель.

Сопоставление частот свободных и вынужденных колебаний показало, что в валопроводе измельчителя могут иметь место резонансные режимы крутильных колебаний.

При работе измельчителя с прямым вращением подающего транспортера (8) зацепления тяговых звездочек подающего и прижимного (3) транспортеров с цепью вызывают крутильные колебания, которые могут резонировать с одноузловой формой свободных колебаний, так как эти частоты имеют расхождение всего лишь 5,4%. Приблизительно такое же расхождение (7,5%) между частотами свободных и вынужденных колебаний этого же зацепления наблюдается при обратном вращении подающего транспортера. Следовательно, и в этом случае возможен резонансный режим.

С трехузловой формой могут резонировать вынужденные колебания, возбуждаемые приводной звездочкой прижимного транспортера при зацеплении с цепью как при прямом, так и при обратном вращении подающего транспортера. Расхождение между частотами в этих случаях соответственно 8,4 и 10,1%.

Зубчатые зацепления шестерен  $Z = 32$  и  $Z = 41$ ,  $Z = 41$  и  $Z = 22$  редуктора при обратном вращении возбуждают колебания, способные резонировать с шестиузловой формой, так как расхождение частот не превышает 3% и т.д.

Всего в валопроводе измельчителя можно наблюдать девять зон, в которых возможен резонансный режим работы. Однако не каждый резонанс сопровождается значительными колебаниями и создает опасность для прочности системы. Поэтому силовой валопровод измельчителя требует дополнительных исследований в отношении возникновения в нем опасных резонансов.

Таким образом, распределение форм крутильных колебаний и упругих крутящих моментов по силовому валопроводу измельчителя дают полное и наглядное представление о сравнительной нагруженности его участков, т. е. деталей и узлов. Полученные данные необходимы для выбора эффективных мер по повышению надежности и долговечности силового валопровода «Волгарь-5».

#### Литература

1. Мельников, С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов / С.В. Мельников. – Л., Агропромиздат, 1985. – 640 с.
2. Иванченко, Ф.К. Динамика и прочность прокатного оборудования / Ф.К. Иванченко, П.И. Полухин, М.А. Тылкин [и др.]. – М., Металлургия, 1970. – 488 с.
3. Волков, Д.П. Динамические нагрузки в универсальных экскаваторах-кранах / Д.П. Волков. – М., Машгиз, 1958. – 288 с.
4. Кожевников С.Н. Динамика машин с упругими звеньями / С.Н.

Кожевников. – Киев, 1961. – 160 с.

5. Ривин, Е.И. Динамика привода станков / Е.И. Ривин. – М., Машиностроение, 1966. – 207 с.

6. Кудинов, В.А. Определение моментов инерции цилиндрических многоступенчатых деталей по чертежу / В.А. Кудинов. – М., Машгиз, 1952. – 250 с.

7. Давыдов, Б.Д. Статика и динамика машин / Б.Д. Давыдов, Б.А. Скородумов. – М., Машиностроение, 1967. – 432 с.

8. Ден-Гартог Дж. П. Механические колебания / Дж. П. Ден-Гартог. – М., Физматгиз, 1960. – 580 с.

9. Ковальчук, А.Н. Исследование влияния различных видов дисбаланса ротора на энергозатраты молотковой дробилки / А.Н. Ковальчук, Д.Л. Герасин // Современные тенденции и перспективы развития агропромышленного комплекса Сибири: материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Абакан, 20 мая 2011 г.) / научный редактор Г.А. Минюхина. – Абакан: Издательство ГОУ ВПО ХГУ им. Н.Ф. Катанова 2011. – С. 15-17.

УДК 621.3.051.3

## **МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ**

Комаристая Екатерина Александровна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Komaristaya999@gmail.com

Форсел Ермолай Карлович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Forselermolay@gmail.com

Василенко Александр Александрович, канд. техн. наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Wasilenkoa@ya.ru

*В статье рассмотрены мероприятия по повышению пропускной способности линии электропередачи при помощи современного оборудования и технологий.*

*Ключевые слова: линия электропередачи, напряжение, пропускная способность, компенсация реактивной мощности, усовершенствованные типы проводов.*

## **MEASURES TO INCREASE THE CAPACITY OF THE POWER TRANSMISSION LINE**

Komaristaya Ekaterina Alexandrovna, student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Forsel Ermolai Karlovich, student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Vasilenko Alexander Alexandrovich, candidate of technical sciences, associate professor

*The article discusses measures to increase the capacity of the power transmission line with the help of modern equipment and technologies.*

*Key words: power transmission line, voltage, throughput, reactive power compensation, advanced types of wires.*

Проблема увеличения пропускной способности сохраняет свою актуальность, т.к. энергопотребление с каждым днем растет.

Пропускная способность линии – это максимальная активная мощность, которую можно передать по ЛЭП с учетом всех технических ограничений (предел по передаваемой мощности, допустимый ток по условиям нагрева, потери на корону и др.).

Передача мощности по ЛЭП определяется следующим образом [3]:

$$P = \frac{U_1 \cdot U_2}{X} \cdot \sin \delta, \quad (1)$$

где  $U_1, U_2$  – напряжение в начале и конце линии;

$X$  – реактивное сопротивление линии;

$\delta$  – угол сдвига между векторами напряжений.

Из формулы (1) видно, что предел передаваемой мощности при фиксированных напряжениях по концам идеализированной линии (без потерь), называемый идеальным пределом передаваемой мощности, достигается при  $\delta = 90^\circ$  [3]:

$$P_{\text{пр}} = \frac{U_1 \cdot U_2}{X} \approx \frac{U_{\text{ном}}^2}{Z_{\text{в}} \cdot \sin \alpha \cdot l} = \frac{U_{\text{ном}}^2}{\sqrt{\frac{X_0}{B_0}} \cdot \sin \alpha \cdot l}, \quad (2)$$

где  $U_{\text{ном}}$  – номинальное напряжение линии;

$Z_{\text{в}}$  – волновое сопротивление линии;

$X_0$  – погонное индуктивное сопротивление линии;

$B_0$  – погонная емкостная проводимость линии;

$\alpha$  – коэффициент изменения фазы волны;

$l$  – длина линии.

Из приведенных формул можно заметить, что пропускная способность линии электропередачи зависит от напряжения, т.е. для увеличения пропускной способности необходимо повышать класс напряжения, и от волнового сопротивления, которое зависит от электрических и магнитных свойств среды.

Рассмотрим возможные пути увеличения пропускной способности ЛЭП.

*1. Применение усовершенствованных типов проводов.* Различают следующие типы проводов: компактные, высокотемпературные, с композитными сердечниками и др. Данные провода намного превосходят по

характеристикам классический провод АС.

Например, компактный провод Aero-Z фирмы Nexans (рис. 1а) имеет такую же внутреннюю часть как провода АС, но внутренние проводники провода Aero-Z могут быть не только стальными, но и из алюминия или алюминиевых сплавов. Внешние слои провода выполняют из плотно прилегающих алюминиевых проводников, которые напоминают форму буквы «Z». Таким образом, за счет того, что внешняя поверхность провода более гладкая и скрутка проводников более плотная, возможно использовать более тонкие и легкие провода, что приводит к снижению электрических потерь на 10 – 15 %, в том числе потери на корону, и повышению механической прочности конструкции.

Провод марки АСТ является примером высокотемпературного провода (рис. 1б). Проводники данной марки состоят из стального сердечника и проволок из алюминиевого термостойкого сплава, скрученных концентрическими повивами поверх стального сердечника. Основными преимуществами данного провода являются: повышенная механическая и термическая стойкость; способность передавать большие токи, а, значит, и подводить большие мощности к потребителям; сокращение времени на плавку гололеда, благодаря высокой термической стойкости провода.

Провод АССС с композитным сердечником (рис. 1в) – это провода с однопроволочным композитным сердечником и токопроводящей частью, которая выполнена из скрученных вокруг сердечника концентрическими повивами трапецевидных алюминиевых проволок. Композитный сердечник имеет низкий коэффициент теплового расширения, поэтому прочность по сравнению с другими проводами у него выше, также такой провод будет иметь меньшие стрелы провеса, это в свою очередь позволяет увеличить длину пролетов линии или использовать анкерные опоры меньшей высоты. Применение провода АССС в сравнении с проводом АС позволяет при том же диаметре удвоить номинальный ток, следовательно, и увеличить пропускную способность линии в 2 раза.

*2. Применение ПАРН.* Пункт автоматического регулирования напряжения применяется в сетях 6-35 кВ при реконструкции, модернизации и при новом строительстве ЛЭП. Основным силовым исполнительным элементом ПАРН является вольтодобавочный трансформатор, который выполнен на базе однофазного масляного автотрансформатора наружной установки с общей и последовательной обмоткой.

ВДТ рассчитывает уровень падения напряжения на участке линии, используя заданные значения сопротивления, с помощью встроенных трансформаторов тока и напряжения. Если фактическое напряжение отличается от заданного, то шкаф управления подает сигнал на электропривод, который перемещает переключатель на соответствующую ступень. Применение ПАРН позволяет регулировать напряжение в диапазоне 10%.

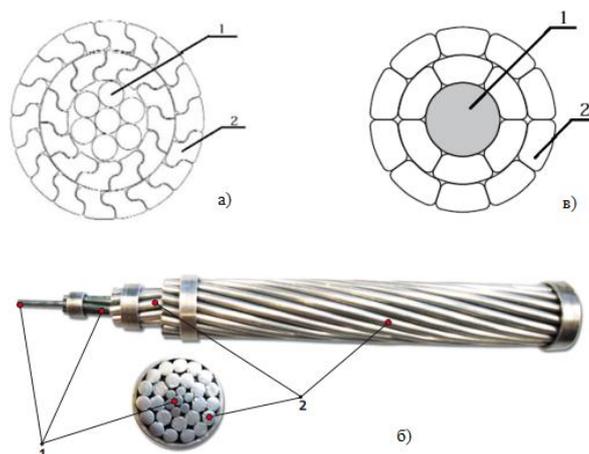


Рисунок 1 – Усовершенствованные типы проводов

а – конструкция провода марки АЕRО-Z: 1 – сердечник (из стальных, либо алюминиевых проводников), 2 – алюминиевые проводники;

б – конструкция провода марки АСТ: 1 – стальной сердечник, 2 – алюминиевый сплав;

в – конструкция провода марки АССС: 1 – композитный сердечник, 2 – повивы из алюминиевых проволок

3. *Компенсация реактивной мощности.* Реактивная мощность составляет определенную часть от полной мощности, т.е. увеличивает ее, в следствие чего растет ток в линии и соответственно увеличиваются потери в этой линии. Для решения данной проблемы используют различные устройства для компенсации реактивной мощности.

*а. Батареи статических конденсаторов БСК.* Конденсаторные установки – набор батарей статических конденсаторов, которые могут быть соединены между собой параллельно или последовательно. БСК генерируют реактивную мощность, тем самым компенсируют потребление реактивной мощности электродвигателями и активно-индуктивной нагрузкой, а также потери реактивной мощности в индуктивном сопротивлении элементов электрических сетей. В ряде случаев за счёт применения БСК удаётся повысить пропускную способность линий электропередачи и силовых трансформаторов. Снижение полной мощности позволяет пропускать по элементам сети более высокие значения активной мощности без увеличения номинальной мощности трансформаторов и строительства новых линий.

*б. Управляемые шунтирующие реакторы УШР.* УШР – это статическое электромагнитное устройство, которое применяется для регулирования реактивной мощности, напряжения и компенсации емкостных токов на землю. УШР обладают преимущественно индуктивным сопротивлением. Индуктивность УШР можно плавно регулировать с помощью системы автоматического управления, что позволяет снизить потери, а также повысить пропускную способность линий [1].

В качестве основного конструктивного исполнения УШР 35-110 кВ используют вариант с двумя обмотками – сетевой и обмоткой управления (рис. 2). Сетевая обмотка  $U_{co}$  подключается к питающей электросети, а управляющая

$U_y$  к регулируемому источнику постоянного напряжения.

Сетевая обмотка создает переменный магнитный поток промышленной частоты, а управляющая создаёт постоянный намагничивающий поток, уровень которого может регулироваться. Данный поток позволяет сместить переменный магнитный поток в область, где происходит насыщение кривой намагничивания для стали, что позволяет изменить индуктивное сопротивление реактора, и, следовательно, изменить величину тока в сетевых обмотках  $U_{co}$ .

По принципу действия трехфазные плавнорегулируемые реакторы для компенсации реактивной мощности можно разделить на три класса – управляемые подмагничиванием магнитопровода (УШРП), трансформаторного типа (УШРТ) и реакторы с переключением отпаек (аналогично РПН трансформаторов) [2].

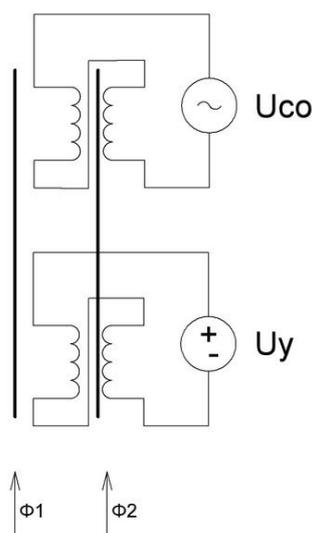


Рисунок 2 – Принципиальная схема УШР

в. *Статический тиристорный компенсатор СТК*. СТК представляет собой комплексное устройство (параллельное соединение конденсатора и тиристорно-реакторной группы), предназначенное как для выдачи, так и потребления реактивной мощности.

Большинство оборудования на промышленных предприятиях приводит к появлению в сети гармонических искажений, помимо этого, тиристоры в СТК также генерируют нежелательные гармоники. Поэтому вместе с СТК применяют фильтрокомпенсирующие установок (ФКУ).

Существует множество различных современных мероприятий по увеличению пропускной способности линии электропередач. Применение тех или иных способов зависит от конкретной схемы сети, графика нагрузки, экономических и технологических соображений.

#### Литература:

1. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии: уч.пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – 4-е изд.,стер. – Москва: КНОРУС, 2020. – 648 с.

2. Долгополов А.Г. Релейная защита управляющих реакторов / А.Г. Долгополов. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2011. – 152 с.: ил.

3. Федин В.Т. Электропередачи переменного тока повышенной мощности / В.Т. Федин, Ю.Д. Головач, Г.И. Селиверстов, М.С. Чернецкий. – Минск.: Наука и техника, 1993. – 224 с.

УДК 621.89:621.436

**ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА  
БУМАГИ ДЛЯ ОЦЕНКИ МОЮЩЕ-ДИСПЕРГИРУЮЩИХ СВОЙСТВ  
МОТОРНОГО МАСЛА МЕТОДОМ «КАПЕЛЬНОЙ ПРОБЫ»**

Корнеева Валерия Константиновна, канд. техн. наук, доцент  
lerakor1974@mail.ru

Капцевич Вячеслав Михайлович, д-р техн. наук, профессор  
slavakar47@mail.ru

Закревский Игорь Владимирович, старший преподаватель  
iv\_zakrevski@mail.ru

Спиридович Павел Михайлович, магистрант  
spiridovich-pavel95@mail.ru

Остриков Виталий Викторович, студент  
globuscoles@gmail.com

Белорусский государственный аграрный технический университет,  
Минск, Республика Беларусь

*Исследована морфология поверхности и химический состав офисной бумаги и доказана возможность и целесообразность ее использования для оценки моюще-диспергирующих свойств экспресс-методом «капельной пробы» моторного масла.*

*Ключевые слова: офисная бумага, капельная проба, моюще-диспергирующие свойства, морфология, химический состав*

**STUDYING THE MICROSTRUCTURE AND CHEMICAL COMPOSITION  
OF PAPER TO EVALUATE THE DETERGENT AND DISPERSIVE  
PROPERTIES OF MOTOR OIL BY THE "DRIP SAMPLE" METHOD**

Korneeva Valeria Konstantinovna, candidate of technical science, associate professor

Kaptshevich Vyacheslav Mikhailovich, Doctor of Engineering. sciences, professor

Zakrevsky Igor Vladimirovich, Senior Lecturer

Spiridovich Pavel Mikhailovich, master's student

Ostrikov Vitaly Viktorovich, student

Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*The surface morphology and chemical composition of office paper have been studied, and the possibility and expediency of its use for assessing detergent and dispersant properties by the express method of a "drop test" of motor oil has been proved.*

*Keywords: office paper, drop test, detergent-dispersant properties, morphology, chemical composition*

Метод «капельной пробы» (*Blotter Spot*) в настоящее время является одним из наиболее распространенных и простых экспресс-методов оценки моюще-диспергирующих свойств и загрязненности моторного масла. Он заключается в нанесении капли моторного масла на фильтровальную бумагу и последующем анализе полученной хроматограммы.

Для проведения метода «капельной пробы» авторы [2–4] предлагают использовать различные виды бумаги: фильтрующие «синюю ленту» и «красную ленту», а также обычную бумагу. По *ASTM D7899-19* [5] рекомендуется использование бумаги *Durieux nl22*, которая на территории стран СНГ отсутствует.

В работе [1] нами проведено сравнение хроматограмм, полученных на различных типах бумаги (рис. 1), и было установлено, что наиболее равноосное пятно с четко и выражено сформированными зонам ядра и диффузионной зоны формируется на офисной бумаге *SvetoCopy*.

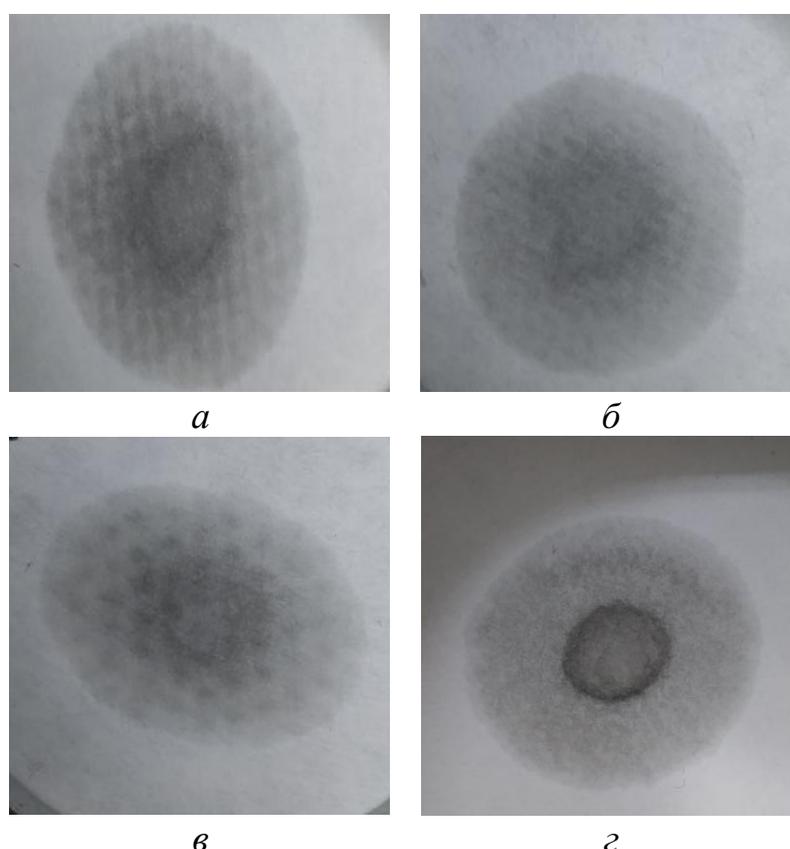


Рисунок 1 – Хроматограммы, полученные на различных типах бумаги: а – «синяя лента»; б – «красная лента»; в – «белая лента»; г – офисная бумага

Целью настоящей работы является изучение морфологии и химического состава офисной бумаги.

Исследование морфологии поверхности офисной бумаги *SvetoCopy* (рис. 2) проводили на аттестованном сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения «*Mira*» фирмы «*Tescan*» (Чехия). Микроскоп оснащен детекторами вторичных электронов (*SE*) и обратно отраженных электронов (*BSE*), которые позволяют проводить исследование образцов в двух режимах. При съемке образцов в режиме вторичных электронов (*SE*), контраст на

изображении создается за счет отражения электронного пучка от поверхности образца. В случае исследования при помощи детектора обратно отраженных электронов (*BSE*), контраст на картинке создается за счет атомного номера элементов образца.

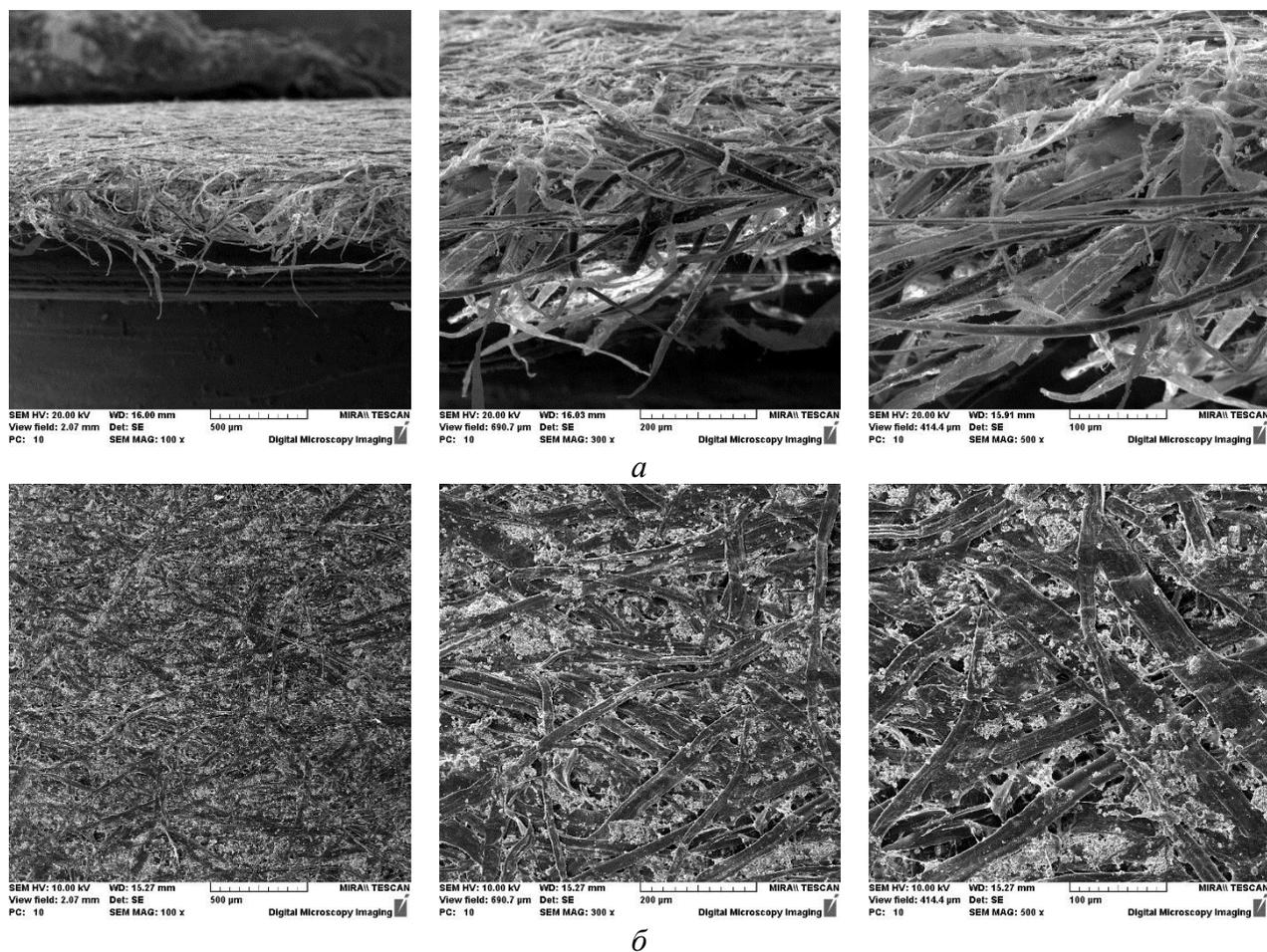


Рисунок 2 – Морфология поверхности офисной бумаги *SvetoCopy* при различных увеличениях: *а* – вид сбоку; *б* – вид сверху

Проведенные исследования офисной бумаги позволяют заключить, что ее структура представляет собой полотно из плотно свойлокованных целлюлозных плоских ленточных волокон шириной 10–50 мкм с толщиной полотна порядка 100 мкм. Кроме целлюлозных волокон на микроструктурах виды частицы порошкообразного материала.

Исследование элементного состава офисной бумаги проводили с помощью микрорентгеноспектрального анализатора фирмы «*Oxford Instruments Analytical*» (Великобритания). Определяемые при помощи анализа элементы – от *B* до *U*; минимальный предел обнаружения элемента – 0,5 %. Исследование проводили по линии (концентрационные кривые распределения элементов) (рис. 3). На концентрационных кривых распределения элементов по оси *Y* указана интенсивность (имп/с) рентгеновского излучения элементов образца, которая пропорциональна концентрации элементов. Погрешность обоих методов исследования составляет 5–10 %.

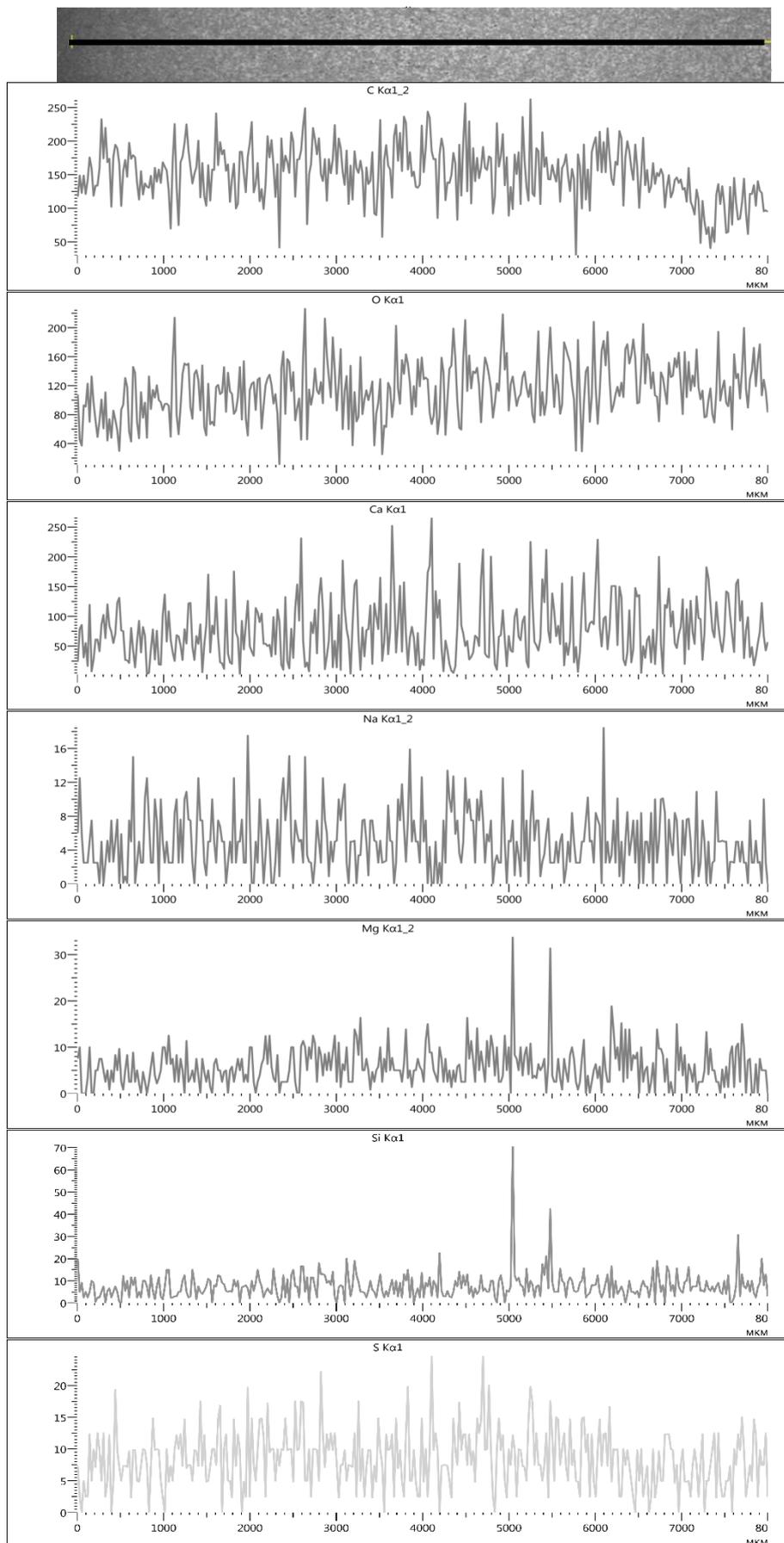


Рисунок 3 – Микроструктура образца в средней зоне и результаты микрорентгеноспектрального анализа по линии и концентрационные кривые распределения элементов (углерода *C*, кислорода *O*, кальция *Ca*, натрия *Na*, магния *Mg*, кремния *Si* и серы *S*)

Исследованный химический состав бумаги соответствует химическому составу целлюлозных волокон, основой которых являются такие элементы, как углерод и кислород. Большое содержание кальция в бумаге свидетельствует о использовании при ее отбеливании наполнителя карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$ , что объясняет наличие порошковых включений в структуре бумаги (см. рис. 2).

Результаты исследования структуры и микрорентгеноспектрального анализа офисной бумаги *SvetoCopy* визуально подтвердили равномерность ее порораспределения и химический состав, что позволяет рекомендовать эту бумагу для оценки моюще-диспергирующих свойств моторного масла методом капельной пробы.

#### Литература:

1. Корнеева, В.К. Выбор фильтрующей подложки для оценки работоспособности моторного масла методом «Капельной пробы» / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, И.В. Закревский, А.Г. Кузнецов, П.М. Спиридович, А.Н. Рыхлик // Агропанорама. – 2022. – № 2 (150). – С. 36-42.

2. ПЛАМ-3 портативная лаборатория анализа масел и топлив / Лабораторное оборудование [Электронный ресурс]. – URL: <http://proflab.com.ua/produkt/product-details/2785-plam-3-portativnaya-laboratoriya-analiza-masel-i-topliv.html> (дата обращения 05.07.2021).

3. Розбах, О.В. Экспресс-диагностика качества высокощелочных моторных масел способом «капельной пробы»: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / О.В. Розбах. – Омск, 2006. – 137 л.

4. Серков, А.П. Совершенствование обслуживания автотранспортных средств за счет диагностики технического состояния эксплуатационных материалов: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / А.П. Серков – Омск, 2018. – 189 л.

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

УДК 664.78

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДИСПЕРГАЦИИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ**

Летушко Валентина Сергеевна, студент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
v.letushko@mail.ru

Безъязыков Денис Сергеевич, старший преподаватель,  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск Россия  
Haast13@mail.ru

*В статье автором рассматриваются вопросы, связанные с модернизацией технологического оборудования для диспергации зерна пшеницы для производства зернового хлеба из пшеницы.*

*Ключевые слова: Модернизация, оборудование, диспергация, зерно, зерновой хлеб.*

## **MODERNIZATION OF EQUIPMENT FOR WHEAT GRAIN DISPERSION**

Letushko Valentina Sergeevna, student, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Bezyazykov Denis Sergeevich, Senior Lecturer, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk Russia

*In the article, the author discusses issues related to the modernization of technological equipment for the dispersion of wheat grain for the production of grain bread from wheat.*

*Keywords: Modernization, equipment, dispersion, grain, grain bread.*

В современной зерноперерабатывающей промышленности наблюдаются тенденции модернизации оборудования для комплексной переработки зерновых культур, такой как пшеница. Основной технологической операцией при переработке зерна является диспергирование. При диспергировании зерно пшеницы измельчается не растиранием, а дроблением, при этом сохраняется и зародыш, и оболочка [1].

Для выработки хлеба из целого диспергированного зерна пшеницы разработана технология, осуществленная на ряде хлебозаводов, по которой шелушенное зерно предварительно замачивают, а затем измельчают в диспергаторе до состояния тестообразной массы и далее используют на замес теста. В среднем сухое вещество зерна мягкой пшеницы содержит (в %) 13,9 белка, 79,9 углеводов, 2 жира, 1,9 золи и 2,3 клетчатки, а твердой 16 белка, 77,4 углеводов, 2,1 жира, 2 золи и 2,4 клетчатки. Влажность зерна 12-14 % [2].

Хлеб из натурального диспергированного зерна пшеницы начал выпекаться в России с 1877 г. Впервые этот способ изготовления хлеба из зерна пшеницы возник во Франции в 60-х гг., когда хлебопек А. Сесиль взял привилегию на изготовление хлеба непосредственно из зерна, не дробя его

предварительно в муку.

Выполненный анализ патентных исследований по диспергации зерновой культуры пшеницы показал, что существующие запатентованные научные разработки не полностью отвечают требованиям предъявляемых к малогабаритным и универсальным машинам диспергации зерновой культуры пшеницы.

Для устранения выявленных технических недостатков связанных с дальнейшим совершенствованием способов и технологического оборудования совместно с коллективом кафедры «Технология, оборудование бродильных и пищевых производств» института пищевых производств были разработаны технические решения данной проблемы.

Технической задачей, на которое направлена полезная модель, является упрощение конструкции валкового диспергатора, повышение производительности за счет дополнительных измельчающих валков и установки сменных гибких сетчатых решет для получения однородных фракций измельчения.

Кинематическая схема валкового диспергатора представлена на рисунке 1.

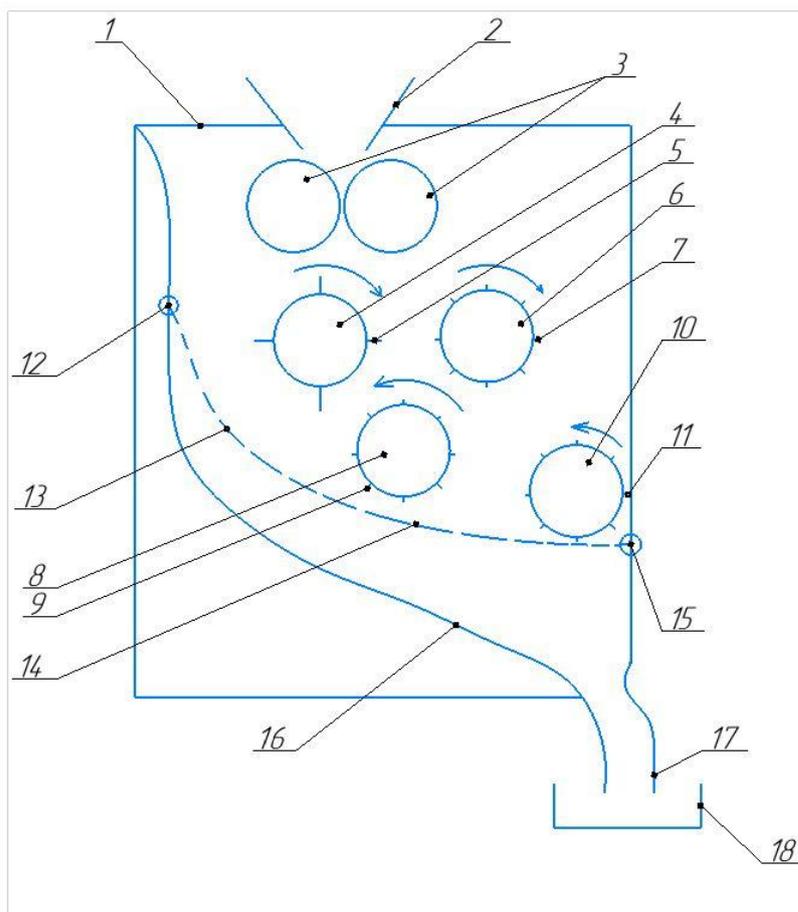


Рисунок 1 – Кинематическая схема валкового диспергатора

Валковый диспергатор работает следующим образом. В загрузочный бункер 2 установленный в корпусе 1 подается зерно для измельчения, которое попадает между гладкими валками 3 и расплющивается. Расплющенное зерно

попадает на продольные лопасти 5 валка грубого помола 4 далее дробленая масса попадает на продольные лопасти 7 валка среднего помола 6 и дополнительно измельчается, далее измельченная масса попадает на продольные лопасти 9 промежуточного валка тонкого помола 8 где так же происходит дополнительное измельчение дробленая массы, далее дробленая масса попадает на окончательный размол на продольные лопасти 11 валка окончательного размола 10, при помоле зерновой массы на валках 4, 6, 8, 10, частицы различной величины попадают на гибкое сетчатое решето 13 которое установлено на креплении 12 на одной боковой стенке корпуса 1 и креплении 15 на другой боковой стенке корпуса 1. При вращении валков 4, 6, 8, 10, создаются колебания которые передаются на гибкое сетчатое решето 13 которое непрерывно находится в движении и производит рассев поступающей перемолотой зерновой массы через отверстия 14. Крупные частицы зерновой массы которые не прошли гибкое сетчатое решето 13 подхватываются лопастями 9 и повторно запускаются в процесс измельчения на продольные лопасти 7 и 9 валков 6, 8. После повторного измельчения зерновая масса опять попадает на гибкое сетчатое решето 13 и просеивается согласно заданным размерам отверстий 14 гибкого сетчатого решета 13. После прохождения гибкого сетчатого решета 13 зерновая масса заданного размера попадает на поддон 16 по которому скользит вниз и по выходному отверстию 17 направляется в сборочную емкость 18.

Преимуществами технического решения разработанного валкового диспергатора являются упрощение конструкции за счет использования единообразных деталей в виде валков, а также использование гибкой сетки для многократного рассеивания измельченной зерновой массы до необходимой фракции, заявленной потребителем.

#### Литература:

1. Самойлов В. А. Технологическое оборудование для переработки зерновых культур в пищевые продукты: учеб. пособие/ В.А. Самойлов, В.Н. Невзоров, А.И. Ярум; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 196 с.
2. Невзоров В.Н. Модернизация технологии и оборудования предприятий по глубокой переработке зерна/ В.Н. Невзоров, М.А. Янова, Н.П. Братилова, В.А. Самойлов, И.В. Мацкевич, Д.В. Салыхов// Международные научные исследования – 2015. – №4. – С. 15-21
3. Патент РФ 2686213, МПК В01F 7/16, Диспергатор / Невзоров В.Н., Холопов В.Н., Мацкевич И.В., Янова М.А. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Красноярский государственный аграрный университет". – Заявка № 2018130781, Заяв. 2018.08.24; Оpubл. 2019.04.24.

## **ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ОСНАЩЕННЫХ COMMON RAIL**

<sup>1</sup>Магомедов Фахретдин Магомедович, д-р техн. наук, профессор  
fahr-59@yandex.ru

<sup>1</sup>Меликов Иззет Мелукович, канд. техн. наук, доцент  
izmelikov@yandex.ru

<sup>1</sup>Гасанова Эльнара Саладиновна, канд. филол. наук, доцент  
elngas@yandex.ru

<sup>1</sup>Магомедова Наиля Фахретдиновна, ст. преподаватель  
sliv0chka555@mail.ru

<sup>2</sup>Кайзер Юрий Филиппович, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой авиационных горюче-смазочных материалов  
ykaiser@sfu-kras.ru

<sup>1</sup>Дагестанский государственный аграрный университет, Махачкала, Россия

<sup>2</sup>Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

*В статье представлен метод диагностирования топливной системы дизелей (транспортных средств различной модификации) укомплектованных системой впрыска топлива Common Rail. Выход из строя современных топливных дизельных систем – это результат длительного формирования конкретного дефекта. Поэтому оперативное их диагностирование способствует облегчению и снижению затрат на восстановление ее деталей и узлов, в некоторых случаях обойтись без нее. Диагностирование современной системы Common Rail, которая обладает единым топливопроводом и в которой поддерживается повышенное давление, возможно с применением непростого технологического оснащения. Следовательно, оперативное установление сбоев в работе систем актуально и значимо.*

*Ключевые слова: топливная система, дизель, Common Rail.*

## **DIAGNOSING THE FUEL SYSTEM OF DIESEL ENGINES EQUIPPED WITH COMMON RAIL**

<sup>1</sup>Magomedov Fahretdin Magomedovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department «Technical Exploitation of Automobiles»  
fahr-59@yandex.ru

<sup>1</sup>Melikov Izzet Melukovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Technical Exploitation of Automobiles»  
izmelikov@yandex.ru

<sup>1</sup>Gasanova Elnara Saladinovna, candidate of Philology Sciences, Associate Professor of Foreign Languages Department  
elngas@yandex.ru

<sup>1</sup>Magomedova Nailya Fahretdinovna, Senior teacher of Safety Department  
sliv0chka555@mail.ru

<sup>2</sup>Kaizer Yuri Filippovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Aviation Fuels and Lubricants

*The article presents the method for diagnosing the fuel system of diesel engines (vehicles of various modifications) equipped with a Common Rail fuel injection system. The Failure of modern diesel fuel systems is the result of a long-term formation of a specific defect. Therefore, their prompt diagnosis helps to facilitate and reduce the costs of restoring its parts and components, or to do without it in some cases. The diagnosis of a modern Common Rail system, which has a single fuel pipe in which high pressure is maintained, is possible using the complex technological equipment. Consequently, the prompt detection of system failures is relevant and significant.*

*Key words: fuel system, diesel, Common Rail.*

Проблема повышения эффективности эксплуатации дизельных двигателей транспортных средств, уменьшения расходов на техобслуживание и текущий ремонт топливоподающей аппаратуры за счет совершенствования методов и технического оснащения для их диагностирования остается важным, актуальным и значимым ввиду старения парка подвижного состава эксплуатируемых в условиях конкретных предприятий и из-за недостатка инвестиций для их обновления.

Процесс совершенствования дизельных транспортных средств протекает с усложнением их конструкции, но при этом повышается их экономичность и экологичность, что в свою очередь требует разработки методов и технического обеспечения для выполнения диагностирования их составных частей.

Наибольшую популярность (выражается совокупностью эффективности и повышенной отдачи) в числе транспортных средств имеют оснащенные дизельными двигателями, которые оборудованы дизельной топливной аппаратурой Common Rail, которая является передовой и перспективной технологий подвода в силовую установку топлива [1, 2].

Основной специфической чертой Common Rail («общая магистраль либо общий путь»), которая символизирует собой систему впрыска топлива для дизельного двигателя, является единая линия (магистраль) либо рампа (рейка), которая размещена между топливным насосом высокого давления и форсунками, а также дает возможность под давлением подводить топливо, повышая итоговую эффективность функционирования дизельного двигателя.

Значимость дизельных двигателей укомплектованных Common Rail выражается возможностью достигнуть необходимой мощности при малом расходе горючего. Стандартизированным оцениванием установлено, что применение данной системы сокращает потребление топлива до 15% при одновременном повышении до 40% мощности дизельного двигателя.

В настоящее время к крайне значимым преимуществам конструкции данной системы можно причислить удовлетворение текущим экологическим

требованиям, а также осязаемое снижение вредности отработанных газов и низкоуровневый эксплуатационный шум.

По сравнению с традиционным дизелем Common Rail имеет контур высокого давления, включающий в себя: насос с контрольным клапаном (вместо традиционного топливного насоса высокого давления); оснащенный датчиком контроля давления аккумуляторный узел (либо рампа (рейка)) с установленными на нем штуцерами для закрепления форсунок; набор трубопроводов монтажных.

Наличие и функционирование электронного блока управления позволяет эффективно эксплуатировать систему Common Rail, а также выполняют автоматически анализ получаемых данных, итогом которого делается установление момента открытия форсунки, необходимого количества горючего, иных ее показателей и уже затем направляется сигнал на впрыск и цикл возобновляется снова. Кроме этого, он обеспечивает со значительной степенью достоверности оперировать показателями давления горючего и количеством выжигаемого топлива, получая наибольшую эффективность и сопутствуя снижению расхода топлива при одномоментном повышении у дизеля коэффициента полезного действия, а также снижение вредности выхлопного газа.

Производители транспортных средств с дизельным двигателем вынуждены оборудовать их аккумуляторной топливной аппаратурой ввиду усиления регламента по защите окружающей среды, предусмотренного программным документом. Более обширное продвижение приобрела топливная аппаратура дизельных двигателей модификации Common Rail, в котором податливо менять характеристики впрыска горючего по цилиндрам дизельного двигателя при значительном (до 250 МПа) давлении, дает возможность разделить функции топливной аппаратуры по формированию высокого давления и поддержанию необходимого параметра топливоподачи между ее компонентами [3].

Поддержание однородного высокого давления подачи горючего в камеру сгорания, меньшее потребление горючего (на 40%), многошаговое впрыскивание горючего (за цикл до 9) с практической возможностью программирования (вне зависимости от условия функционирования дизельного двигателя), а также снижение шума при функционировании (на 10%), при высокой степени экологической безопасности – все это позволило повсеместно использовать систему Common Rail [4].

Восприимчивость к качеству горючего, выгорание моторного масла, недостаточная ремонтпригодность являются минусами топливной аппаратуры Common Rail, что обусловлено условиями функционирования самой системы из-за повышенного давления, а также излишнего количества в камере сгорания воздуха (свыше 400 °С разогреваются ее компоненты и для производства которых используются теплоустойчивые материалы, а это дополнительные расходы). Поврежденные ключевые составные единицы топливной аппаратуры Common Rail при использовании горючего низкого качества подвергаются полноценной замене, поскольку восстановление, в том числе на

спецоснащении, а также замена на оригинальные составляющие не гарантирует их надежность. Качественное и выполненное своевременно техническое обслуживание и текущий ремонт с диагностированием обеспечивают надежность составных единиц современных топливных систем и результативность работы дизельных двигателей транспортных средств. Методы и технологические процессы диагностирования узлов и агрегатов топливной аппаратуры Common Rail на текущий момент недостаточно проработаны, а общепринятыми вариантами ввиду существенного расхождения ходов развития техпроцессов и конструктивного исполнения невозможно пользоваться. Интегрированная система технической диагностики систем подачи топлива дизельных двигателей не обладает возможностью основательной оценки техсостояния ее компонентов. По отношению к диагностическому сканеру для диагностирования современных аккумуляторных систем минимальна информативность использования газоаналитического метода [4]. Так как в условиях предприятий, эксплуатирующих транспортные средства с дизельными двигателями, диагностирование элементов топливной аппаратуры Common Rail (топливного насоса высокого давления, форсунок) в основном выполняется после их демонтажа на соответствующем оборудовании (что способствует росту трудозатрат и эксплуатационных расходов), то подготовка современных методов для диагностирования элементов данной системы считается важной и значимой задачей научно-практического характера.

В системе Common Rail элементы топливоподачи (форсунки и топливной насос высокого давления) относятся к наиболее нагруженным [5]. Поэтому метод диагностирования прямо на самом дизельном двигателе (без демонтажа) актуально и значимо.

В процессе диагностирования элементов топливного насоса высокого давления дизельных двигателей транспортных средств возможно использование колебаний давления топливоподачи в процессе впрыска, установленные в ходе исследований его функционирования [5]. На фиксировании и оценивании колебания в гидроаккумуляторе давления датчиком высокого давления (тензометрическим), который монтируется на место уже установленного (для фиксации абсолютных величин топливного давления, а также его колебаний в течение времени на сформировавшихся режимах функционирования дизельного двигателя) базируется методика диагностирования топливного насоса высокого давления топливной аппаратуры Common Rail.

Для диагностирования топливной аппаратуры дизельного двигателя транспортных средств в условиях ремонтных предприятий (обеспечивается уменьшение трудозатрат и себестоимости) применим задел образцовых абсолютных величин топливного давления, а также осциллограммы его колебаний в гидроаккумуляторе топливной аппаратуры Common Rail на сформировавшихся режимах функционирования дизельного двигателя. Амплитуда колебаний в гидроаккумуляторе топливного давления, ее вид и период могут служить в ходе диагностирования топливного насоса высокого

давления топливной аппаратуры Common Rail в качестве информационных параметров.

В процессе диагностики системы впрыска топлива Common Rail не следует:

- уменьшать поток топлива и сжимать топливопроводы, а также на впуске создавать избыточное (высокое) давление;
- позволять увеличения конденсации влаги в топливном баке;
- позволять ухудшения системы фильтрации;
- нарушать заводскую прошивку.

Наилучшим и вполне показательным пояснением того, что почти все дизеля оборудуются, на текущий момент, системой Common Rail представляет совокупность настоль внушительных функциональных возможностей. Ввиду того, что потенциал технологии использован не в полном объеме, то следует рассчитывать в последующем на усовершенствование данной системы.

Возможность формирования высоких оборотов свидетельствует о работоспособности транспортного средства, а при неработоспособной топливной системе Common Rail электронный блок управления функционирует в аварийном порядке (обороты дизеля ограничиваются).

Функционирование топливного насоса высокого давления, регулятора топливного давления, форсунок и когда имеют место их износ и повреждение (дефект) определяют динамические процессы, проявляемые колебаниями давления впрыска топлива [4, 5]. По этой причине основательная проработка метода диагностирования топливной аппаратуры Common Rail, базирующаяся на особенности фиксации и анализе колебания в гидроаккумуляторе давления, даст возможность уменьшить эксплуатационные расходы предприятий, эксплуатирующих транспорт.

#### Литература:

1. Сенин, П.В. Методы диагностики дизельной топливной аппаратуры / П.В. Сенин, П.А. Ионов, Е.А. Нуянзин, Д.А. Галин // Сельский механизатор. - М., 2015. - № 10. - С. 32-36.
2. Электронное управление дизельными двигателями: учебное пособие. Перевод с английского / ЗАО «Легион-Автодата». – М., 2010. – 96 с.
3. Rokosh Uve. Bortovaya diagnostika [Tekst] / Rokosh Uve. – М.: Za rulem, 2013. – 224 s
4. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов. – М.: Легион-Автодата. 2004. - 344с.
5. Марусин, А.В. Совершенствование диагностирования плунжерных пар топливного насоса высокого давления автотракторных дизелей: дис. ... канд. техн. наук [Текст] / А.В. Марусин. – Рязань, 2017. – 138 с.

УДК 631.363.7.681.332.6

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ЭКСТРУЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

Матюшев Василий Викторович

Красноярский государственный аграрный университет,

Красноярск, Россия

don.matyusheff2015@yandex.ru

Семенов Александр Викторович

Красноярский государственный аграрный университет,

Красноярск, Россия

semenov02101960@mail.ru

Чаплыгина Ирина Александровна

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск,

Россия

ledum\_palustre@mail.ru

*Обоснована технологическая линия производства поликомпонентных экструдатов с применением разработанного и запатентованного экспериментального оборудования.*

*Ключевые слова: зерно, экструдирование, смешивание, охлаждение, растительные добавки, гидротермическая обработка.*

## **APPLICATION OF EXPERIMENTAL EQUIPMENT IN EXTRUSION TECHNOLOGY**

Matyushev Vasily Viktorovich,

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Semenov Alexander Viktorovich,

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Chaplygina Irina Aleksandrovna,

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The technological line for the production of multicomponent extrudates with the use of developed and patented experimental equipment is substantiated.*

*Keywords: grain, extrusion, mixing, cooling, vegetable additives, hydrothermal treatment.*

Зерно злаковых и бобовых культур является одним из основных ингредиентов в ряде отраслей производства. При производстве хлебобулочных изделий и крупы широко используется зерно пшеницы, овса, ячменя, кукурузы, гороха. Зерновые также используются в производстве спирта, пива, в приготовлении кормов для сельскохозяйственных животных и других продуктов [2].

Кроме того, зерновые и зернобобовые культуры являются одним из источников пищевого и кормового белка. Поэтому подготовка их к дальнейшему использованию приобретает важное значение. На современных

зерноперерабатывающих предприятиях наряду с измельчением, шелушением, шлифованием, плющением применяется экструзионная обработка зерна [1].

Экструзионная обработка зерна основана на двух физических процессах: механической деформации обрабатываемого материала и термическом воздействии на продукт. Помещенный в корпус экструдера материал перемещается шнеком в сторону формирующей матрицы в результате сжатия давление повышается до 4,0–5,0 МПа, а температура до 130–150°C. При выходе из формирующей матрицы за счет разницы давлений в корпусе экструдера и атмосфере материал вспучивается, увеличивается в объеме и приобретает пористую структуру. В результате этого происходит денатурация белков, декстринизация крахмала, обеспечивая продукту хорошую усвояемость [3].

Наиболее распространенная технологическая схема экструзионной обработки зерновых материалов представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Технологическая схема экструзионной обработки зерновых

Перед экструдированием зерновой материал очищается от примесей, пленчатые культуры методом шелушения освобождаются от плодовых оболочек. Подготовленный зерновой материал направляется на экструдирование. Полученный экструдат с температурой 130-150°C направляется на охлаждение в охладитель, где охлаждается атмосферным воздухом до температуры, не превышающей окружающую среду более чем на 5°C. Охлажденный экструдат измельчается до размеров необходимых в

дальнейшем использовании. Далее в зависимости от требований производства он направляется на временное хранение или дальнейшую переработку.

В Инжиниринговом центре Красноярского ГАУ разработана технологическая линия с применением запатентованного экспериментального оборудования, позволяющая получать экструдат разнообразных по составу композиций на основе зерна и растительных добавок, содержащих биологически активные вещества. На рисунке 2 представлена экспериментальная технологическая линия получения поликомпонентных экструдатов.

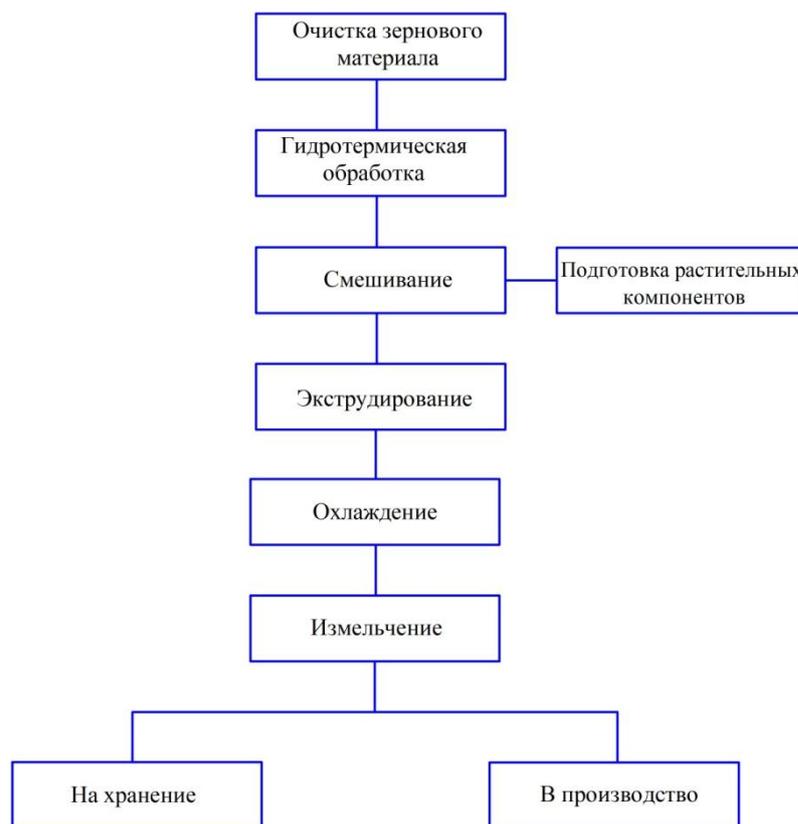


Рисунок 2 – Технологическая линия получения поликомпонентных экструдатов

Для получения экструдата с высокой пористостью, очищенный зерновой материал увлажняется до 16-18% на устройстве для переработки зерна [5].

В качестве растительных добавок использовался картофель, белково витаминный коагулят из сока растений (люцерна, рапс), пророщенное зерно (пшеница, рапс, горох, соя, кукуруза, овес) [4]. Зерно, прошедшее процесс отволаживания, и подготовленные к использованию растительные добавки [6,7,8] подаются в лопастной смеситель [9]. Однородная по составу смесь подается в экструдер, полученный экструдат охлаждается и измельчается. В зависимости от назначения экструдата он направляется на временное хранение или как добавка в другие продукты [10].

В результате включения в экструдат растительных добавок получается полноценный в пищевом и кормовом отношении продукт, содержащий биологически активные вещества, микроэлементы, витамины.

#### Литература:

1. Демский А.Б. Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов. / А.Б. Демский, В.Ф. Веденьев. – М.: ДеЛи принт, 2005.-760 с.
2. Егоров Г.А. Технология муки круп: учебник / Г.А. Егоров. – М.: КолосС, 2005.-296 с.
3. Матюшев В.В. Применение перспективного оборудования в технологии производства экструдатов / В.В. Матюшев, А.В. Семенов, И.А. Чаплыгина // Начно-практические аспекты развития АПК. Мат-лы национальной науч. конф. Часть 1. Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2021. С.223-226.
4. Матюшев В.В. Инновационные методы подготовки зерновых кормов, обработанных методом экструдирования с предварительным проращиванием одного из компонентов, с целью использования в скотоводстве / В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина, А.В. Семенов, Е.Н. Олейникова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2020. – 39с.
5. Патент №201660 RU МПК В02В 1/04 33/08. Устройство для переработки зерна / В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина, А.С. Миржигот., Н.В. Мясов.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»-№2020114261 заявл. 07.04.2020 опубл. 28.12.2020.
6. Патент №161769 RU МПК А01D 33/08. Устройство для сухой очистки корнеклубнеплодов / Ю.Д. Шпирук, В.В. Матюшев, А.В. Семенов, И.А. Чаплыгина.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»-№2015139018/13 заявл. 11.09.2015 опубл.10.02.2016.
7. Патент №169549 RU МПК В02С 19/20, Устройство для измельчения корнеклубнеплодов / Матюшев В.В., Чаплыгина И.А., Семёнов А.В., Корнеев И.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»-№2016122350 заявл. 16.06.2016 опубл.22.03.2017.
8. Патент №174584 U1 RU МПК А01F 29/008. Измельчитель корнеклубнеплодов / В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина, А.В. Семёнов, В.О. Стенина; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»-№2016121327 заявл. 30.05.2016 опубл.23.10.2017.
9. Патент №192831 RU Лопастной смеситель / В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина, А.В. Семёнов, А.С. Аветисян; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»-№2019122007 заявл. 09.07.2019 опубл.02.10.2019
10. Чаплыгина И.А. Совершенствование технологии производства муки из экструдата / И.А. Чаплыгина, В.В. Матюшев //Наука и образование, опыт, проблемы, перспективы развития. Мат-лы междунар. науч. конф. Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019, С. 166-168.

УДК 621.3.04

## **ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ МОЙКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

Медведев Михаил Сергеевич, канд. техн. наук, доцент  
mailto:misha\_08\_80@mail.ru

Латаев Александр Юрьевич, студент  
Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия  
Lalex@mail.ru

*В статье авторы обосновывают необходимость применения механизированного моечного оборудования во время постановки сельскохозяйственной техники на хранение.*

*Ключевые слова: сельскохозяйственные машины, мойка, механизированное оборудование, надежность, качество.*

## **RATIONALE FOR THE USE OF MECHANIZED EQUIPMENT FOR WASHING AGRICULTURAL TECHNIQUES**

Medvedev Mikhail Sergeevich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor  
Lataev Alexander Yurievich, student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*In the article, the authors substantiate the need for the use of mechanized washing equipment during the storage of agricultural machinery.*

*Key words: agricultural machines, washing, mechanized equipment, reliability, quality.*

В сельском хозяйстве, и не только, большое значение имеет очистка техники во время постановки ее на хранение. Если провести некачественную очистку, то металлические изделия будут подвергаться риску преждевременного выхода из строя из-за коррозии. Коррозионные процессы начинаются в тех местах, где присутствует влага, а остатки грязи из-за некачественной очистки способствуют ее задержке на поверхности техники, тем самым увеличивая износ металлической поверхности в процессе ржавления. Ежегодно более 15% металла теряется из-за ржавчины, по этой причине пренебрегать защитой металлических изделий не стоит [2].

Одно из направлений снижения риска возникновения процессов коррозии, качественная очистка сельскохозяйственной техники перед постановкой ее на хранение. Для этого используется различное моечное оборудование как ручное (ведро и тряпка) так и механического вида (моечное оборудование различного типа действия). Но качество очистки зависит не только от способа мойки, но и тщательности выполнения операции, результаты исследования представлены в графике на рисунке 1. В процессе исследования применялись следующие режимы мойки –ручная мойка 1, мойка струёй воды

низкого давления 2, мойка пароструйная 3, мойка струёй воды высокого давления 4, мойка подогретой струёй воды высокого давления 5, водопескоструйная мойка 6, мойка акустической кавитационной струёй 7, мойка акустической абразивной струёй 8.

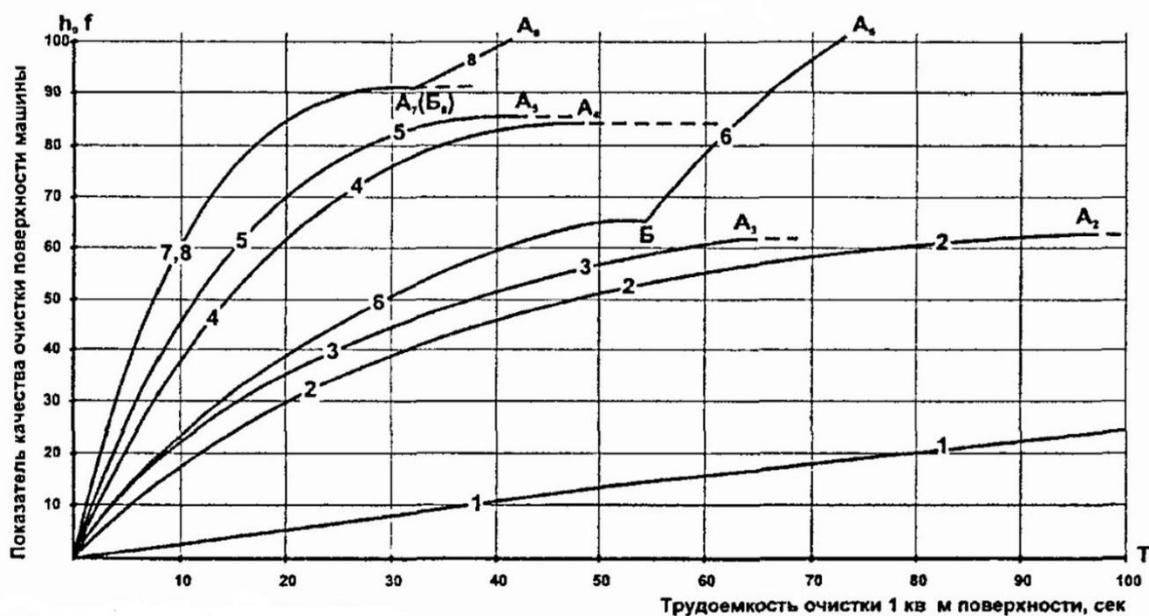


Рисунок 1 – Влияние технологии очистки на качество и время проведение операции: А – прекращение фиксации параметров процесса мойки; Б – смена режима мойки

Из графика видно, что наименее эффективна ручная мойка при этом режиме показатели качества очищаемой поверхности самые низкие. Применение моечного оборудования повышает эти показатели, причем чем сложнее оборудование, тем выше качество. По этой причине необходимо использовать механизированное моечное оборудование.

Моечное оборудование бывает различного типа, это может быть моечная установка, которая обмывает машину одновременно со всех сторон направленными струями воды под давлением (струйного типа) [1]. Такое оборудование используется в основном на ремонтных предприятиях и заводах для быстрой мойки большого количества машин. Как правило такая мойка достаточно качественная, но сопровождается большим расходом воды и энергии. Расход воды можно снизить путем повторного ее использования после очистки. Для этой цели используют замкнутую систему подачи и очистки воды.

Другой тип моечного оборудования, это моечные машины погружного типа. Как правило такой тип машин используется при удалении трудно удаляемых загрязнений, например в расплаве щелочных растворов удаляют нагары с деталей двигателя внутреннего сгорания [3]. Подобный тип моечного оборудования применяется в исключительных случаях, так как несет значительный расход моющих средств и не может применяться для очистки всех видов изделий сельскохозяйственной техники.

Так же есть машины комбинированного типа. Данными машинами моют

агрегаты и детали небольших размеров путем полного погружения объекта очистки в моечный раствор и воздействию на загрязненную поверхность с помощью направленных струй моечного потока и механического трения деталей между собой. Такое оборудование имеет большое ограничение в использовании по габаритам и не позволяет применять его при мойке крупногабаритной техники.

Наибольшее распространение получили машины струйного типа. Так как данный тип моечного оборудования достаточно универсальный, не требует больших затрат на закупку оборудования и имеет относительно небольшой расход моющих веществ при мойке.

Для постановки техники на хранение при мойке наиболее подходящим оборудованием будут переносные установки с насадками на длинном эластичном шланге. Данный тип установок будет наиболее удобен так как позволяет помыть труднодоступные места без значительных усилий, перемещая только шланг и наконечник.

При мойке с помощью моющего раствора положительный эффект создается смачиванием загрязнённой поверхности и ударной способностью направленной струи. Если для достижения наибольшего положительного эффекта, при смачивании, необходимо время для пропитывания и разрушения адгезионных связей поверхности с загрязнением, то для ударного эффекта необходимо давление от 0,15 до 0,5 Мпа. Использование меньшего давления будет неэффективным, а большего может привести к разрушению защитного лакокрасочного покрытия, тем самым увеличится риск возникновения коррозионного процесса.

Для увеличения смачивающего эффекта применяют поверхностно активные добавки ПАВ, которые способствуют более быстрому проникновению моющего раствора в слой загрязнения и разрушению его монолитного строения. После этого загрязнение становится рыхлым и легко сбивается направленной струей воды.

При использовании струйного способа встречаются следующие недостатки: некачественная очистка поверхностей, имеющих сложную конфигурацию особенно в местах с глухими карманами и отверстиями; значительные затраты энергии на подачу воды под давлением.

Для повышения качества мойки и снижения затрат энергии затрачиваемой на процесс очистки техники перед консервацией при постановке на хранение необходимо провести модернизацию процесса мойки. На наш взгляд это можно сделать путем усовершенствования моечной установки.

Мы видим несколько путей усовершенствования моечного оборудования: уменьшение затрат энергии и воды; уменьшение затрат расходных материалов; увеличение эргономичности рабочих агрегатов и удобство пользования моечным оборудованием в целом. Наиболее перспективным считаем уменьшение затрат энергии и воды путем применения насадка.

Для уменьшения затрат воды можно использовать сменные насадки способные преобразовывать поток жидкости под такие свойства, которые необходимы для удаления загрязнения. Например, для удаления трудно

смываемых участков загрязнения, с помощью насадка преобразовать жидкость в тугую струю способную разбить твердую хорошо адгезионно связанную монолитную грязь. Если есть необходимость использовать жидкость для предварительного смачивания, то простой сменой насадка можно добиться этого эффекта без изменения давления в системе подачи, тем самым экономя время на настойку моечного оборудования.

#### Литература:

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.

УДК 621.879.48. (088.8)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ПЛУЖНОГО КАНАТНО-ЛЕБЕДОЧНОГО КАНАЛОКОПАТЕЛЯ**

Орловский Сергей Николаевич, канд. техн. наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
orlovskiysergey@mail.ru

Карнаухов Андрей Иванович, канд. техн. наук, доцент

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика  
М. Ф. Решетнёва, Красноярск, Россия  
sky\_angel\_33@mail.ru

*В статье приведены результаты испытаний каналокопателя канатно-лебедочной тяги в талых и частично промерзших торфах различной степени влажности. Приведена техническая характеристика каналокопателя, полученная при испытаниях. Рассмотрен процесс заглубления плужного корпуса в грунт, приводится передаточная функция и ее параметры. Представлены данные по энергоёмкости рабочего процесса и затратам мощности на прокладку канала.*

*Ключевые слова: каналокопатель, лебёдка, упор, канал, торф, глубина.*

### **STUDY OF THE WORKING PROCESS OF THE PLOW WINCH DIGGER**

Orlovsky Sergey Nikolaevich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Karnaukhov Andrey Ivanovich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor

*The article presents the results of testing a cable-drawn traction channel digger in thawed and partially frozen peat of varying degrees of humidity. The technical characteristics of the channel digger obtained during testing are given. The process of deepening the plow body into the ground is considered, the transfer function and its parameters are given. The data on the energy intensity of the working process and the power consumption for laying the channel are presented.*

*Key words: channel digger, winch, emphasis, channel, peat, depth.*

Осушение заболоченных земель торфяных почв Сибири производится, как правило, открытыми каналами. Строительство их осуществляется в настоящее время в основном одноковшовыми экскаваторами, эпизодически применяются роторные и плужные каналокопатели, а также взрывные методы. Исследованиями И. И. Мера, М. Е. Мацепуро и др., а также расчетами авторов установлено, что на разработку единицы объема торфяного грунта одноковшовые экскаваторы, роторные и плужные каналокопатели тратят соответственно 50, 10 и 1 единицу энергии [1-3, 9]. Из сказанного следует, что энергетически наиболее выгодна прокладка каналов плужными рабочими органами. Применение их сдерживается невозможностью реализовать большие тяговые усилия для протяжки плужного корпуса в грунте. Применяемые для той цели сцепы нескольких тракторов неэффективны. Кроме того, выполнение дна канала под заданный уклон требует предварительной планировки трассы [4, 5].

С целью исследования каналокопателей в мелиоративном строительстве, определения их технико-экономических показателей при первичном освоении заболоченных земель в СибНИИГиМ были проведены испытания плужного каналокопателя (далее по тексту КЛК) [6, 7]. Тяговым средством КЛК служит трактор ДТ-75Б с лебедочно-якорным устройством. Рабочий орган каналокопателя - двухотвальный плужный корпус с отвалами цилиндрического типа. Каналокопатель КЛК в рабочем и транспортном положениях представлен на рис. 1а, б. Из данной схемы наглядно видно, как выполняется рабочий процесс и сцепка плуга с лебедочно-якорным устройством.

Испытания КЛК проводились на болоте «Халды» Шушенского района и на болоте «Качинское» Емельяновского района Красноярского края. Тип водного питания болот - грунтовый. Торф влажностью 60...85<sup>o</sup>, степень его разложения - до 50%, глубина расположения прослойки мерзлоты 40...60 и 60...90 см соответственно.

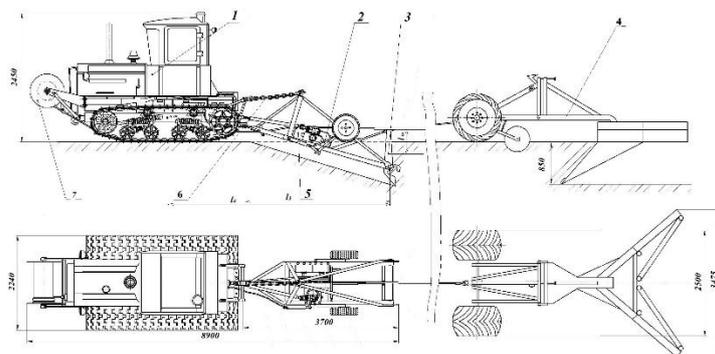


Рис. 1 а. Схема каналокопателя КЛК в рабочем положении  
1 - трактор, 2- опорные колёса, 3- упор, 4- плуг, 5- лебёдка, 6- растяжка

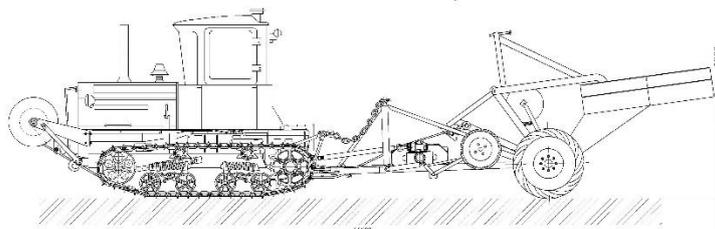


Рис. 1 б. Схема каналокопателя КЛК в транспортном положении.

При испытаниях фиксировались: влажность торфа, время движения плуга на гоне, пройденный путь, тяговое усилие, параметры канала. В процессе предварительных исследований было установлено, что при снятом дисковом ноже каналокопатель сгруживает очёс в свободном пространстве перед грядилем, в результате чего плужный корпус самовыглубляется. Поэтому все дальнейшие исследования проводились при наличии дискового ножа. В этом случае грунт с погребенными древесными остатками и очес свободно поднимаются по лемехам и отвалам. ножа заменить на плавающую [8]. Техническая характеристика каналокопателя представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Техническая характеристика каналокопателя

Наименование показателя	Ед. изм.	Показатели
Максимальная глубина канала	м	0,85
Ширина по верху, максимальная	м	1,75
Ширина по дну	м	0,3
Заложение откосов	м	1 : 0,85
Масса плуга	кг	1940
Масса лебедочно-якорного устройства	кг	1840
Ширина колеи колес плуга	мм	1740
Удельное давление на опорную поверхность	кПа	42
Радиус поворота	м	25+3

При работе на талых торфах якорь обеспечивает требуемое тяговое усилие. Не вызывает нарушений технологического процесса и прослойка мерзлого

торфа по глубине 40...60 см, без труда взламываемая снизу рабочим органом. При влажности торфа более 70% или при отсутствии дернины на грунтах любой влажности опорная плита (площадь 1 м<sup>2</sup>) не обеспечивает закоривания лебедки с трактором. Канал, выполненный КЛК-1 при влажности более 80% через 20...25 дней заплывает, теряя форму. При промерзании 60...90 см КЛК неработоспособен, поскольку носок плужного корпуса упирается в торец пласта мёрзлого торфа. Результаты испытаний каналокопателя представлены в таблице 2.

В процессе исследований определялись динамические характеристики системы регулирования глубины хода каналокопателя. При этом модель каналокопателя рассматривалась в виде, представленном на рисунке 2.

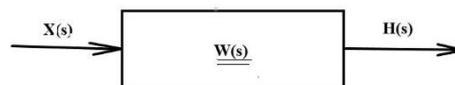


Рисунок 2. Структурная схема механизма регулирования глубины хода каналокопателя, где X - перемещение винта механизма регулировки глубины хода каналокопателя; H - глубина хода каналокопателя; W(S) - передаточная функция

Исследования показали, что система регулирования глубины хода каналокопателя может быть описана уравнением вида:

$$W_{(s)} = \frac{K}{T_s=1}$$

где  $W_{(s)}$  – передаточная функция:

T – постоянная времени системы:

K – коэффициент передачи.

Параметры уравнения по данным эксперимента равны:

$$T = 1,12с, K = 0,83.$$

Таблица 2- Результаты испытаний каналокопателя

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателей
Среднее значение тягового сопротивления (при глубине канала 0,85) м:		
- по торфу с промерзанием 0,4...0,6 м	кН	90
- по талому торфу	кН	60
Вариации тягового сопротивления:		
- по торфу с промерзанием 0,4...0,6 м	процентов	4
- по талому торфу	процентов	6
Среднее значение скорости протяжки каналокопателя:		
- по торфу с промерзанием 0,4...0,6 м	м/с	0.4

- по талому торфу	м/с	0,6
Вариация глубины хода каналокопателя	процентов	13
Мощность, затрачиваемая, на перемещение каналокопателя составила: - для скорости перемещения каналокопателя 0,4 м/с при работе на торфе с прослойкой мерзлоты	кВт	50,3
- для скорости перемещения каналокопателя 0,57 м/с на талом торфе	кВт	15,4
Энергоемкость рабочего процесса; - для торфа с прослойкой мерзлоты	кВт-ч/м <sup>3</sup>	4·10 <sup>-2</sup>
- для талого торфа	кВт-ч/м <sup>3</sup>	7,5·10 <sup>-3</sup>

### Выводы

1. Применение канатно-лебедочных каналокопателей позволяет решить проблему строительства осушительных каналов в торфяно-болотных почвах Сибири с минимальными энергозатратами.

2. Прослойка мерзлого торфяного грунта толщиной 0,2 м а глубине менее глубины канала не является препятствием работе машины.

3. Кинематическая схема каналокопателя со складным грядилем позволяет осуществлять как перевод в транспортное положение, так и регулировку заглубления плужного корпуса, но требует дальнейшего совершенствования с целью исключения операции перецепки тягового троса.

4. Наличие дискового ножа в конструкции обязательно, без него каналокопатель не работоспособен.

### Литература:

1. Горский С.С., Мер И.И. Современные машины М., 1970. 200 с.
2. Константинов В. К., Собик И.К. Осушительные работы в лесном хозяйстве Финляндии. - ЦНТИ. Сер. Лесоводство 1975, 23 с
3. Мелехов И. С. Лесоводство. М.: Агропромиздат, 1989.- 302 с.
4. Мер, И.И. Курсовое и дипломное проектирование по мелиоративным машинам. М.: Колос. 1978. 173 с.
5. Мацепуро М.Е. Вопросы теории плужных канавокопателей и болотных плугов. Минск, 1957. 223 с.
6. Орловский С.Н. Плужный каналокопатель с канатно - лебедочной тягой Ж. «Строительные и дорожные машины» № 4, 1995. С. 9-10.
7. Орловский С.Н. Лебедочно - якорное устройство каналокопателя. А.с. №1266936 СССР МКИ E02F5/02. БИ. 1986, № 40.
8. Орловский С.Н. Орловская Т.П. Лебедочно - якорное устройство. А.с. №1500740 СССР МКИ E02F3/76. БИ. 1989, № 30.
9. Швецов А.П. О работе плужных каналокопателей. В сб. «Исследования по лесному болотоведению и мелиорации» Петрозаводск. ИЛ Кар. АН СССР 1978, с. 122-13

УДК 631.347

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ДОЖДЯ МАШИН НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ТИПА «ФРЕГАТ»**

Орловский Сергей Николаевич, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия  
orlovskiysergey@mail.ru

Карнаухов Андрей Иванович, канд. техн. наук, доцент  
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика  
М. Ф. Решетнёва, Красноярск, Россия  
sky\_angel\_33@mail.ru

*В статье приведены результаты испытаний дождевальных машин непрерывного действия типа «Фрегат». По результатам испытаний предлагается замена штатных дождевальных аппаратов машины «Фрегат» на короткоструйные насадки, в результате чего повышается качество дождя.*

*Ключевые слова: дождевание, аппараты, распыление, норма полива, форсунки.*

## **INCREASING THE RAIN QUALITY OF THE FRIGATE TYPE CONTINUOUS OPERATION MACHINES**

Orlovsky Sergey Nikolaevich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Karnaukhov Andrey Ivanovich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Siberian State  
University of Science and technologies named after academician  
M. F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russia

*The article presents the results of tests of continuous sprinkling machines of the Frigate type. Based on the test results, it is proposed to replace the regular sprinkling devices of the Frigate machine with short-jet nozzles, as a result of which the quality of rain increases.*

*Key words: sprinkling, devices, spraying, irrigation rate, nozzles.*

Практика эксплуатации дождевальных машин «Фрегат» в хозяйствах Восточной Сибири в течение 12...14 лет показала, что машина «Фрегат» имеет значительные преимущества перед другими типами дождевальных машин. Машина «Фрегат» работает от закрытой оросительной сети в полуавтоматическом режиме, что обеспечивает высокую степень автоматизации полива и уровень производительности труда, отсутствие потерь воды из оросительной сети, работу на полях с уклоном поверхности до 5 %.

К существенным недостаткам, снижающим область применения машин, нужно отнести высокую эрозийность создаваемого машиной дождя, особенно в концевой части машины, которая зависит от трех факторов: интенсивности дождя, диаметра капель и скорости их падения. Высокая эрозийность дождя у машины «Фрегат» приводит к образованию стока воды по поверхности почвы

через 20...30 минут от начала полива, когда на поле подано воды всего 150-200 м<sup>3</sup>/га

Сток воды по поверхности почвы вызывает эрозию почвы, переувлажнение и вымокание растений в пониженных местах. Через понижения в рельефе поля происходит утечка воды в грунтовые воды и их поднятие.

С целью устранения указанных недостатков нами была изменена конструкция рабочих органов машины - дожде вальных аппаратов. Штатный дождевальная аппарат машины «Фрегат» был заменен тремя насадками [1-3]. Конструкции насадки и их установка на машине приведена на рис. 1.

Показатели качества дождя машины «Фрегат» до и после модернизации представлены в таблице.

Улучшения качества дождя машины «Фрегат» приводит к следующим положительным явлениям:

1. Поверхностный сток воды начинается значительно позже, что позволяет увеличить поливную норму без образования стока.
2. Предотвращается эрозия почвы и вынос питательных веществ вместе с водой.
3. Уменьшается размыв колеи колес.
4. вторичного засоления уменьшается, так как грунтовые воды пополняются, в основном, стоковой водой
5. Уменьшается разрушение агрегатов почвы.
6. Повышается равномерность распределения слоя осадков по площади орошения

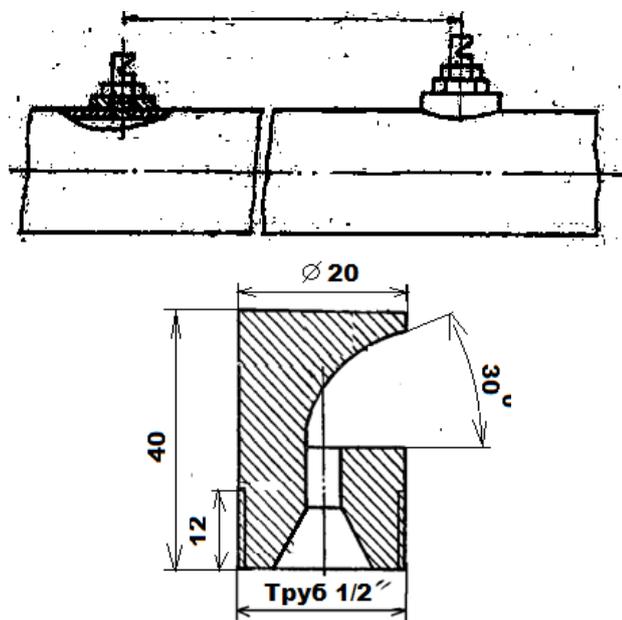


Рис. 1. Дождевальная насадка и ее расположение на машине «Фрегат».

Экономическая оценка повышения качества дождя, проведенная по методике Ф. И. Колесника, показывает, что увеличение поливной нормы с 240 до 350 м<sup>3</sup>/га повышает урожай сельскохозяйственных культур на 20% [4, 5].

Стоимость прибавки урожая за счет повышения качества дождя при сложившейся структуре посевных площадей Красноярского края оценивается в 6000 руб/га.

Стоимость замены дождевальных аппаратов машины «Фрегат» в условиях опытного производства составляет 10 тыс. руб., то есть около 140 руб/га.

Таблица- Показатели качества дождя машин «Фрегат» до модернизации и после

Наименование показателей	Расстояние от неподвижной опоры машины «Фрегат», м		
	100	200	300
до модернизации	0,2	0,3	0,6
после модернизации	0,4	0,6	1,0
Средний диаметр капель, мм			
до модернизации	1,5	2,0	3,0
после модернизации	0,33	0,5	,8
Скорость падения капель, м/с			
до модернизации	8,0	10,0	12,0
после модернизации	2,5	2,5	2,5
Норма полива до образования стока (для легкого суглинка), м <sup>3</sup> /га			
до модернизации	400	300	140
после модернизации	600	500	350

#### Литература:

1. Дауэнгауэр С.А. Пожаротушение тонкораспыленной водой: механизмы, особенности перспективы //Пожаровзрывобезопасность».2006. № 6.
2. Елфимова М.В. Капельное пожаротушение Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций/ Сборник статей по материалам VI Всероссийской научно-практической конференции. г. Железнодорожск, 2016 г. С. 104-105.
3. Колесник Ф. И («Мелиоративные основы повышения эффективности машин». Ж- «Гидротехника и мелиорация», № 10, 1979, с. 41—44),
4. Орловский С.Н. Меняйло В.П., Кромм Ю. Э. Двухсекторная дождевальная насадка. А.С. № 1685541. А.с. №1685541 СССР МКИ В05В1/26. БИ. 1991, № 39
- 5 Орловский С.Н., Орловская Т.П. Распылитель жидкости. А.с. №1708429 СССР МКИ В05В 1/30, 1/06 БИ. 1992, № 4

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОВОМУ РЕЖИМУ ОБЪЁМНОГО ГИДРОПРИВОДА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Орловский Сергей Николаевич, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия  
orlovskiysergey@mail.ru

Карнаухов Андрей Иванович, канд. техн. наук, доцент  
Сибирский государственный университет науки и  
технологий имени академика М. Ф. Решетнёва, Красноярск, Россия  
sky\_angel\_33@mail.ru

*В статье рассмотрены изменения показателей работы сельскохозяйственных машин при колебании температуры рабочей жидкости и окружающей среды. Доказана необходимость регулирования теплового режима привода. Выявлено, что показатели эффективности и надежности гидропривода будут в наивыгоднейшем сочетании если температура рабочей жидкости в течение всего рабочего времени будет рациональной.*

*Ключевые слова: гидропривод, температура, жидкости, разогрев, регулирование*

## **TECHNICAL REQUIREMENTS FOR THERMAL CONDITION VOLUMETRIC HYDRAULIC DRIVE OF AGRICULTURAL MACHINES**

Orlovsky Sergey Nikolaevich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Karnaukhov Andrey Ivanovich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Siberian State  
University of Science and technologies named after academician  
M. F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russia

*The article considers changes in the performance of agricultural machines with fluctuations in the temperature of the working fluid and the environment. The necessity of regulating the thermal regime of the drive is proved. It was found that the indicators of efficiency and reliability of the hydraulic drive will be in the most advantageous combination if the temperature of the working fluid during the entire working time is rational.*

*Key words: hydraulic drive, temperature, liquids, heating, regulation*

Изменение показателей работы при колебании температуры рабочей жидкости и окружающей среды является существенным недостатком гидропривода. Расширение климатического использование машин усугубляет этот недостаток. Возникает необходимость регулирования теплового режима привода [1].

Выявлено, что показатели эффективности и надежности гидропривода будут в наивыгоднейшем сочетании, если температура рабочей жидкости в течение всего рабочего времени будет рациональной. В этой связи к тепловому режиму привода необходимо предъявлять технические требования. Это подтверждено результатами длительного исследования работы привода бульдозера в различных эксплуатационных условиях [2, 3].

Анализ следствий влияния температуры на показатели гидропривода и на свойства его рабочей жидкости и других материалов позволил разобрать технические требования к тепловому режиму:

1. Температура жидкости во всасывающей линии при запуске гидропривода ( $t_{всз}$ ) не должна быть ниже температуры бескавитационного запуска ( $t_k$ ) [2], выше температуры начала парогазовыделения из жидкости при данном давлении ( $t_{пг}$ ) [4]:

$$t_{пг} > t_{всз} \geq t_k$$

2. Длительность разогрева рабочей жидкости должна быть минимальной -  $t_{р\ мин}$ .

3. Температуру жидкости в течение смены необходимо поддерживать в рациональном интервале ( $t_{рац1} - t_{рац2}$ ), который должен быть выбран близким к оптимальному ( $t_{опт1} - t_{опт2}$ ), быть ниже температуры начала парогазовыделения ( $t_{пг}$ ) [1], выше минимально допустимой температуры для нормальной работы фильтра ( $t_{ф}$ ) [3] и температуры начала кристаллизации жидкости ( $t_{кр}$ ) [1]:

$$t_{рац1} - t_{рац2} \rightarrow t_{опт1} - t_{опт2},$$

$$t_{пг} > t_{рац} < t_{ус},$$

$$t_{ф} < t_{рац} > t_{кр}.$$

4. Неточность срабатывания автоматических устройств, поддерживающих температуру на заданном уровне ( $\Delta t$ ) не должна быть больше полуинтервала рациональных температур:

$$\Delta t \leq \frac{t_{рац1} + t_{рац2}}{2}$$

5. Температура охлаждения жидкости в системе при безгаражном содержании машины зимой ( $t_{охл}$ ) не должна быть ниже температуры запуска ( $t_{всз}$ ):

$$t_{охл} \geq t_{всз}.$$

Для соблюдения указанных технических требований в конструкции гидропривода должны быть решены задачи предпусковой подготовки, сокращения времени разогрева рабочей жидкости, регулирования ее текущей

температуры и уменьшения интенсивности охлаждения при безгаражном хранении машин в условиях отрицательных температур. Выполнение этого является еще одним резервом повышения эффективности и надежности конструкции.

Литература:

- 1 Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. М., 1967, «Машиностроение.
2. Васильченко В. А. Исследование гидравлического оборудования строительных и дорожных машин с целью обеспечения работоспособности при низких температурах. Кандидатская диссертация ВНИИСДМ, М. 1975.
3. Веледницкий Ю.Б, Яркин А. А. Режим нагружения бульдозера на тракторе класса 15 т. Труды ВНИИСтройдормаш, № 47, М., 1980
4. Казанцева Л. И., Предтеченский Е. С. Работа бульдозера Д-521 на разрыхленных мерзлых и взорванных скальных породах. Строительные и дорожные машины», № 9, 1974.

УДК 621.22

**КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ И УСТРОЙСТВ СНИЖЕНИЯ  
АКУСТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ГИДРОПРИВОДЕ**

Полюшкин Николай Геннадьевич, канд. техн. наук  
Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия  
nigenn@mail.ru

Батрак Андрей Петрович, канд. техн. наук  
Полюшкина Мария Петровна, аспирант  
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
andreatrak@mail.ru, mpp5@yandex.ru

*В статье предложена классификация способов и устройств позволяющих снизить акустические явления в гидроприводе технологического оборудования.*

*Ключевые слова: шум, вибрация, технологическое оборудование, гидропривод, активные методы, пассивные методы, звукоизоляция.*

**CLASSIFICATION OF METHODS AND DEVICES FOR REDUCING  
ACOUSTIC PHENOMENA IN A HYDRAULIC DRIVE**

Polyushkin Nikolay Gennadievich, Ph.D. tech. of sciences  
Krasnoyarsk State Agrarian University,  
Krasnoyarsk, Russia

Batrak Andrey Petrovich, Ph.D. tech. of sciences  
Polyushkina Maria Petrovna, post-graduate student  
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

*Key words: noise, vibration, technological equipment, hydraulic drive, active methods, passive methods, soundproofing.*

*Key words: noise, vibration, machine hydraulic drive, active methods, passive methods, soundproofing.*

Известно, что одним из негативных источников акустических явлений является акустический шум. Борьба с этим явлением должна начинаться на стадии проектирования. Для успешного решения поставленной задачи необходимо произвести упорядочивание способов и устройств снижения шума в гидроприводе технологического оборудования.

При известной общей массе излучающих элементов снижении акустических явлений возможно двумя путями: изоляция всего объекта излучения от окружающей среды; и борьба с шумом в источнике возникновения.

**К каждому из них можно применить пассивный или активный методы решения проблемы.**

Пассивный метод в свою очередь можно разделить на: метод звукоизоляции; метод звукопоглощения; комбинированный метод.

В связи со спецификой источников акустических явлений гидропривода, а также из-за влияния характеристик рабочей жидкости следует расширить классификацию пассивных и активных методов борьбы, включив в них также способы снижения акустико-динамических характеристик гидропривода. С учётом этого предлагаемая классификация будет иметь следующий вид (рис 1).

Принцип изоляции в настоящее время остается наиболее эффективным. Он заключается в изоляции источника акустических явлений от окружающей среды преимущественно пассивными методами. В станочном гидроприводе проводились исследования по снижению акустических явлений данным методом авторами [1-5]. Были получены положительные результаты для автоматических линий и ГПС с единой гидроцентралью и насосной станцией, а также для гидросистем экскаваторов.

Однако ограничиваться принципом изоляции всего объекта не всегда рационально, так как зачастую изолировать характерную точку не представляется возможным по техническим причинам, (например, нельзя убрать насосную станцию в другое помещение). В тоже время принцип изоляции непосредственно в источнике возникновения акустических явлений часто легко реализуется. Кроме того, он не ограничивается пассивными методами.

Метод звукоизоляции в гидроприводе основан на свойстве материала корпуса уменьшать интенсивность отражённых звуковых волн, падающих на него. Его эффективность зависит от акустических характеристик материала корпуса устройства, а также от характеристик применяемых внешних устройств в зависимости от амплитуда относительного сдвига ( $Y$ ) и относительного затухания ( $\Psi$ ). (рис. 2).

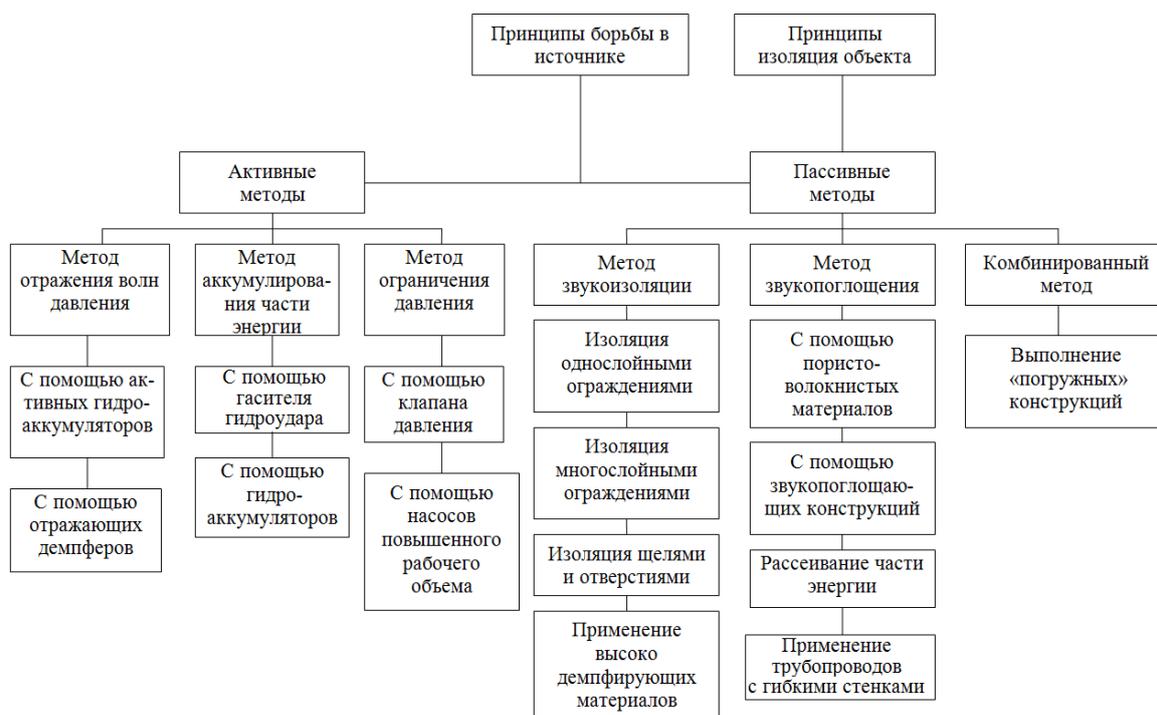


Рисунок 1 - Классификация способов и устройств снижения акустических явлений в гидроприводе

Метод звукопоглощения в гидроприводе может быть дополнен способом гашения части энергии, выделившейся в результате колебаний давления, с помощью дросселирования и изменения свойств рабочей жидкости, а также за счёт применения гибких трубопроводов.

Комбинированный метод может быть дополнен расширением способа погружения конструкций насоса в рабочую жидкость, так как в этом случае рабочая среда является средой звукопоглощения, корпус резервуара и погружённого устройства осуществляет звукоизоляцию.

Активные способы, принятые в традиционной акустике, не могут быть полностью приемлемы. При работе станочного оборудования их нельзя реализовать из-за наличия широкого спектра частот. Методы борьбы с доминирующим фактором, которым является гидродинамический - шум от пульсации давления и вихреобразования следует вести активным вмешательством в процесс образования шумов методами, представленными в классификации.

Активные методы предлагается разделить на метод отражения волн давления, метод аккумулярования, метод ограничения давления. Каждый из них характеризует принцип его воздействия на волну возмущения, реализующееся конкретными устройствами.

Метод отражения волн давления основывается на свойстве отражения различными поверхностями падающей волны определённой частоты со сдвигом по фазе. Он реализуется расширительными камерами (отражающие демпферы), активными гидравлическими аккумуляторами, а также системами подавления колебаний потоком жидкости более высокого давления.

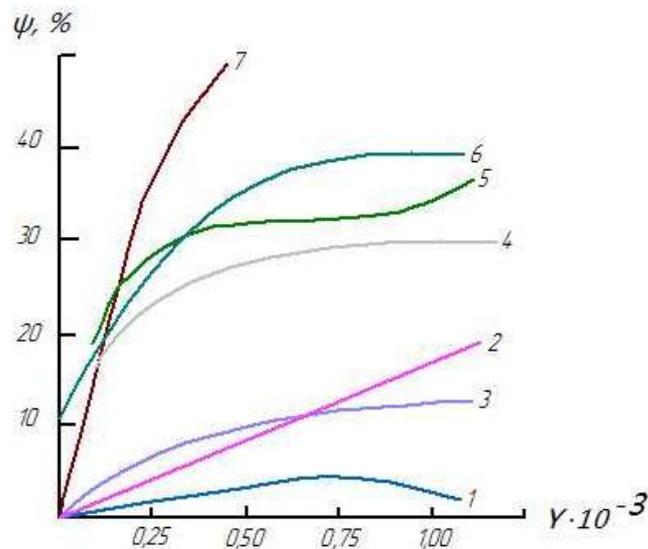


Рисунок 2 - Амплитудная зависимость демпфирующей способности некоторых материалов высокого демпфирования: 1 – сталь 1Х13; 2 – сплав НИВКО-10; 3 – серый чугун СЧ 24; 4 – сплав нитиноль; 5 – алюминиево-никелевая бронза; 6 – марганцево-медный сплав; 7 – сплав магния с цирконием

Метод аккумуляции основывается на возможности поглощения рабочей жидкости в гидросистеме, возникающей от пульсации давления и последующим медленным возвращением ее в систему. Он реализуется различного рода гасителями гидроудара и гидроаккумуляторами пассивного действия.

Метод ограничения давления наиболее прост в реализации. Основывается на том, что при повышении давления на каждые 5 МПа наблюдается рост уровня акустических явлений на 10 дБ. В этой связи, в качестве меры борьбы предлагается снижать уровень давления гидросистемы, где это возможно.

#### Литература:

1. Батрак А.П. Классификация шума в объёмном гидроприводе. Вестник Красноярского государственного университета. Вып.18. г. Гидропривод машин различного технологического назначения / Под ред. С.В. Каверзина, Ж. Жоржа. Красноярск: КГТУ, 2000.с. 59-63.
2. Киреев В.Е. Обоснование и разработка принципиальной схемы газоотделителя для одноковшовых экскаваторов // Гидропривод и системы управления строительных, тяговых и дорожных машин: Сб. науч. тр. – ОмПИ, 1985. - С. 54-59.
3. Лангош О. Борьба с шумом при работе гидравлических машин. // Olhydraulik und Pneumatik, 1972, v. 16, № 9, - S. 393-396.
4. Ребел Й. Конструктивные мероприятия для уменьшения шума гидроагрегатов. // Olhydraulik und Pneumatik, 1974, v. 18, № 10, - S. 741-744.
5. Шёллер К. Уменьшение шума гидравлических станков. Olhydraulik und Pneumatik, 1976, v. 20, № 6, - S. 387-390.

УДК 621.22

**РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ И УСТРОЙСТВ СНИЖЕНИЯ  
АКУСТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ГИДРОПРИВОДЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Полюшкин Николай Геннадьевич, канд. техн. наук  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
nigenn@mail.ru

Батрак Андрей Петрович, канд. техн. наук  
Полюшкина Мария Петровна, аспирант  
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
andrebatrak@mail.ru, mpp5@yandex.ru

*В статье рассмотрены способы и устройства по снижению акустических явлений, возникающих в гидроприводе технологического оборудования различного назначения*

*Ключевые слова: шум, вибрация, технологическое оборудование, гидропривод, способы снижения, акустические явления.*

**DEVELOPMENT OF METHODS AND DEVICES FOR REDUCING  
ACOUSTIC PHENOMENA IN THE HYDRAULIC DRIVE OF  
TECHNOLOGICAL EQUIPMENT**

Polyushkin Nikolay Gennadievich, Ph.D. tech. of sciences  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
Batrak Andrey Petrovich, Ph.D. tech. of sciences  
Polyushkina Maria Petrovna, post-graduate student  
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

*The article discusses methods and devices for reducing acoustic phenomena occurring in the hydraulic drive of technological equipment for various purposes.*

*Key words: noise, vibration, technological equipment, hydraulic drive, reduction methods, acoustic phenomena.*

Наибольший эффект в снижении акустических явлений в гидросистеме достигается комплексным подходом, который реализует принцип борьбы в источнике возникновения и принцип изоляции всего объекта.

Типичным подходом, включающим в себя эти принципы, является применение демпфирующих устройств, с одновременным изменением основных физических параметров рабочей жидкости. Применение демпфирующих устройств при установке непосредственно за напорным окном насоса позволяет снизить колебания давления в напорной магистрали, уменьшить возмущения потока рабочей жидкости и тем самым уменьшить количество областей локальных завихрений. Изменение физических характеристик рабочей жидкости позволяет варьировать пульсации давления (при изменении объема нерастворённой газовой фазы, изменении вязкости за счет изменения температуры рабочей жидкости).

Существующие виды демпфирующих устройств делятся на две основные группы [1-3, 8]. Устройства, относящиеся к первой группе, служат для сглаживания ударов в проточных гидросистемах, в том числе, для сглаживания звуковой волны в противофазе. Конструкция такого глушителя представлена на рис.1.

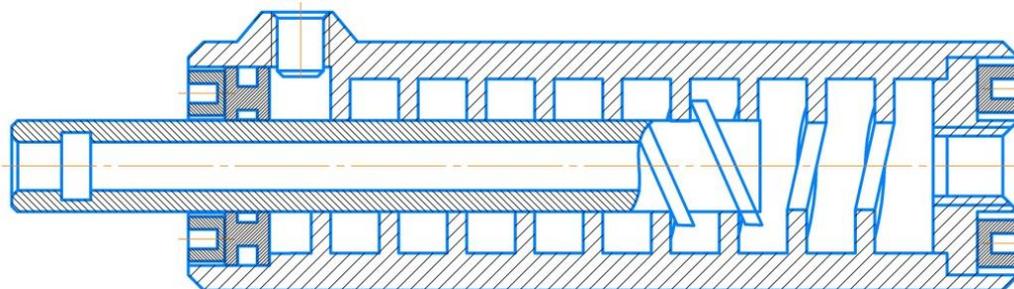


Рисунок 1- Интерференционный глушитель с набором камер

Вторая группа – диссипативные глушители. Пример такого глушителя представлен на рис. 2, где 1 – гибкий эластичный трубопровод с дросселирующими окнами 2, и газовой фазой под давлением 3.

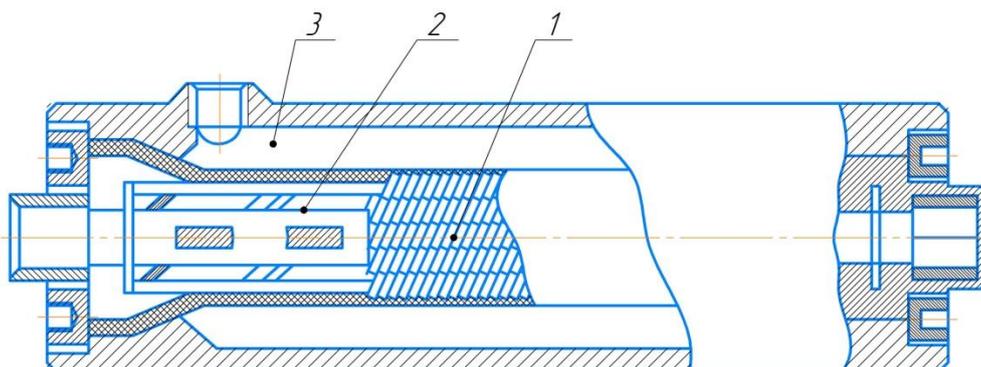


Рисунок 2- Диссипативный глушитель

В отдельных случаях один демпфер, может снижать уровень колебаний по двум, трем принципам. Тогда наименование демпфера применяется в соответствии с тем принципом, действие которого имеет наибольший удельный вес в общем балансе снижения уровня колебаний давления. Следует отметить аккумуляторы и различные гасители гидравлического удара, основанные на аккумулировании части избыточной энергии, которая негативно сказывается на работе гидравлического привода. Широкое распространение получили газовые аккумуляторы [4] и гасители колебаний мембранного типа, так как они менее инерционны, а инерционность подвижных элементов и жидкости является одной из причин возникновения колебаний вторичных волн возбуждения среды. Применение гидроаккумуляторов в гидравлической системе привода станков снижает амплитуду низкочастотных забросов давления, возбуждаемых при реверсах стола станка, на 80-90% [6] и, следовательно, их установка в

напорной линии гидросистемы станка позволит оптимизировать акустические процессы, связанные с данным видом гидродинамических явлений.

С учетом вышесказанного была предложена конструкция гасителя пульсации давления и акустических явлений, на которую получено положительное решение [7]. В устройстве реализуется метод рассеивания части энергии (дресселирование), комбинированный метод (звукоизоляция и звукопоглощение), а также активный метод отражения волн давления.

Устройство (рис.3) состоит из корпуса 1, выполненного в форме усеченного конуса, расширяющегося по потоку рабочей среды. Корпус облицован звукоизоляционным материалом 2, в котором располагается центральный гофрированный перфорированный трубопровод 3, выполненный из эластичного материала. Трубопровод 3 размещён между двумя патрубками 4, 5. Область между трубопроводом 3 и корпусом 1 заполнена хаотично смотанной металлической проволокой 6, меняющей физические параметры рабочей жидкости. На патрубке 4 выполнены обводные окна 7 с мембранами 8 и установлена регулировочная шайба 9 с винтами 10 регулирования зажима проволоки 6. Патрубок 5 с винтом 11 является регулятором объёма трубопровода 3.

Устройство работает следующим образом. Рабочая жидкость, протекая по трубопроводу, попадает в патрубок 4, «зажимает» мембраны 8 обводных окон 7, проходит через эластичный перфорированный трубопровод 3 в регулировочный патрубок 5, расположенный в задней части корпуса 1, проходит в напорную магистраль гидросистемы.

При пульсациях давления или расхода жидкости происходит их гашение за счёт деформации эластичного перфорированного трубопровода 3.

Рассеивание энергии жидкости осуществляется за счёт перфорации в трубопроводе 3, а также за счёт хаотично смотанной металлической проволоки 6, которая не допускает резонансных явлений вследствие внутреннего трения и взаимодействия жидкости с полостью корпуса. Смятие эластичного перфорированного трубопровода предотвращается открытием мембран 8 обводных окон 7. Гашение акустических явлений происходит разделением сплошного металлического трубопровода, ведущего себя как мост передачи колебаний, центральным эластичным перфорированным трубопроводом, изменения регулировочной шайбой 9 положения зажима эластичного элемента 6, перехода звуковой волны через объекты с различной акустической проницаемостью, такие как, центральный эластичный перфорированный трубопровод 3, рабочая жидкость с хаотично смотанной металлической проволокой 6, звукоизоляционная облицовка 2. Область гашения акустических явлений может регулироваться патрубком 5.

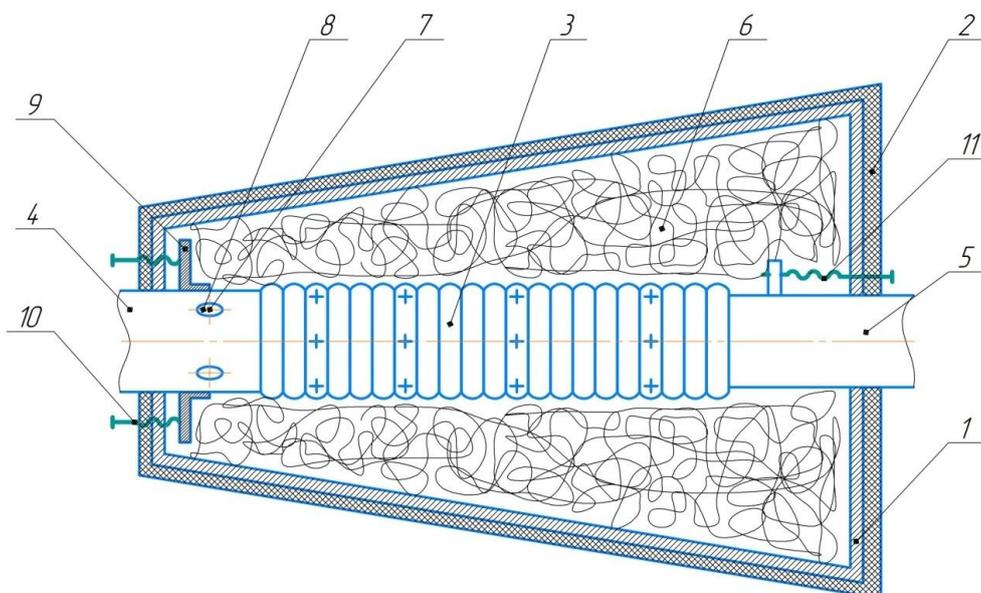


Рисунок 3 - Гаситель пульсаций

Основываясь на выполненных исследованиях, были выработаны рекомендации по снижению уровня акустических явлений всего станочного гидропривода, которые сводятся к следующему:

1. Необходимо выполнять отдельное исполнение насосной станции от основного технологического оборудования.
2. Следует использовать установку вблизи напорного окна насоса устройства снижения гидродинамических явлений.
3. Целесообразно применять в корпусе насоса материалов высокого демпфирования.
4. Требуется учитывать характеристики рабочей жидкости.

#### Литература:

1. А.с. СССР № 1772510. Устройство для гашения колебаний давления / М.П. Левицкий – Оpubл. в Б. И. 1992, № 40.
2. А.с. СССР № 1760229. Гаситель колебаний давления /В.П. Шорин, А.Г. Гимадиев, Е.В. Шахматов и А.Н. Крючков. – Оpubл. в Б. И. 1992, № 33.
3. А.с. СССР № 1686246. Демпфер /В.Д. Хорунжий, В.Г. Вдовенко, А.Н. Татаренко и В.Ю. Россинский. – Оpubл. в Б. И. 1991, № 39.
4. Вибрации в технике: Справочник в 6 томах. Том 6 / под. ред В.В. Болотина. М.: Машиностроение, 1978 - 444 с.
5. Врученич Е. К., Обрадович Д.К. Гидравлический удар в реальных условиях эксплуатации. Л.:1973 – 305 с.
6. Коробочкин Б.Л. Динамика гидравлических систем станков. М.: Машиностроение,1976.
7. Пат. 2199050 Российская Федерация, МПК F 16 L 55/00. Устройство для гашения пульсаций / А.П. Батрак, Е.М. Щеглов; заявитель и патентообладатель КГТУ. – № 2001119877(021134).; заявл. 17.07.01; опубл. 20.02.03, Бюл. № 17.
8. Погодин А.С. Шумоглушащие устройства. М.: Машиностроение 1973, 160 с.

**МЕТОДИКА РАСЧЁТА УСТРОЙСТВ СНИЖЕНИЯ  
АКУСТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ГИДРОПРИВОДЕ**

Полюшкин Николай Геннадьевич, канд. техн. наук  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
nigenn@mail.ru

Батрак Андрей Петрович, канд. техн. наук  
Полюшкина Мария Петровна, аспирант  
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
andreatrak@mail.ru, mpp5@yandex.ru

*В статье предложена методика расчёта устройств для снижения акустических явлений в гидроприводе технологического оборудования.*

*Ключевые слова: акустические явления, технологическое оборудование, гидропривод, устройства.*

**METHOD OF CALCULATION OF DEVICES FOR REDUCING  
ACOUSTIC PHENOMENA IN A HYDRAULIC DRIVE**

Polyushkin Nikolay Gennadievich, Ph.D. tech. of sciences  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Batrak Andrey Petrovich, Ph.D. tech. of sciences  
Polyushkina Maria Petrovna, post-graduate student  
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

*The article proposes a method for calculating devices for reducing acoustic phenomena in the hydraulic drive of technological equipment.*

*Key words: acoustic phenomena, technological equipment, hydraulic drive, devices.*

Работа гидропривода технологического оборудования сопровождается акустическими явлениями различного характера. Источниками данных явлений в гидроприводе могут быть насосы, сопротивления, трубопроводы, и другие элементы гидросистемы [2].

Известно, что повышение вибрации и уровня шума приводит к снижению точности изготовления обрабатываемых деталей, ухудшению качества поверхностей обработки. Кроме того, вибрации и шум, возникающие в технологическом оборудовании ухудшают условия работы оператора, повышают его утомляемость и способствуют развитию производственных заболеваний. Все это становится одной из причин снижения общей производительности системы «человек-машина». Поэтому, изучение вибраций и шума гидропривода технологического оборудования, разработка методов и средств их снижения являются весьма актуальной проблемой для современного машиностроения [3, 4].

Наибольшего эффекта в снижении акустических явлений в гидравлической системе достигается комплексным подходом. Данный подход,

возможно реализовать следующими способами: снижение шума в источнике возникновения; изоляция всего объекта.

Такой подход предусматривает:

- применение демпфирующих устройств, с одновременным изменением основных физических параметров рабочей жидкости;
- применение демпфирующих позволяет снизить колебания давления в напорной магистрали, уменьшить возмущения потока рабочей жидкости и тем самым уменьшить количество областей локальных завихрений;
- изменение физических характеристик рабочей жидкости позволяет варьировать пульсации давления.

Основным подходом к расчёту устройств снижения акустических явлений в гидроприводе является, прежде всего, выявление основной (несущей) частоты объекта, параметры которого часто определяются экспериментально, так как отсутствуют достаточно чёткие математические описания источников акустических явлений [1]. В этой связи для пластинчатых насосов может быть пригодной формула, полученная при описании источников акустических явлений.

$$\sum_{i=1}^n Lu = 10 \lg \left( 10^{0,05Lu_1} \cdot \Pi_1 + 10^{0,1Lu_2} \cdot \Pi_2 \right). \quad (1)$$

Зависимость (1) дает возможность определить уровень излучаемого акустических явлений.

Вторая часть расчёта, зависящая от применяемого метода понижения уровня акустических явлений, будет представлять собой логарифмическое суммирование ожидаемого снижения  $\Delta L$  уровня акустических явлений от каждого из применяемых методов в отдельности  $T_i$ .

$$\Delta L = \lg \left( \sum T_i \right) \quad (2)$$

Для метода звукоизоляции однослойными ограждениями (случай демпфера, облицованного звукоизоляцией) можно воспользоваться зависимостью, используемой в строительных расчётах, но с введением поправочного коэффициента ( $\tau$ ), учитывающего свойства материала корпуса:

$$T_i = 20 \lg_n f \cdot \tau \cdot m_n - 47,5 \quad (3)$$

где  $T_i$  – ожидаемое снижение уровня акустических явлений;

$f$  – характерная частота;

$m_n$  – приведённая масса кожуха;

$\tau$  – поправочный коэффициент, уточняющий свойства материала.

Для метода звукопоглощения одним слоем материала расчёт характерного снижения уровня акустических явлений в зоне отражённого звука возможен по методике, предложенной в [1].

$$T_i = 10 \lg \frac{B_1 \cdot \psi_1}{B \cdot \psi} \quad (4)$$

где  $B$  – площадь поверхности устройства, уровень акустических явлений которого необходимо снизить;

$B_1$  – площадь рабочего устройства с звукопоглощающим элементом (для насоса он равен  $B$ );

$\psi$  и  $\psi_1$  – соответственно коэффициенты демпфирования до и после применения метода звукопоглощения для насоса от изменения характеристик рабочей жидкости.

Предложенная методика может варьироваться в зависимости от методов борьбы с шумом. Однако общий подход: определение излучаемого и подаваемого уровня акустических явлений – универсален.

В результате принятия предложенных мер борьбы с шумом в гидроприводах технологического оборудования на участке обрабатывающих центров общий уровень акустических явлений снизился на 7%, что подтверждается соответствующим заключением.

#### Литература:

1. Батрак А.П. Снижение уровня шума и вибраций в гидроприводе технологического оборудования: дис. канд. техн. наук: 05.02.02: защищена 12.02.03: утв. 24.06.03 / Батрак Андрей Петрович. – Красноярск., 2003. – 116 с.

2. Лагунов Л.Ф., Осипов Г.Л. Борьба с шумом в машиностроении. М.: Машиностроение 1980 - 148 с.

3. Полюшкин Н.Г. Современное состояние вопроса промышленной акустики гидропривода станков / Н.Г. Полюшкин, А.П. Батрак, М.П. Полюшкина // сборник: Наука и образование, опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2022.

4. Полюшкин Н.Г. Классификация шумов станочного гидропривода / Н.Г. Полюшкин, А.П. Батрак, М.П. Полюшкина // сборник: Наука и образование, опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2022.

**ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГОЛЬНЫХ ЗАПАСОВ  
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ  
РЕГИОНА**

Романченко Наталья Митрофановна, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия  
girenkov@mail.ru

Гиренков Виктор Нестерович, канд. техн. наук  
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
girenkov@mail.ru

*В статье проанализированы вопросы влияния использования каменных и бурых углей месторождений Красноярского края на экологию региона. Предложены мероприятия по улучшению экологической ситуации.*

*Ключевые слова: уголь, топливо, экология, загрязнение воздуха, глубокая переработка.*

**IMPACT OF THE USE OF COAL RESERVES OF THE KRASNOYARSK  
REGION ON THE ENVIRONMENTAL SITUATION OF THE REGION**

Romanchenko Natalia Mitrofanovna, candidate of technical science,  
associate professor

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
Girenkov Viktor Nesterovich, candidate of technical science  
girenkov@mail.ru

Siberian federal university, Krasnoyarsk, Russia

*The article the issues of the influence of the use of hard and brown coal deposits of the Krasnoyarsk Territory on the ecology of the region are analyzed. Proposed measures to improve the environmental situation.*

*Key words: coal, fuel, ecology, air pollution, deep processing.*

Уголь является важнейшим исходным материалом производства важнейших металлов и конструкционных сплавов, таких как сталь и чугун. Его свойства и применение изучаются студентами направления «Агроинженерия» в разделе «Металлургическое производство» дисциплины «Материаловедение. Технология конструкционных материалов».

В 2021 году правительством Российской Федерации было объявлено об обсуждении проекта создания в Сибири ряда научно-промышленных и экономических агломераций, что может дать мощный импульс развитию нашего региона.

Наряду со строительством промышленных центров по переработке меди и алюминия, древесины, палладия, обозначен высокий потенциал создания в Красноярском крае в районе Канска углехимического производства.

В свете повышенного внимания к теме использования углей месторождений Красноярского края целесообразно дополнить учебный материал раздела «Металлургия», представленный в электронном курсе «Материаловедение. Технология конструкционных материалов», широко используемый при смешанном обучении студентов в условиях вынужденной изоляции [5].

Цель настоящей работы – дополнение учебного материала по изучению раздела «Металлургическое производство» электронного курса «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» по вопросам влияния использования угольных запасов месторождений Красноярского края на экологическую ситуацию региона.

В настоящее время в Красноярске сложилась неблагоприятная экологическая обстановка. В течение последних 10 лет наш город является одним из самых загрязненных городов России.

По данным Государственного доклада о состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2020 году [7] уровень загрязнения г. Красноярска характеризуется как «высокий». Комплексный индекс загрязнения атмосферы  $ИЗА_5 < 13$ , индекс рассчитан по пяти примесям: взвешенным веществам, диоксиду азота, аммиаку, фенолформальдегиду и бензапирену. Следует отметить, что в 2013 году этот показатель был равен 23,8 [2].

Увеличение количества промышленных выбросов губительно действует не только на здоровье человека, на растительный и животный мир (что проявляется в загрязнении атмосферы, почвы, воды). Промышленные выбросы отрицательно влияют на состояние техники, зданий, сооружений, так как присутствие загрязняющих веществ в атмосфере и почве значительно усиливает коррозию деталей, узлов и механизмов.

Красноярск – крупный транспортный и промышленный узел. Основными предприятиями, влияющими на состояние окружающей среды, являются предприятия энергетики (Красноярская ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, муниципальные котельные) и металлургии (ООО «Русал Красноярск»).

В последние годы предпринимаются значительные меры по снижению выбросов Красноярского алюминиевого завода.

Значительную долю выбросов (около 46% от общего количества) приносит автотранспорт (в Красноярске зарегистрировано более 300 тыс. ед. автотранспортных средств). После ввода в 2015 году четвертого (Николаевского) моста через Енисей улицы города частично были разгружены от пробок. Это, видимо, и повлияло на снижение комплексного индекса загрязнения атмосферы.

Существенной проблемой остается загрязнение воздуха Красноярска выбросами ТЭЦ и муниципальных котельных, работающих на бурых углях Канско-Ачинского угольного бассейна. Причем, многочисленные муниципальные котельные, в отличие от ТЭЦ, имеют низкие трубы и не оборудованы эффективным газоочистительным оборудованием. В последние годы администрация города и Сибирская генерирующая компания

предпринимают значительные усилия по переводу потребителей на теплоснабжение от ТЭЦ.

Перевод источников теплоснабжения на газ или электричество помогло бы радикально решить проблему загрязнения воздуха. Но, к сожалению, газификация Красноярского края рассматривается весьма в отдаленные сроки. И даже при строительстве ветки «Сила Сибири-2» на Китай, затронет, скорее всего только южные районы края.

Весьма существенным, по мнению экспертов администрации, является загрязнение атмосферы от сжигания угля в печах частных домов, находящихся в самом центре мегаполиса. С 2021 года реализуется проект по переходу около 15000 домовладений на электроотопление. Жителям частных домов устанавливают электрооборудование, а администрация обеспечивает техническое подключение к электросетям и гарантирует сниженный тариф на отопительный период (до 1,5 руб/кВт·ч). Затраты на реализацию этого перехода составят около 1 млрд. рублей в год и будут покрываться за счет средств федерального бюджета. Этот процесс предлагается реализовывать до того периода, пока Красноярск не будет газифицирован.

Используемый в качестве топлива для ТЭЦ и частных домовладений бурый уголь месторождений Красноярского края из-за своей дешевизны и транспортной доступности называется в настоящее время одним из самых существенных источников загрязнения воздуха Красноярска.

По ГОСТ 25543-2013 [1] ископаемые угли делятся на три вида:

1. Наилучшим по своим свойствам (табл.1) [4] является антрацит. В Красноярском крае он не добывается. Применяется в качестве топлива и в металлургии при выплавке стали, чугуна, ферросплавов.

2. Каменный уголь по теплотворной способности несколько уступает антрациту. В южных районах Красноярского края добывают каменный уголь, но запасы его здесь не велики. Каменный уголь – традиционное топливо, но его использование в этом качестве в настоящее время ограничивается законодательством развитых стран. Перспективным использованием каменного угля является его переработка на кокс, так как именно из кокса получают множество химических продуктов, служащих источником производства минеральных удобрений, пластиков, лаков, красок и др. Существуют технологии гидрогенизации (сжижения) и газификации каменного угля, в результате которых получают жидкое топливо, горючий и синтез газ. Виды этого топлива считаются более экологичными.

3. Бурый уголь из-за высокой природной влажности имеет более низкую теплотворную способность (табл. 1). Из-за своей высокой распространённости на территории России рассматривается как сырьё для следующей технологической переработки:

- получения жидкого топлива путем гидрогенизации;
- получения буроугольного кокса или полукокса (БПК), более дешевого, чем каменноугольного. Процесс газификации заключается в нагреве до высоких температур (750–800 °С) без доступа исходного бурого угля. Цена буроугольного полукокса колеблется от 1200 до 2000 руб./т против 1800-3500

руб./т каменного угля и 12000- 15000 руб./т традиционного кокса из коксующихся углей [3].

Таблица 1. Сведения об углях [1], [3], [6]

Вид угля	Содержание связанного углерода, %	Выход летучих, %	Зольность, %	Массовая доля общей влаги, %	Теплотворная способность, МДж/кг
Антрацит	91-98	менее 14	5-20	менее 5	28
Каменный	75-92	2-48	14-35	до 12	24 и более
Бурый	Менее 76	До 50	12-35	20-30	менее 24
Бурый уголь Бородинского месторождения			7,8		27
Бурый уголь Березовского месторождения		45-48	5,6	27-38	16

В России крупнейшим буроугольным бассейном является Канско-Ачинский, находящийся в основном на территории нашего края и частично в Кемеровской и Иркутской областях. Добыча бурого угля здесь ведется в основном открытым способом на десяти месторождениях: Абанском, Ирша-Бородинском, Березовском, Назаровском, Боготольском, Бородинском, Урюпском, Барандатском, Итатском, Саяно-Партизанском. Наиболее перспективными по запасам угля считаются Бородинское и Березовское месторождения.

Угли Бородинского месторождения отличаются низким содержанием золы и серы (табл.1), высоким содержанием первичной смолы – 9,9 % на сухой уголь [6]. Сочетание этих свойств позволяет применять угли для получения жидкого топлива с производством буроугольного полукокса (БПК) и дальнейшей глубокой переработки последнего.

Бурые угли Березовского месторождения обладают благоприятными составом и свойствами: низкие зольность (5,6 %) и содержание серы (0,2–0,7 %), высокая теплота сгорания (16,0 МДж/кг) [3], а также благоприятный состав золы (СаО+MgO до 55 %). С 2007 года здесь реализуется технология переработки бурых углей с получением БПК и тепловой энергии [3]. Цех по получению буроугольного полукокса планируется построить в ЗАТО «Солнечный» (Ужур-4), у предприятия уже определена территория строительства, земля под строительство оформлена. Попутный горючий газ будет сжигаться на котельной ЗАТО «Солнечный», которая сейчас работает на мазуте [8].

Кроме этого, из буроугольного полукокса Березовского месторождения на предприятиях коксохимической промышленности, строительство которых декларируется в заявлениях Правительства РФ, возможно получение более 130 наименований веществ, в их числе карбид кальция, ацетилен,

поливинилхлорид, продукты переработки каменноугольной смолы и коксового газа, метанол и его производные, этилен, пропилен, этиленгликоль, углеродные материалы, удобрения (мочевина и гуматы) и другие продукты, из которых в дальнейшем на химических комбинатах производятся полимерные материалы различных видов.

К сожалению, в настоящее время, как было сказано выше, в основном бурый уголь используется в качестве топлива и источника загрязнения атмосферы воздуха. Снизить вредные выбросы возможно, используя бездымное топливо или биотопливо в виде пеллет. Производство последних в Красноярском крае выгодно из-за большого количества лесозаготовительных предприятий и отходов работы таких предприятий в виде опилок, коры, щепы. Последние зачастую представляют из себя свалки, которые периодически горят, загрязняя воздух.

Бездымное топливо представляет собой брикеты, которые производятся из порошка бурого угля с применением клейстера из пшеничной муки в качестве связующего. Топливо производят на базе Березовского разреза Красноярского края, ежегодная мощность производства 30 тыс. тонн. Теплотворная способность брикетов составляет 25,1 МДж/кг, что выше теплотворной способности бурого угля. Стоимость же сравнялась со стоимостью исходного продукта. Использование бездымного топлива позволяет в 2 раза снизить концентрацию оксида углерода, взвешенных веществ, диоксида и оксида азота и до 6 раз бензапирена. Пользователи отмечают и недостатки использования брикетов – необходимость установки подходящего оборудования, высокую зольность топлива.

Впервые жители Красноярска испытали бездымное топливо в 2019 году, во время проведения зимней Универсиады. Администрация Красноярского края реализовало социально-экологический проект очистки воздуха бесплатной раздачей пользователям брикетов бездымного топлива.

Таким образом:

1. По причине современных экологических ограничений использование углей в качестве топлива является, если и актуальным для Красноярского края из-за низкой степени его газификации, но не перспективным.

2. В период «предгазификации» города необходим перевод частных домовладений на электроотопление, использование бездымного угля либо пеллет, либо их комбинацию.

2. Создание предприятий по глубокой переработке бурых углей Канско-Ачинского угольного бассейна с получением большого количества (более 130) химических продуктов (в том числе, для предприятий агропромышленного комплекса), вследствие необходимых для этого свойств имеющегося ископаемого сырья и большого количества запасов при достаточном финансировании является экономически целесообразным.

Литература:

1. ГОСТ 25543-2013. Угли бурые, каменные и антрациты [Электронный ресурс] / URL <https://docs.cntd.ru/document/1200107843> (дата обращения

24.09.2022)

2. Беспалов В.Ф., Романченко Н.М. О влиянии выбросов предприятий Красноярского края на сохраняемость сельскохозяйственной техники // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практич. конф. / Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2012. – с. 86-89.

3. Галевский Г.В., Аникин А.Е., Руднева В.В., Галевский С.Г. Применение бурого угольных полукокс в металлургии: технологическая и экономическая оценка / Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, вып. 2 (243). – Санкт-Петербург, 2016. – с. 114-123.

4. Романченко Н.М. Использование бурых и каменных углей месторождений Красноярского края // Научно-практические аспекты развития АПК: материалы национ. науч. конф.; Часть 1 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2021. – с. 240-243.

5. Романченко Н.М. Реализация модели смешанного обучения при преподавании технических дисциплин / Н.М. Романченко, О.Е. Носкова, В.Н. Гириков // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практич. конф.; Ч. 1: Образование: опыт, проблемы, перспективы развития, 20 – 22 апреля 2021 г. / Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2021. – с. 232-235.

6. Бурые угли Урала и Сибири как сырьевая база промышленности искусственного жидкого топлива [Электронный ресурс] / URL <https://chem21.info/page/167255180249088138158235029008207024208114013017> / (дата обращения 25.10.2022)

7. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2020 году» [Электронный ресурс] / URL: <http://www.krasecology.ru> (дата обращения 20.10.2022)

8. Оценка внутреннего спроса на продукты глубокой переработки угля в Красноярском крае [Электронный ресурс] / URL <https://core.ac.uk/download/pdf/162258975.pdf> (дата обращения 25.10.2022)

УДК 621.311

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК**

Сабодах Ирина Валерьевна, канд. физ.-мат. наук, доцент  
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
[sabodax@mail.ru](mailto:sabodax@mail.ru)

Раменский Матвей Игоревич, студент  
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
[matveyrama@mail.ru](mailto:matveyrama@mail.ru)

*Энергосбережение и повышение энергетической эффективности является одним из источников экономического роста предприятий. Для эффективного функционирования агропромышленного комплекса, предприятиям необходимо осуществлять деятельность по оптимизации и*

*совершенствованию методик оценки энергетической составляющей.*

*Ключевые слова: агропромышленный комплекс, энергосбережение, энергетическая эффективность, энергоменеджмент, энергосберегающие технологии.*

## **IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF AGRICULTURAL ENTERPRISES**

Sabodakh Irina Valeryevna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
Associate Professor of the Department of Economic and Financial Security,  
Institute of Business Process Management  
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia  
sabodax@mail.ru

Ramenskii Matvey Igorevich,  
Student of the Department of Economic and Financial Security,  
Institute of Business Process Management  
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia  
matveyrama@mail.ru

*Energy saving and increasing energy efficiency is one of the sources of economic growth of enterprises. For the efficient functioning of the agro-industrial complex, enterprises need to carry out activities to optimize and improve the methods for assessing the energy component.*

*Key words: agro-industrial complex, energy saving, energy efficiency, energy management, energy saving technologies.*

В последние годы повышение энергетической эффективности предприятий АПК рассматривается на уровне государственной политики. Рациональное применение энергоресурсов обеспечивается посредством системного внедрения и использования инновационных технологий энергосбережения и внедрения энергосберегающих мероприятий. Энергетические ресурсы в настоящее время ограничены и пределы экономического развития очевидны. Также, рост тарифов и цен на энергетические блага оказывает непосредственное влияние на производство и конечный продукт предприятий.

Однако, вопрос энергосбережения поднимается все чаще, как на местном, так и на государственном уровне. В РФ данная ситуация по энергосбережению и повышению энергоэффективности регламентируется Федеральным законом № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Данный нормативно-правовой акт информирует о важности усовершенствования энергетической эффективности в стране.

Существует множество определений понятия энергосбережения, но большинство из них сводится к одному. Толковый словарь Ефремовой определяет энергосбережение, как ограничение потребления различных видов энергии, в том числе введение квот на отпуск газа, тепла, электроэнергии и т.п.

с увеличением тарифов на них, контролем средств учёта расхода энергии и т.п., но данное определение не учитывает модернизацию производства, которая приносила бы больше полезного эффекта при меньшем потреблении. Таким образом, под энергосбережением будем понимать реализацию организационно-функциональных, нормативно-правовых, информационно-аналитических и экономико-технологических мер, направленных на сокращение объемов применяемых энергетических ресурсов с учетом сбережения соответствующего полезного эффекта от их потребления.

Для раскрытия исследуемой проблематики, необходимо более подробно рассмотреть следующие определения:

– энергетическая эффективность – характеристика, отражающая соотношение полезного эффекта, полученного от использования энергетических ресурсов, и затрат энергетических ресурсов, произведенных для получения этого эффекта, в отношении продукции, технологических процессов, юридических и физических лиц-предпринимателей;

– энергетические ресурсы – это энергоносители и виды энергии (ядерная, тепловая, электрическая, электромагнитная или иная энергия), которые используются или могут быть использованы в хозяйственной или иной деятельности;

– вторичные энергетические ресурсы – энергетические ресурсы, полученные в результате технологических процессов или использования оборудования, в виде отходов производства и потребления или побочных продуктов, функциональное назначение которых не связано с производством соответствующего вида энергетических ресурсов [2].

Агропромышленный комплекс является важным межотраслевым комплексом России, который сочетает в себе производство, переработку и транспортировку сельскохозяйственной продукции. К таким продуктам относятся продукты растительного и животного происхождения, а также различные вспомогательные элементы для производства этих продуктов (например, удобрения, комбикорма, сельскохозяйственная техника).

Высокая важность развития возобновляемых источников энергии для сельского хозяйства неоднократно отмечалась экспертами международных организаций. Так, в обзоре Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций подчеркивалось, что широкое внедрение возобновляемых источников энергии в мировом агропромышленном секторе является многообещающим способом снижения стоимости продовольствия, поскольку потенциал возобновляемых источников энергии значительный и соответственно имеется возможность в удовлетворении общемирового спроса на электроэнергию. Трансформация к информационно-энергетическим системам, основанным на возобновляемых источниках энергии, становится все более вероятным, поскольку затраты на их производство снижаются, а цены на нефть и газ продолжают изменяться.

В долгосрочной перспективе компаниям не удастся избежать изменений на рынках топлива и энергии, поскольку страны-импортеры энергоресурсов стремятся обеспечить себе новые источники энергии и сосредоточиться на

разработке новых энергосберегающих технологий. Это, в свою очередь, приведет к росту потребления энергоэффективных услуг, в частности, энергоаудита и информационной поддержки. Принимая во внимание все вышеизложенное, ключевыми стратегическими ориентирами энергетической политики агропромышленных предприятий в современных условиях являются: энергетическая безопасность, энергоэффективность производства, экологическая безопасность сельскохозяйственного производства и энергосбережение.

В то же время специфика развития сельскохозяйственного производства в Российской Федерации требует дальнейшего изучения вопросов энергосбережения и определения возможности и целесообразности использования возобновляемых источников энергии в целях повышения конкурентоспособности сельскохозяйственного производства.

Применение мероприятий по усовершенствованию энергоэффективности возможно при наличии определенного комплекса нормативно-правового обеспечения, методологических разработок и модернизированного промышленного оборудования с высокой производительностью и низким потреблением энергии.

Для достижения целей по модернизации производства предприятиям целесообразно разрешить следующие задачи:

- выполнить анализ энергоемкости;
- изучить текущее состояние возобновляемых источников энергии;
- определить основные направления развития возобновляемых источников энергии.

Так, предприятиям АПК необходимо рассчитывать энергоемкость. Этот показатель определяется как общее количество потребляемой энергии (электричества, тепла и топлива) на единицу произведенной продукции или работы:

$$EL = \frac{EC}{Vp_i}, \quad (1)$$

где  $EL$  – энергоемкость;  $EC$  – общее количество энергии, потребляемой определенным типом;  $Vp_i$  – объем производства определенного вида сельскохозяйственной продукции.

Энергетический анализ – это метод количественной оценки затрат энергии, необходимых для получения определенного продукта или услуги. В последнее время использование энергетического анализа расширилось в связи с актуальностью вопросов снижения энергоемкости и повышения конкурентоспособности российского сельскохозяйственного производства.

В условиях усиления конкуренции на мировом рынке и ускорения научно-технического прогресса в оптимизации производства сегодня, имеет решающее значение для устойчивого развития агропромышленных предприятий. Императивом рыночной экономики является внедрение инноваций и перераспределение ресурсов из менее эффективных областей управления в более эффективные под влиянием конкуренции на рынке товаров,

рабочей силы и капитала. Поскольку инновации – это системный процесс, обеспечивающий непрерывное совершенствование производства в результате получения нового опыта, и осуществляемые с целью внедрения результатов научно-технического прогресса в производственную и социальную сферы, его реализация требует необходимости быть гибкими, постоянно обновлять возможности имеющихся ресурсов энергоресурсного потенциала аграрных предприятий с учетом новых технологических требований.

Для управления энергетическим потенциалом предприятий, в том числе агропромышленных, целесообразно использовать энергоменеджмент, который следует понимать как совокупность добровольных, инициативных и эффективных действий хозяйствующих субъектов, направленных на реализацию их собственных программ, проектов и целей с максимально возможной эффективностью в области использования и сохранения энергии и его носители в производственном процессе. На макроуровне в сфере энергосбережения и использования энергетических ресурсов целесообразно использовать термин «энергоменеджмент», который следует понимать как совокупность действий государственных органов и хозяйствующих субъектов, ориентированные на соблюдение и реализацию обязательных законодательных требований по энергосбережению и использованию энергоносителей, а также разработку и реализацию соответствующих программ, проектов и задач.

Применение энергоаудита возможно в качестве инструмента контроля за использованием энергетического потенциала экономической системы. В дополнение к функции мониторинга (мониторинг фактического использования энергетического потенциала экономической системы), он также предназначен для выполнения информационной функции (он должен быть источником информации об уровне использования энергетического потенциала экономической системы, которая будет поступать с разных уровней управления и на основе которой затем будут приниматься управленческие решения) и аналитическая функция (обеспечение всестороннего изучения фактического использования энергетического потенциала экономической системы с целью улучшить его дальнейшее использование с позиции энергосбережения).

Процесс энергоменеджмента не является простым и единичным актом и состоит из нескольких этапов, но его внедрение на агропромышленных предприятиях будет иметь ряд положительных эффектов, или так называемых преимуществ:

- совершенствование технологических и производственных процессов с точки зрения энергосбережения и повышения эффективности их использования (технологические преимущества);
- повышение конкурентоспособности предприятия и эффективности его деятельности в целом;
- содействие соблюдению действующего законодательства в области энергосбережения (производственные выгоды);
- увеличение выручки компании при минимизации ее затрат (финансовых выгод) [1].

Рассмотрев основные аспекты энергосбережения и повышения

эффективности использования энергоресурсов агропромышленными предприятиями, можно сделать следующие выводы:

– во-первых, руководство агропромышленных предприятий должно учитывать современные тенденции в энерго- и ресурсоснабжении, т.е. они должны быть ориентированы на использование инновационных технологий не только в производственных процессах, но и в процессах снабжения, продаж и маркетинга;

– во-вторых, для достижения высокоэффективности применения возобновляемых источников энергии агропромышленным предприятиям необходимо внедрить энергоаудит и энергоменеджмент в рамках системы стратегического и оперативного управления.

#### Литература:

1. Конюхов, В.Ю. Энергоменеджмент как эффективная система энергосбережения и решение проблем ее внедрения / В.Ю. Конюхов, Т.А. Опарина, Ше Сон Гун // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2020. - Т. 10. - № 4. - С. 534-543.

2. Тимофеев, Е.В. Повышение энергоэффективности в сельском хозяйстве / Е.В. Тимофеев, А.Ф. Эрк, В.Н. Судаченко, В.А. Размук // Молодой ученый. 2017. - № 4 (138). - С. 213-217.

УДК 631.372

### **ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В ДВС**

Санников Дмитрий Александрович, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
sannikovdiesel@mail.ru

*В статье проведен обзор исследований об опыте применения растительного топлива в дизельных двигателях различных авторов, сделаны выводы об эффективности их применения.*

*Ключевые слова: масло, биотопливо, эффективность, экология, показатели, добавки, смесь.*

### **REVIEW OF STUDIES ON THE EFFICIENCY OF VEGETABLE OILS IN ENGINES**

Sannikov Dmitry Alexandrovich, Scientific adviser: Ph.D. tech. Sciences,  
Associate Professor Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article provides a review of studies on the experience of using vegetable fuel in diesel engines of various authors, and conclusions are drawn about the effectiveness of their use.*

*Key words: oil, biofuel, efficiency, ecology, indicators, additives, mixture.*

В настоящее время в мировой научной сфере имеется достаточно много исследований, связанных с оценкой эффективности применения топлива не

нефтяного происхождения. Среди такого альтернативного топлива можно выделить топливо как растительного происхождения, так и животного. Огромное многообразие вариантов использования альтернативного топлива в мировой практике предоставляет противоречивую информацию об его эффективности применения.

Проведя анализ источников [1-10] можно выделить основные условия использования альтернативного топлива:

1. использование в альтернативном топливе добавок, улучшающие показатели двигателей [1, 2, 9, 10];
2. конструктивные изменения двигателя либо системы питания топливом [3, 6, 8];
3. глубокая переработка растительного масла [4, 5, 7]

Сравнительное исследование добавления присадки диацетат этиленгликоля (EGDA) в объеме 1 – 3% в дизельное и биодизельное топливо (B5 и B20) [1] показало, что отсутствует закономерность или зависимость добавления EGDA на энергетические показатели дизеля. Кроме того, внедрение данной присадки потенциально снижает показатели эффективности дизеля.

Экспериментальные исследования применения сафлорового масла, смешанного со спиртами в количестве 20% пропанолом (PR20), пентанолом (PE20), бутинолом (BU20) и октанолом (OC20) в генераторных дизелях показало [2], что применение спиртов благоприятно сказывается на экологических показателях дизеля: имеется уменьшение выбросов CO до 14% (на смеси OC20); снижение CH до 12% (на смеси OC20); выбросы NO<sub>x</sub> снизились на 56% (на смеси PR20). В тоже время происходило увеличение массового расхода топлива, пропорциональное снижению теплотворной способности смесей.

Применение термозащитных (термобарьерных) покрытий камеры сгорания в дизельном двигателе [3] при использовании непищевого масла семян анноны с последующей переэтерификацией и добавлением антиоксидантов в полученное биотопливо показало, что происходит снижение тормозной мощности дизеля до 31,67% на смеси A100, но при условии использования термобарьера камеры сгорания и антиоксидантной присадки тормозная эффективность снижается до 30,08% (смесь A100+PG+CE), в тоже время применение только термобарьера камеры сгорания снижает тормозную мощность до 29,34%. При этом удельный расход топлива имеет минимальное значение на смеси A100+PG+CE (294 г/кВтч), что на 5,0% выше, чем на чистом дизельном топливе. Самое наивысшее значение удельного расхода топлива получена на смеси A100 (357 г/кВтч). Снижение выбросов CO при использовании смеси A100+PG+CE составило 1,96% по отношению к дизельному топливу (3,38%). Выбросы CH снизились на 76% на смеси A100+PG+CE по сравнению с чистым дизельным топливом. Выбросы NO<sub>x</sub> на смеси A100+PG+CE выросли на 18,5% чем на дизельном топливе. Таким образом применение термобарьирования камеры сгорания в дизеле значительно снижает количество выбросов CO и CH.

Оценкой применения биотоплива на основе касторового масла с последующей переэтерификацией смешанного с дизельным топливом и

этанолом в различных пропорциях, применяемого в сельскохозяйственном тракторе [4] показала, что смеси, состоящая из 10% касторового масла и 4% этанола (B10E4) имеет наилучшие экологические результаты по сравнению с нефтяным дизельным топливом.

Биотопливо на основе сафлорового масла имеет аналогичные улучшения экологических показателей дизельного двигателя [5]. В качестве биотоплива применялось сафлоровое масло с переэтерификацией, смешанное с дизельным топливом в пропорциях B20, B30, B40 (соответственно 20%, 30% и 40% сафлорового масла), а также чистое масло B100. При этом самый наименьший КПД двигателя был достигнут на смеси B40 (31,66%) при этом на дизельном топливе КПД составлял 34,63%. Причиной этого является пониженная теплотворная способность биотоплива. Самые низкие выбросы CO были для смеси B20 (до 100%), при этом выбросы CH снизились на 44%. Увеличились выбросы NO<sub>x</sub> на всех смесях биотоплива на 55%.

Проблемой исследования выбросов NO<sub>x</sub> дизельного двигателя при использовании биотоплива на основе кокосового масла, смешанного с дизельным топливом в объеме 10% и 20% (смеси B10 и B20 соответственно), показали [6], что выбросы NO<sub>x</sub> ожидаемо возрастают при увеличении доли растительного топлива в смеси. Вне зависимости от температуры двигателя использование биотоплива увеличивает выбросы NO<sub>x</sub>. В системах питания топливом, имеющих программируемый алгоритм впрыска, снижать выбросы NO<sub>x</sub> возможно путем изменения картографии подачи топлива в камеру сгорания. Время прогрева двигателя и температура начального запуска оказывают ключевое влияние на выбросы NO<sub>x</sub>, при этом требует максимально быстро увеличить рабочую температуру дизеля. Таким образом выбросы NO<sub>x</sub> формируются исключительно химическим составом топлива, и мало формируются способом подачи топлива в камеру сгорания.

Комплексный анализ показателей дизельного двигателя на различные видах биотоплива, включая топливо из микроводорослевого масла (MO10 - топливо, состоящее из 10% микроводорослевого масла), отражен в работе [7]. Отличительной особенностью работы является оценка показателей дизеля при использовании биотоплива на основе животного жира (AO10% - смеси дизельного топлива с 10% животного жира, произведенного из костного мозга говядины). Кроме того, использовано биотопливо VO10, включающее 10% растительного сафлорового масла. По итогу исследований установлено, что удельный расход топлива на биотопливах существенно возрос до 20% вне зависимости от применяемого биотоплива. По мнению автора причина такого ухудшения показателей топливной экономичности - сниженная теплотворная способность биотоплива. Выбросы CO и CH также снизились на биотопливе до 15%. Эмиссия выбросов NO<sub>x</sub> возросла до 7% на биотопливе. Таким образом использованные примеры биотоплива показали практически одинаковые результаты.

Исследования показателей дизеля на чистом биотопливе (масло дхупа, смесь B100) и ее смесях с нефтяным топливом (смеси B50, B30) при температурах смеси на выходе от 35°C до 95°C показали [8], что

предварительный подогрев биотоплива положительно сказывается на показателях двигателя: эффективность работы при нагреве биотоплива до 95°C повышается до 4% по отношению к 35°C. Но удельный расход топлива, вне зависимости от температуры и состава биотоплива, снижается от 21,88% до 26,73%. Минимальные выбросы CO достигаются при температуре 95°C для смеси В100 по отношению к чистому нефтяному топливу) снижение выбросов достигает 28,08%). Выброс СН аналогичен по закономерности протекания и достигает минимума на смеси В100 при температуре 95°C. В целом подогрев любого топлива снижает выбросы СН, что связано с лучшей испаряемостью и сгоранием топлива. Выбросы NO<sub>x</sub> возрастают с ростом доли растительного масла в топливе: ожидаемо, что максимальные выбросы достигли на смеси В100. В работе исследования проводились при загрузке испытуемого двигателя на 75%, что по мнению автора является наиболее оптимальными условиями для исследования биотоплива.

Биотопливо из отходов животного происхождения [9], с концентрацией 0, 10, 20, 30 и 50% используемое как моторное топливо, показало что теплотворная способность такого топлива на 16% ниже чем у нефтяного, что вызвало снижение удельного расхода топлива на аналогичную величину. При этом чем ниже доля нефтяного топлива в смеси, тем существеннее увеличивается удельный расход топлива. Выбросы CO снижаются до 40% и СН снижается на 20%. Автором доказано, что оптимальный процент масла животного происхождения в биотопливе должен составлять 22%.

Экспериментальные исследования растительного масла жожоба, смешанного с дизельным топливом в объеме 10, 20, 30, 40 и 50%, а также влияние давления впрыскивания топлива и угла опережения впрыска на показатели дизельного двигателя [10] показали, что чем меньше доля масла жожоба в смеси и выше давления начала впрыска, тем выше КПД дизеля. Увеличение доли масла смеси приводит к снижению выбросов CO и увеличению выбросов NO<sub>x</sub>.

На основании проведенного обзора можно сделать общие выводы об эффективности применения альтернативных топлив в дизельных двигателях:

1. внедрение присадок в альтернативное топливо позволяет улучшить показатели двигателя;
2. существенно улучшаются экологические показатели на альтернативном топливе, вне зависимости от способов его происхождения;
3. снижение энергетических и удельных топливных показателей двигателя при использовании биотоплива неизбежно.

#### Литература:

1. Sama Amid, Mortaza Aghbashlo, Wanxi Peng, Ali Hajiahmad, Bahman Najafi, Hassan S. Ghaziaskar, Hajar Rastegari, Pouya Mohammadi, Homa Hosseinzadeh-Bandbafha, Su Shiung Lame, Meisam Tabatabaei Exergetic performance evaluation of a diesel engine powered by diesel / biodiesel mixtures containing oxygenated additive ethylene glycol diacetate. Science of the Total Environment 792 (2021) 148435. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148435>.

2. Mehmet Zerrakki IS,IK Comparative experimental investigation on the effects of heavy alcohols-safflower biodiesel blends on combustion, performance and emissions in a power generator diesel engine. *Applied Thermal Engineering* 184 (2021) 116142. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.116142>.
3. Karthickeyan Viswanathan, Wei Wu, Muhammad Ikhsan Taipabu, Walairat Chandra-Ambhorn Effects of antioxidant and ceramic coating on performance enhancement and emission reduction of a diesel engine fueled by Annona oil biodiesel. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* 125 (2021) 243\_256. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2021.06.041>.
4. Homa Hosseinzadeh-Bandbafha, Shahin Rafiee, Pouya Mohammadi, Barat Ghobadian, Su Shiung Lam, Meisam Tabatabaei, Mortaza Aghbashlo Exergetic, economic, and environmental life cycle assessment analyses of a heavy-duty tractor diesel engine fueled with diesel–biodiesel-bioethanol blends. *Energy Conversion and Management* 241 (2021) 114300. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114300>.
5. M.A. Asokan, S. Senthur Prabu, S. Prathiba, Shrey Mishra, Harsh Mittal, Vishisht Verma Emission and performance behavior of safflower oil biodiesel/diesel blends in DI diesel engine. *Materials Today: Proceedings* 46 (2021) 8266–8270. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.248>.
6. Ali Zare, Svetlana Stevanovic, Mohammad Jafari, Puneet Verma, Meisam Babaie, Liping Yang, M.M. Rahman, Zoran D. Ristovski, Richard J. Brown, Timothy A. Bodisco Analysis of cold-start NO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emissions, and the NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> ratio in a diesel engine powered with different diesel-biodiesel blends. *Environmental Pollution* 290 (2021) 118052. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118052>.
7. Selman Aydın Comprehensive analysis of combustion, performance and emissions of power generator diesel engine fueled with different source of biodiesel blends. *Energy* 205 (2020) 118074. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118074>.
8. Shankar Vitthal Kodate, Pragada Satyanarayana Raju, Ajay Kumar Yadav, G.N. Kumar Investigation of preheated Dhupa seed oil biodiesel as an alternative fuel on the performance, emission and combustion in a CI engine. *Energy* 231 (2021) 120874. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120874>.
9. Suleyman Simsek, Samet Uslu, Hatice Simsek Proportional impact prediction model of animal waste fat-derived biodiesel by ANN and RSM technique for diesel engine. *Energy* 239 (2022) 122389. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122389>.
10. Milos Milovancevic, Yousef Zandi, Abouzar Rahimi, Nebojsa Denic, Vuk Vujovic , Dragan Zlatkovic, Ivana D. Ilic, Jelena Stojanovic, Snezana Gavrilovic, Mohamed Amine Khadimallah, Vladan Ivanovic Engine performance fueled with jojoba biodiesel and enzymatic saccharification on the yield of glucose of microbial lipids biodiesel. *Energy* 239 (2022) 122390. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122390>.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОТОПЛИВА**

Санников Дмитрий Александрович, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
sannikovdiesel@mail.ru

*В статье рассматривается техническое решение, направленное на обеспечение работоспособности системы питания, при использовании альтернативного моторного топлива.*

*Ключевые слова: топливо, прокачивание, нагрев, бак, топливопроводы, температура.*

### ***ENSURING THE POWER SYSTEM OPERATING WHEN USING BIOFUEL***

Sannikov Dmitry Alexandrovich, Scientific adviser: Ph.D. tech. Sciences,  
Associate Professor Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article discusses a technical solution aimed at ensuring the operability of the power supply system using alternative motor fuel.*

*Key words: fuel, pumping, heating, tank, fuel lines, temperature.*

Во настоящее время актуальной задачей является адаптация дизельных ДВС, а именно их систем топливоподачи, для эффективной их работы на топливах биологического происхождения, изготовленных из растительных масел. Актуальность данных исследований вызвана отличием физических свойств биологического топлива от традиционного дизельного, поскольку применение биологического топлива без адаптации системы питания приводит к существенным ухудшения работы дизеля, вплоть до невозможности осуществления рабочего цикла.

Можно выделить основную причину, из-за которой требуется проводить адаптацию систем питания топливом — это высокая вязкость и плотность биотоплива [1]. Повышенная вязкость и плотность биотоплива влияет на:

1. ухудшает его прокачивание по трубопроводам, вплоть до невозможности полной прокачки;
2. ухудшение фильтрации в фильтрующих элементах, вплоть до забивания фильтрующего элемента;
3. существенно ухудшается наполнение надплунженого пространства насосной секции, что приводит к понижению цикловой подачи топлива;
4. ухудшается качество распыления топлива форсункой.

Главной проблемой является то, что вышеуказанные последствия проявляются, как правило, на режимах средних и полных нагрузок дизеля, когда требуется максимальная прокачка биотоплива. Но на режимах холостого хода такие негативны явления, как правило, отсутствуют. Таким образом, решение проблемы прокачивания более вязкого и плотного биотоплива

позволит существенно повысить эффективность работы системы питания топливом.

Рассмотрим наиболее распространенные способы адаптации системы питания для использования биотоплива [2, 3]:

1. Смешивание биотоплива с традиционным дизельным топливом.
2. Предварительное нагревание прокачиваемого биотоплива.
3. Увеличение площади фильтрации топлива;
4. Увеличение цикловой подачи топлива.

Первый способ применяется для обеспечения оптимальных пусковых и мощностных свойств биотоплива, а также позволяет частично решить проблему прокачивания биотоплива. Второй способ наиболее перспективен, поскольку позволяет гарантировано решить проблему прокачивания. Увеличение площади фильтрации топлива за счет внедрения значительно большего количества фильтрующих элементов не оказывает влияние на качество очистки. Увеличение цикловой подачи топлива будет эффективно лишь при максимально возможном наполнении надплужерного пространства.

Следовательно, первоначально задачей адаптацией системы питания является необходимость обеспечения гарантированного прокачивания биотоплива по трубопроводам. Для решения указанных проблем предлагается способ адаптации системы питания с целью эффективного использования биотоплива (рис. 1).

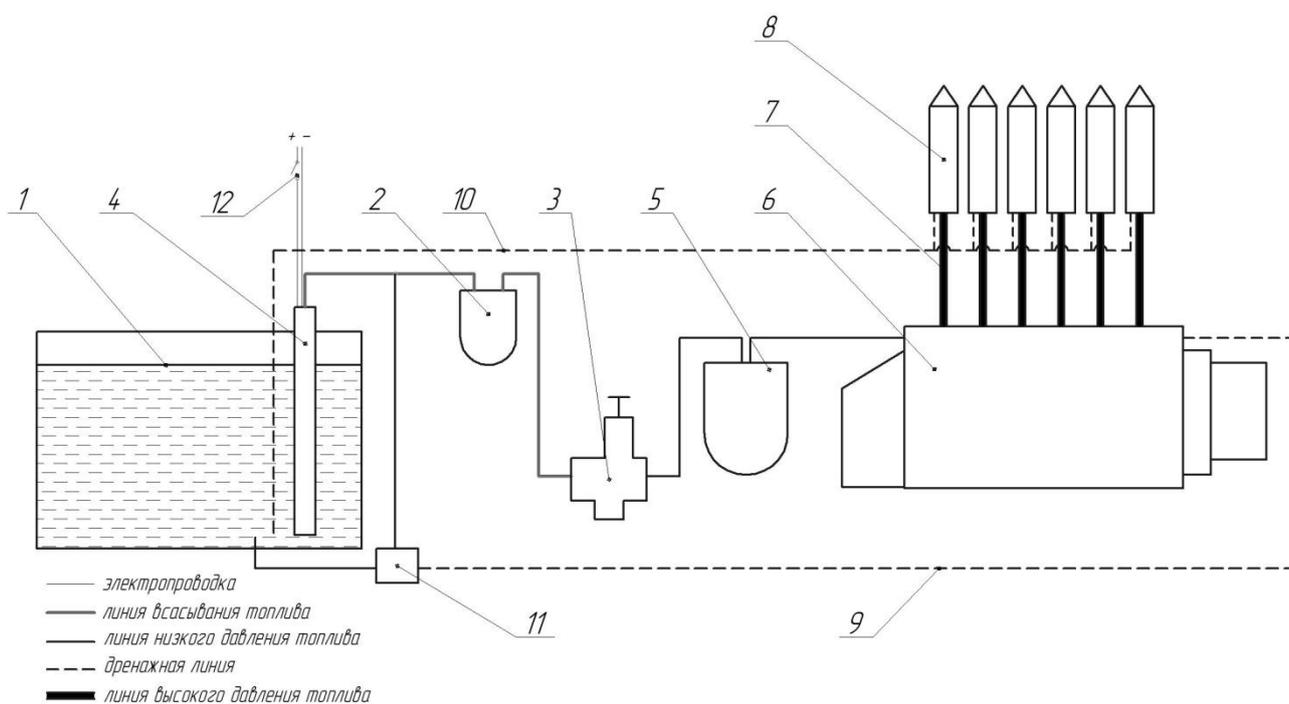


Рисунок 1 - Разработанная система питания для эффективного использования биотоплива.

Адаптированная система питания (рис. 1) содержит топливный бак 1, фильтр грубой очистки топлива 2, топливный насос низкого давления 3, фильтр тонкой очистки топлива 5, электрический нагревательный элемент 4, подключенный к системе электрооборудованию через выключатель 12,

топливный насос высокого давления 6, форсунки 8, топливопроводы высокого давления 7, дренажный топливопровод топливного насоса высокого давления 9, дренажный топливопровод 10 форсунок 8. Электрический нагревательный элемент расположен в топливном баке таким образом, чтобы все топливо, входящее в него под действием всасывающей силы насоса низкого давления, проходило через него и нагревалось за счет контакта нагретой поверхности тепловыделяющего элемента с проходящим топливом. Топливный насос высокого давления через дренажный теплопровод посредством термостата 11 соединяется или с топливным баком, или с линией всасывания топлива до фильтра грубой очистки топлива. Термостат должен обеспечивать подачу недостаточно нагретого топлива не выше 50 град. Цельсия из топливного насоса высокого давления в линию всасывания до фильтра грубой очистки топлива, а при температуре свыше 50 градусов Цельсия подачу излишне нагретого топлива в топливный бак. Дренажная линия форсунок соединяется с топливным баком, обеспечивая локальный нагрев топлива постоянно при работе двигателя.

Перед запуском двигателя внутреннего сгорания на непродолжительное время включателем подается напряжение на электрический нагревательный элемент с целью нагревания топлива, расположенного в зоне забора в топливном баке. После чего осуществляется запуск двигателя внутреннего сгорания автотракторного средства, при этом электрический нагревательный элемент продолжает работать, т. е. нагревать проходящее через него топливо, тем самым вязкость топлива снижается. Залитое в топливный бак топливо забирается топливным насосом низкого давления и, проходя через работающий электрический нагревательный элемент, поступает в фильтр грубой очистки топлива, где предварительно нагретое топливо проходит очистку. Далее очищенное топливо поступает в насос низкого давления, после чего под давлением закачивается в фильтр тонкой очистки топлива, далее топливным насосом высокого давления распределяется в соответствии с порядком работы цилиндров посредством топливопроводов высокого давления и форсунок. Таким образом, предварительно нагретое топливо в топливном баке с помощью электрического нагревательного элемента было прокачано по системе питания.

Дренажная линия, отводя излишнее количество нагретого топлива из насоса высокого давления, подает его в термостат, который при температуре топлива в него поступающего не выше 50 град. Цельсия направляет его в линию всасывания до фильтра грубой очистки топлива. Наиболее нагретое топливо из топливного насоса высокого давления позволяет максимально повысить температуру вновь закачиваемого топлива из топливного бака, тем самым обеспечивая прокачиваемость топлива по системе питания. В случае если температура поступающего топлива в термостат 11 свыше 50 градусов Цельсия подача излишне нагретого топлива осуществляется в топливный бак, тем самым позволяя рассеять

избыточное количество теплоты в холодном топливе, находящимся топливном баке.

Адаптированная система питания топливом позволяет обеспечить оптимальные вязкостных свойств топлива, имеет минимальное изменение штатной конструкции системы питания.

#### Литература:

1. Санников Д.А., Доржеев А.А., Селиванов Н.И. Применение рапсового масла в универсально-пропашных тракторах / Д.А Санников, А.А. Доржеев, Н.И. Селиванов //Современные тенденции развития АПК в России. V Международная научно-практическая конференция молодых ученых Сибирского федерального округа "Современные тенденции развития АПК в России". 2007. С. 104-106.

2. Пат. RU 2695549 С1 Российская Федерация, МПК F02M 43/00, F02D 19/06 Многотопливная система питания автотракторного дизеля [Текст] / Плотников С.А., Смольников С.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Вятский государственный университет. - № 2018125177; заявл. 09.07.2018; опубл. 24.07.2019.

3. Пат. RU 2645832 С1 Российская Федерация, МПК F02M 43/00, F02D 19/06, F02M 27/08 Двухтопливная система питания дизеля автотракторного средства [Текст] / Уханова Д.А., Уханова Ю.В., Уханов А.П.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Пензенский государственный аграрный университет. - № 2017111406; заявл. 04.04.2017; опубл. 28.02.2018.

УДК 631.372

### **СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ НАГНЕТАЕМОГО ВОЗДУХА ДЛЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВС**

Санников Дмитрий Александрович, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия  
sannikovdiesel@mail.ru

*В статье рассмотрена перспективная конструкция системы жидкостного охлаждения надувочного воздуха, предназначенная для реализации в автотракторных двигателях.*

*Ключевые слова: нагнетание, давление, температура, воздух, охлаждение, жидкость, теплоотвод, эффективность.*

### **INJECTION AIR PREPARATION SYSTEM FOR AUTOTRACTOR DIESEL**

Sannikov Dmitry Alexandrovich, Scientific adviser: Ph.D. tech. Sciences,  
Associate Professor Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article considers a promising design of the charge air liquid cooling system intended for implementation in automotive and tractor engines.*

*Key words: injection, pressure, temperature, air, cooling, liquid, heat sink, efficiency.*

Как правило, современный автотракторных дизельный двигатель оснащается системой нагнетания воздуха, что существенно улучшает их технико-экономические показатели. При использовании нагнетателей с давлением надува свыше 0,15 МПа требуется использовать промежуточные охладителем надувочного воздуха. [1, 5] Для эти целей применяются массово воздушно-воздушные охладители, которые при низкой стоимости изготовления и эксплуатации имеют умеренную эффективность: понижение температуры нагнетаемого воздуха в них не превышает 40 градусов (рис. 1а). [2]

Для понижения температуры нагнетаемого воздуха до более низких температур возможно использовать жидкостные охладители (рис. 1б).

В качестве устройств, нагнетающих воздух, используют различные виды нагнетателей, наибольшее распространение получили центробежные нагнетатели с газовым приводом, которых приводит к значительному увеличению температуры надувочного воздуха (свыше 380 К). [4]

В качестве охладителей нагнетаемого воздуха применяются воздушные или жидкостные охладители. При этом высокую эффективностью работы имеют жидкостные охладители, которые имеют техническую возможность, как охлаждать надувочный воздух, так и подогревать его. Следовательно, использование охладителя нагнетаемого воздуха является предпочтительным для обеспечения оптимальной температуры нагнетаемого воздуха в ДВС. [2, 3]

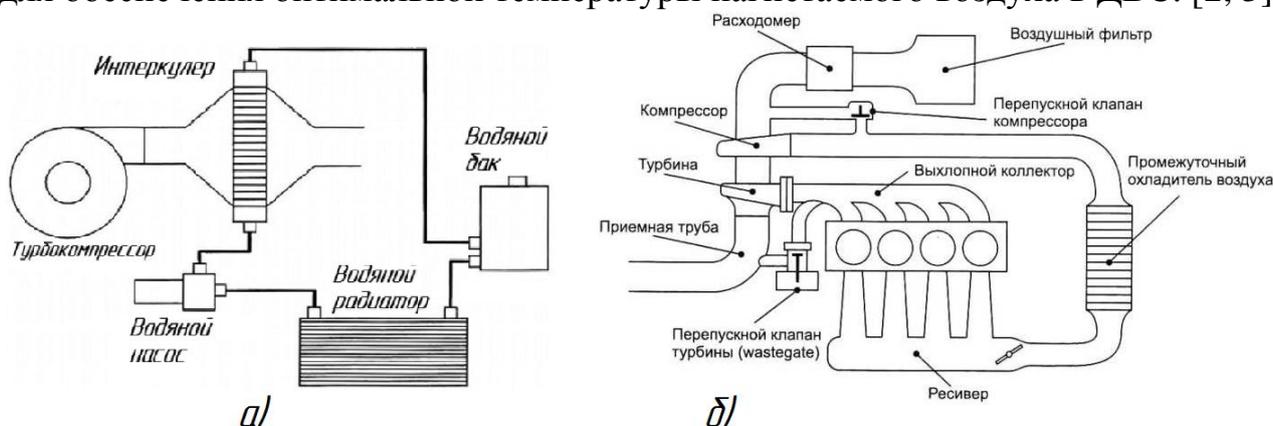


Рисунок 1 - Сравнение систем охлаждения нагнетаемого воздуха

Задачей разработки системы жидкостного охлаждения нагнетаемого воздуха является поддержание оптимальной температуры нагнетаемого воздуха вне зависимости от его давления нагнетания и температуры. [1] Предлагаемая система жидкостного охлаждения надувочного воздуха показана на рис. 2.

Достижение технической задачи возможно (рис. 2) установкой трехходовых клапанов (поз. 5), соединяющих контур охлаждения нагнетаемого воздуха (контур А) с контуром системы охлаждения ДВС (контур Б) посредством перепускной линии (по. 9), насоса охладителя нагнетаемого воздуха (поз. 6), радиатора охладителя нагнетаемого воздуха (поз. 4),

расширительного бачка (поз. 17) контура охлаждения нагнетаемого воздуха, электронного блока управления (поз. 15) и датчиков давления (поз. 10 и 12) и температуры (поз. 11 и 13) нагнетаемого воздуха, смонтированных на трубопроводе и впускном коллекторе ДВС.

Алгоритм работы следующий: блок управления, оказывая управляющее воздействие на трехходовые клапана, позволяет им направлять охлаждающую жидкость, в зависимости от температуры нагнетаемого воздуха, либо в контур А охлаждения нагнетаемого воздуха, тем самым снижая температуру нагнетаемого воздуха, либо в контур Б системы охлаждения ДВС, тем самым увеличивая температуру нагнетаемого воздуха, при этом управление потоком охлаждающей жидкости, как для охлаждения, так и для нагревания нагнетаемого воздуха, осуществляется на основании показаний датчиков температуры и давления.

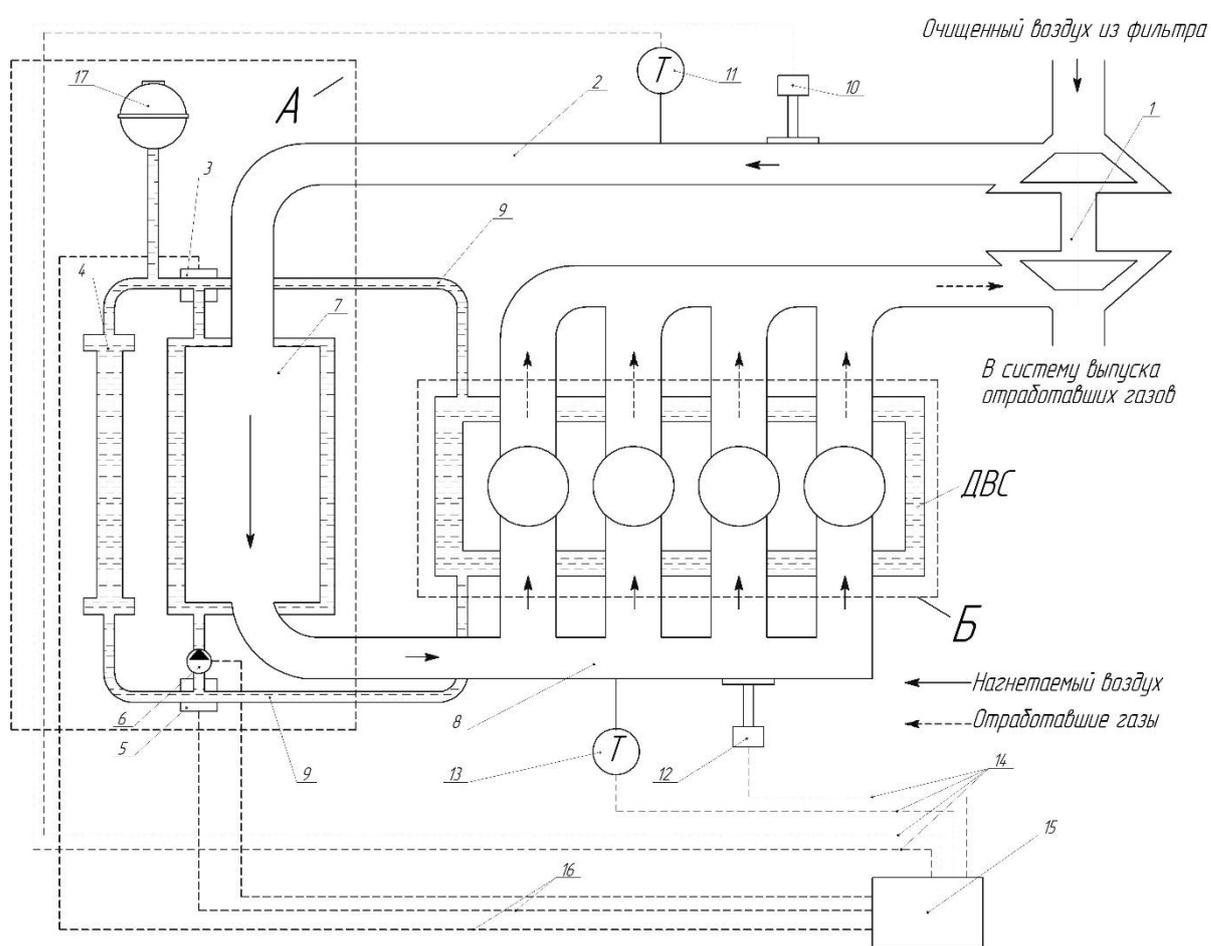


Рисунок 2 - Предлагаемая система жидкостного охлаждения нагнетаемого воздуха в ДВС.

Указанный алгоритм работы предлагаемой системы позволяет получить наибольшую эффективность во всех нагрузочных и скоростных режимах работы автотракторного ДВС. Практическим аспектом внедрения данной системы является потенциальная возможность увеличения мощности ДВС за счет увеличения плотности воздушного заряда, что позволит реализовать увеличенную подачу топлива [1, 5]. Таким образом внедрение разработанной

системы позволить форсировать ДВС.

Проведя анализ предлагаемой системы жидкостного охлаждения нагнетаемого воздуха можно делать следующие выводы:

1. Для обеспечения эффективного охлаждения нагнетаемого воздуха в автотракторных ДВС следует применять жидкостные охладители, которые могут в себе сочетать функции как охлаждения, так и подогрева поступающего воздуха.
2. Разработанная система может быть реализована на любом виде транспортного средства, применяемого в АПК.

#### Литература:

1. Лиханов В.А., Девятьяров Р.Р. Расчет автомобильных двигателей: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – Киров: Вятская ГСХА, 2008. – 176 с.
2. Пат RU 151615 С1 Российская Федерация, МПК F02D 23/00, F02N 19/04 Автоматическая система регулирования температуры наддувочного воздуха [Текст] / Башегуров С.В.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "КАМАЗ". - № 2014116129; заявл. 22.04.2014; опубл. 10.04.2015.
3. Пат. RU 2726865 С1 Российская Федерация, МПК F02B 29/04, F02B 33/44, F02M 31/20, F02D 23/00 Система регулирования температуры нагнетаемого воздуха ДВС [Текст] / Санников Д.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет. - № 2019136263; заявл. 11.11.2019; опубл. 16.07.2020.
4. Санников, Д.А. Курсовое проектирование по дисциплине "Тракторы и автомобили": учеб.-метод. пособие [Текст] / Д.А Санников; Краснояр. гос. аграр. ун-т, - Красноярск, 2018. -196 с.
5. Шароглазов Б. А., Фарафонов М. Ф., Клементьев В. В. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов: Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания». - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004. - 344 с.

УДК 31.3+629.114.2

### **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ**

Селиванов Николай Иванович, д-р техн. наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия  
zaprudskii@list.ru

Грищенко Светлана Владимировна, аспирант, 2 курс  
Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия  
shevcova.svetlan@mail.ru

*Обоснованы показатели топливно-энергетической оценки тракторов в полном жизненном цикле. Определена эффективность сдваивания колес трактора 4к4б и использования топливной смеси рапсового масла и дизельного*

топлива  $CT=(0,5PM+0,5DT)$ .

*Ключевые слова:* Топливные затраты, относительное снижение, жизненный цикл, энергетический эквивалент.

## ENERGY EFFICIENCY OF THE USE OF WHEELED TRACTORS

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

Grishchenko Svetlana Vladimirovna, graduate student, 2nd year  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
shevcova.svetlan@mail.ru

*The indicators of fuel and energy assessment of tractors in the full life cycle are substantiated. The efficiency of doubling the wheels of a 4k4b tractor and using a fuel mixture of rapeseed oil and diesel fuel  $ST = (0.5 RM + 0.5 DT)$  was determined.*

*Keywords:* Fuel costs, relative reduction, life cycle, energy equivalen

Ресурсосберегающие операционные технологии в отрасли растениеводства требуют высокой эффективности использования машинно-тракторных агрегатов (МТА) за счет адаптации их состава, режимов работы и параметров трактора к природно-производственным условиям для снижения энергозатрат и улучшения технико-экономических показателей. В качестве основного направления повышения эффективности использования тракторов рекомендовано [1] рассматривать энергетическую эффективность и экологическую безопасность в полном жизненном цикле с оценкой уровня снижения топливно-энергетических затрат в спектре годовой занятости и повышения производительности.

Цель работы – обоснование и оценка показателей энергоэффективности колесных 4к4 тракторов в полном жизненном цикле на основной обработке почвы.

Задачи исследования для достижения поставленной цели:

- 1) обосновать показатели топливно-энергетических затрат при использовании тракторов в полном жизненном цикле;
- 2) определить энергетическую эффективность сдваивания колес и использования смесового топлива.

При оценке энергетической эффективности сдваивания колес и применения смесового топлива в качестве основного показателя использовано [2;3] относительное снижение полных удельных топливно-энергетических затрат,  $\Delta \mathcal{E}_n^0$ , отнесенных к единицы реализуемой эксплуатационной мощности  $N_{ep} = \xi_N * N_{e3} = 1,0$  кВт на основной обработке почвы при одинаковой массе рабочих машин.

Полные удельные топливно-энергетические затраты на отвальную вспашку  $\mathcal{E}_n$ , как наиболее энергоемкую операцию, без учета затрат живого труда и на эксплуатацию рабочей машины составляют:

$$\mathcal{E}_{\Pi} = \frac{\mathcal{E}_{\text{тр}} + \mathcal{E}_{\text{т}}}{\Pi}, \text{ МДж/га} \quad (1)$$

Относительное снижение полных удельных энергозатрат при замене базового варианта ( $\mathcal{E}_{\text{пб}}$ ) новым ( $\mathcal{E}_{\text{пн}}$ ):

$$\Delta \bar{\mathcal{E}}_{\Pi}^0 = \frac{\mathcal{E}_{\text{пб}} - \mathcal{E}_{\text{пн}}}{\mathcal{E}_{\text{пб}}^0} \quad (2)$$

Энергозатраты, отнесенные к 1 часу работы трактора  $\mathcal{E}_{\text{тр}}$  и топлива  $\mathcal{E}_{\text{т}}$  (МДж/ч) при  $N_{\text{ер}}=1,0$  кВт выразим как

$$\begin{cases} \mathcal{E}_{\text{тр}} = k_1 * m_{\text{уд}} * \alpha_{\text{тр}} * (a_{\text{тр}} + R_{\text{тр}})/100 * T_{\text{гтр}}; \\ \mathcal{E}_{\text{т}} = g_3 * (\alpha_{\text{т}} + \alpha_{\text{м}} + Q_{\text{нт}})^{10^{-3}}, \end{cases} \quad (3)$$

где  $k_1 = m_{\text{к}}/m_3 = 0,93$  – отношение конструктивной массы  $m_{\text{к}}$  трактора к эксплуатационной  $m_3 = m_{\text{уд}} * \xi_N * N_{\text{ез}}$ , кг; обозначения и численные значения прочих параметров (показателей) приведены в табл. 1.

Техническая производительность агрегата  $\Pi$  (га/ч.) определяется соотношением тягового КПД трактора  $\bar{\eta}_{\text{т}}^*$  и удельного тягового сопротивления скоростного плуга ПСКУ  $k_a = k_0 * \mu_{\text{кн}}$  при номинальной скорости  $V_{\text{н}} = 2,50$  м/с и коэффициент использования времени смены,  $\bar{\tau}^*$ .

$$\Pi = \frac{0,36 * \xi_{\text{м}} * N_{\text{ез}} * \tau * \bar{\eta}_{\text{т}}^*}{k_0 * \mu_{\text{кн}}} \quad (4)$$

Суммарные энергетические затраты от расхода топлива (3) включают энергетические эквиваленты топлива  $\alpha_{\text{т}}$  и моторного масла  $\alpha_{\text{м}}$  -  $0,04 * 36,3 = 1,452$  МДж/кг [2] (косвенные), а также теплосодержание топлива  $Q_{\text{нт}}$  (прямые).

$$l_{\text{т}} = \alpha_{\text{т}} + \alpha_{\text{м}} + Q_{\text{нт}} \quad (5)$$

В соответствии с (2) в результате преобразований получим:

$$\Delta \bar{\mathcal{E}}_{\Pi}^0 = \frac{\mathcal{E}_{\text{тр.б}} * \left[ 1 - \frac{\lambda_{m_{\text{уд}}}}{\lambda_{\eta_{\text{т}}} * \lambda_{\tau}} \right] + \mathcal{E}_{\text{тб}} \left[ 1 - \frac{\lambda_{g_e * l_{\text{т}}}}{\lambda_{\eta_{\text{т}}} * \lambda_{\tau}} \right]}{\mathcal{E}_{\text{тр.б}} + \mathcal{E}_{\text{тб}}}, \quad (6)$$

где  $\lambda_{m_{\text{уд}}} = m_{\text{удн}}/m_{\text{уб}}$ ;  $\lambda_{\eta_{\text{т}}} = \eta_{\text{тн}}/\eta_{\text{тб}}$ ;  $\lambda_{l_{\text{т}}} = l_{\text{тн}}/l_{\text{тб}}$ ;  $\lambda_{\tau} = \tau_{\text{н}}/\tau_{\text{б}}$ .

Таким образом, уровень энергетической эффективности при изменении параметров определяется величиной энергозатрат трактора  $\mathcal{E}_{\text{тр.б}}$  и топлива  $\mathcal{E}_{\text{тб}}$  по базовому варианту и соотношении указанных коэффициентов, определяющих характеристики новых вариантов.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета энергоэффективности колесных 4к4б тракторов

Показатель	Обозначение	Размерность	1к/ДТ базовый	2к/ДТ новый	1к/СТ (0,5PM +0,5ДТ)
Удельная масса трактора	$m_{\text{уд}}$	кг/кВт	67,3	72,4	67,3
Энергетический эквивалент трактора	$\alpha_{\text{тр}}$	МДж/кг	120	120	120
Энергетический эквивалент топлива/моторного масла	$\alpha_{\text{т}}/\alpha_{\text{см}}$	МДж/кг	10/1,45	10/1,45	(7,5-10)/1,45

Годовые амортизационные отчисления на реновацию и ремонт	$a_{тр}+R_{гр}$	%	10+14,9	10+14,9	10+14,9
Теплосодержание топлива	$Q_H$	МДж/кг	42,7	42,7	40,0
Удельный расход топлива при эксплуатационной мощности	$\bar{g}_э$	г/кВт*ч	230	230	237
Тяговый КПД трактора	$\bar{\eta}_T$	-	0,660	0,710	0,660
Годовая нормативная нагрузка	$T_{гтр}$	ч.	850	850	850
Удельное тяговое сопротивление скоростного плуга ПСКУ при $V_H=2,50$ м/с	$\bar{k}_0 * \mu_k$	кН/м	11,45*1,155=13,255		
Коэффициент использования времени смены	$\bar{\tau}$	-	0,710	0,708	0,710

Таблица 2 – Удельные топливно-энергетические затраты при использовании тракторов 4к4б на основной обработке почвы ( $\xi_{N^*} \cdot N_{eэ} = 1,0$  кВт)

Показатель	Обозначение	Размерность	1к/ДТ базовый	2к/ДТ новый	1к/СТ (0,5PM +0,5ДТ)
Энергозатраты трактора	$\mathcal{E}_{тр}$	МДж/ч	2,197	2,367	2,215
Энергозатраты топлива	$\mathcal{E}_T$	МДж/ч	12,455	12,455	11,478; 12,200
Полные энергозатраты	$\mathcal{E}_H$	МДж/ч	14,625	14,822	13,693; 14,415
Техническая производительность	$P^*$	га/ч	0,0128	0,0138	0,0128
Удельные энергозатраты трактора	$\mathcal{E}_{тр.у}$	МДж/га	171,64	171,52	173,05
Удельные энергозатраты топлива	$\mathcal{E}_{T.у}$	МДж/га	973,05	902,53	896,72/ 953,13
Полные удельные энергозатраты	$\mathcal{E}_{пу}$	МДж/га	1144,69	1074,05	1069,7 7/ 1126,1 8
Экономия полных удельных энергозатрат	$\Delta \bar{\mathcal{E}}_H^0$	%	0	6,2	6,5/ 1,6

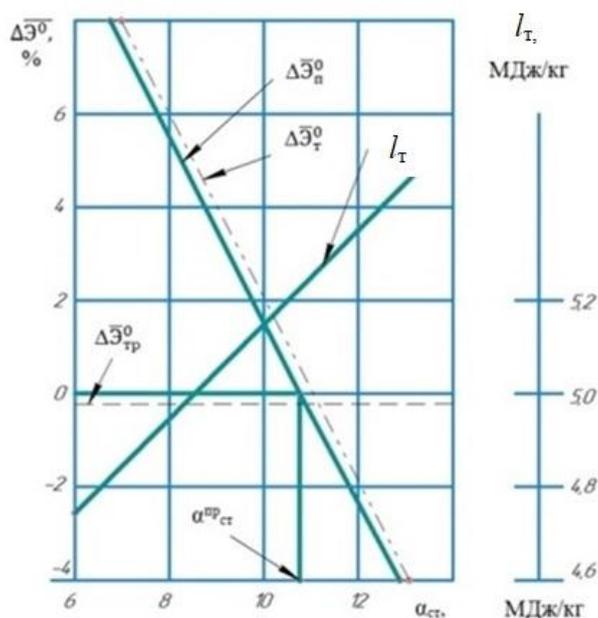


Рисунок – Влияние энергетического эквивалента смешанного топлива на энергоэффективность трактора

Соотношение удельных топливно-энергетических затрат базового (1к/ДТ) и новых вариантов трактора 4к4б при сдваивании колес (2к/ДТ) и применении смешанного топлива СТ=(0,5РМ+0,5ДТ) на основе рапсового масла (1к/СТ) показало (табл. 2) основные источники и условия их экономии.

Общее относительное снижение удельных энергозатрат при сдваивании колес составляет 6,2% и достигнуто за счет повышения тягового КПД и соответственно производительности агрегата, которое компенсирует также повышение энергозатрат трактора  $\bar{\Delta\bar{\epsilon}}_{тр}$  на 7,7%, обусловленные увеличением удельной массы.

Эффективность использования смешанного топлива зависит, в первую очередь от удельного расхода  $g_3$  и энергетического эквивалента  $\alpha_{ст}$ . При  $\alpha_{ст}=7,5$  МДж/кг снижение удельных энергозатрат достигает 6,5%, и уменьшается до 1,6%, в случае  $\alpha_{ст} = \alpha_{дт}=10,0$  МДж/кг (рис.). Допустимое максимальное значение  $\alpha_{стmax} = 10,8$  МДж/кг при  $\Delta\bar{\epsilon}_n^0 \approx 0$ .

#### Выводы

1. Главным оценочным показателем энергоэффективности сельскохозяйственных тракторов в полном жизненном цикле является относительное снижение полных удельных топливно-энергетических затрат на операциях обработки почвы с учетом годовой занятости.

2. По результатам оценки по упрощенной методике установлено, что сдваивание колес тракторов 4к4б обеспечивает, за счет повышения тягового КПД, снижение до 6,2% удельных топливных затрат на всех операциях почвообработки.

3. Эффективность использования смешанного топлива СТ=(0,5РМ<sub>н</sub>+0,5ДТ) зависит от удельного расхода и энергетического эквивалента. Максимальное, по уровню удельных затрат, значение энергетического эквивалента не должно превышать  $\alpha_{стmax} = 10,8$  МДж/кг.

Литература:

1. Годжаев, З.А. О выборе технологического направления развития системы сельскохозяйственных мобильных энергосредств / З.А. Годжаев и др. // Известия МГТУ «МАМИ», 2020.-№1.-с.35-40
2. Елизаров, В.П. Методика топливно-энергетической оценки производства продукции растениеводства / В.П. Елизаров, Колос В.А., Сапьян Ю.Н. // М.: «ИЗДАТЕЛЬСТВО ВИМ», 2012. – 81 с.
3. Селиванов, Н.И. Показатели технического уровня тракторов при использовании смесового топлива на основе рапсового масла / Н.И. Селиванов, А.А. Доржеев // Вестник КрасГАУ, 2011. - №5. – с.135-141

УДК 631.372.631.52

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ПАРКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ  
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

Селиванов Николай Иванович, д-р техн. наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
zaprudskii@list.ru

Васильев Илья Александрович, заместитель министра  
сельского хозяйства и торговли Красноярского края  
krasagro@krasagro.ru

Богатиков Виктор Александрович, начальник отдела  
инженерно-технического обеспечения  
krasagro@krasagro.ru

*Дана оценка состояния и эффективности модернизации парка сельскохозяйственных тракторов Красноярского края. Определены основные направления, структура и показатели обновления, обеспечивающие повышение технического уровня парка и оснащенности растениеводства к 2030г. до установленных нормативов.*

*Ключевые слова: тракторный парк, показатели обновления, технический уровень, оснащенность растениеводства.*

**MODERNIZATION OF THE AGRICULTURAL TRACTOR FLEET OF THE  
KRASNOYARSK TERRITORY**

Selivanov Nikolay Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Vasiliev Ilya Alexandrovich, Deputy Minister of Agriculture  
and Trade of the Krasnoyarsk Territory

Bogatikov Viktor Aleksandrovich, Head of the Engineering  
and Technical Support Department

*The assessment of the condition and efficiency of modernization of the agricultural tractor fleet of the Krasnoyarsk Territory is given. The main directions, structure and indicators of renewal have been determined, ensuring an increase in the technical level of the park and the equipment of crop production by 2030 to the*

*established standards.*

*Keywords: tractor fleet, renewal indicators, technical level, equipment of crop production.*

Красноярский край занимает одно из ведущих мест в Сибирском Федеральном округе (СФО) по производству продукции растениеводства, ведущей отраслью которого является зерновое хозяйство. Достигнутые показатели урожайности зерновых (32 ц/га) за последние годы характеризуют широкое внедрение зональных ресурсосберегающих технологий и техническое перевооружение производства. При этом особое внимание уделено модернизации тракторного парка.

В соответствии с Государственной программой [1] определены основные причины недостаточной эффективности тракторного парка, это низкая обеспеченность растениеводства (57,9% от нормативной) при нагрузке 265 га на свободный физический трактор, большое количество (66%) тракторов, эксплуатируемых за пределами установленных амортизационных сроков с повышенными затратами на их содержание при коэффициенте обновления 2,1%. На период с 2018 по 2022 г. предусмотрено повышение указанных показателей за счет обновления парка современными энергонасыщенными тракторами и комплексом комбинированных почвообрабатывающих машин.

В предлагаемом материале дана оценка эффективности модернизации тракторного парка за последние пять лет для обоснования перспективных направлений его обновления до 2030 г.

Цель работы – оценка показателей эффективности модернизации тракторного парка в сельском хозяйстве Красноярского края.

Достижение поставленной цели предусматривало решение следующих задач:

- 1) дать оценку изменения структуры и состава тракторного парка;
- 2) определить показатели эффективности модернизации парка;
- 3) установить структуру перспективных направлений обновления тракторной техники.

В основу решения поставленных задач положены информационно-статистические данные службы государственной статистики [2] по фактическому составу парка сельскохозяйственных тракторов региона за 2017-2022 г.

Изменение численного состава всего парка и основных моделей его составляющих за отчетный период характеризуют [3,4] начальное  $n_n$  и конечное  $n_k$  количество физических тракторов при известных приобретениях новых  $n_p$  и убывших  $n_y$  при списании. Основными характеристиками модернизации парка являются коэффициенты обновления  $k_0 = n_p/n_n$  и выбытия  $k_y = n_y/n_n$ , определяющие его приращение  $k_{пр}$ .

$$\begin{cases} n_k = n_n + n_p - n_y; \\ k_{пр} = (n_p - n_y)/n_k \end{cases} \quad (1)$$

Средний возраст тракторного парка  $\bar{T}$  зависит от распределения его состава  $n_n$  по установленным трем возрастным группам:  $n_{н1}(\bar{T} < 3л)$ ;  $n_{н2}(\bar{T} - 10л)$ ;

$n_{н3}(\bar{T} > 10\text{л})$ .

$$\bar{T} = \frac{1}{n_n} \sum_3 n_{ni} * \bar{T}_i \quad (2)$$

при  $\bar{T}_1 = 1,5\text{ г}$ ;  $\bar{T}_2 = 6,5\text{ лет}$ ;  $\bar{T}_3 \approx 5 \frac{n_{н3}}{(n_{н1} + n_{н2})} + 10$ .

Уменьшение численности тракторного парка за отчетный период составил 645 ед. (8,0%) при относительной стабилизации в 2021 г. на уровне 7440 ед. (табл. 1). Около 63% (406 ед.) выбывших устаревшие снятые с производства отечественные модели.

Таблица 1 – Структура и состав тракторного парка СХО и КФХ Красноярского края

Показатели	2018	2019	2020	2021	2022
Тракторы*, всего шт.	8086	7789	7525	7440	7441
ПТЗ (Кировец)	1466	1430	1420	1450	1484
ХТЗ	450	439	412	425	308
МТЗ	3619	3644	3542	3476	3344
ВгТ2	203	169	99	90	-
ВТЗ	98	77	98	79	-
Прочие	1822	1560	1456	1401	1717
Иностранные (Китай, США, Евросоюз)	428	470	498	519	588

\* с учетом специальных;

Основу парка на 01.01.2022 г. составляют колесные 4к4б тракторы «Кировец» (19,9%) и 4к4а «Беларус» (44,9%). В категорию прочих (23,1%) входят, в основном (74,5%) тракторы российского производства со сроком эксплуатации более 10 лет, а также новые РСМ 2 и 3 серий «Ростсельмаш» и гусеничные «Агромаш». На импортные колесные 4к4 тракторы производства Lovol (Китай), John Deere, Case (США), Claas, Fendt (Германия) и других стран приходится 7,9%, при среднем возрасте менее 10 лет. Их количество возросло на 37,3% [5].

Оснащенность растениеводства свободными тракторами снизилось на 4,7% и стабилизировалось на уровне 3,83 ед/1000 га пашни при  $\bar{\kappa}_{np} = 0$ . Средняя эксплуатационная мощность трактора возросла с 97,1 кВт (132 л.с.) до 102,0 кВт (138,8 л.с.), что компенсировало снижение численного состава при достижении уровня обеспеченности нормативной потребности 61,6 %.

Характер изменения показателей технического состояния тракторного парка (табл.2) свидетельствует о повышении с 1,53 до 4,74% коэффициента обновления и стабилизации численного состава. Количество тракторов со сроком эксплуатации более 10 лет уменьшилось с 65,1 до 59,6 %, что обеспечило снижение среднего возраста на 2,5 года (с 14,9 до 12,4 лет).

Таблица 2 – Обновление тракторного парка в сельском хозяйстве Красноярского края за 2017-2021г.

Год	$n_n$ , ед. на 01.01	$n_p$ , ед./г.	$n_y$ , ед./г	$\bar{K}_0$ , %	$\bar{K}_y$ , %	$\bar{K}$ , %	$\bar{K}_e$ , %	$\bar{T}$ , лет
2017	8150	124	188	1,53	2,33	-0,80	66,3	14,9
2018	8086	106	403	1,36	5,17	-3,81	65,1	14,4
2019	7789	159	423	2,11	5,62	-3,51	62,0	13,2
2020	7525	274	359	3,68	4,83	-1,15	63,0	13,5
2021	7440	353	352	4,74	4,73	+0,01	61,2	12,9
2022	7441	-	-	-	-	-	59,6	-
Итого	-709	1016	1725	13,42	22,68	-9,26		-2,90

До 2021 г. количество выбывших  $n_y$  тракторов превышало поступление новых  $n_n$ , что привело к сокращению состава при  $k_y > k_0$ . Достигнутое равенство  $k_y = k_0$  характеризует стабилизацию численности и возрастного состава парка при простом воспроизводстве. По предварительным результатам в 2022 г. впервые будет достигнуто соотношение  $k_0 > k_y$ , обеспечивающее физический прирост и снижение среднего возраста парка до  $k_0 \geq 5,0\%$  и 11,9 лет соответственно.

Основу обновления с 2018 г. (45,3% из 1178 ед) (рис.) составили отечественные модели колесных 4к4б тракторов «Кировец» (30,1%) и РСМ (13,2%). На гусеничные тракторы «Агромаш» приходится 2,0 %. Поступление новой продукции МТЗ (Беларусь) устойчиво занимало (до 2021 г.) второе место (39,2%) в структуре поставок. Однако, в 2021-2022 г. на ведущие позиции по поставкам (24,9%) новых колесных тракторов 4к4а мощностью 60-200 л.с. вышел Китай (Lovol). В совокупности поставки новых машин России, Белоруссии и Китая достигли 93%, что позволит снизить влияние санкционных мероприятий Запада на модернизацию парка.

В перспективе до 2030 г. основным направлением модернизации тракторного парка следует считать: достижение численного состава 7450-7600 физических единиц с повышением среднего уровня эксплуатационной мощности и оснащённости до 124 кВт (169 л.с.) и 71% (4,08 ед/1000га) соответственно, повышение коэффициента обновления до  $k_0 \geq 6,0\%$  при  $k_{np} \geq 0,3\%$  и уменьшение количества тракторов со сроком эксплуатации свыше амортизационного до 52% при среднем возрасте 10,5 лет; основными поставщиками (95-96%) новой техники должны быть Россия (55%), Китай и Беларусь (40%).

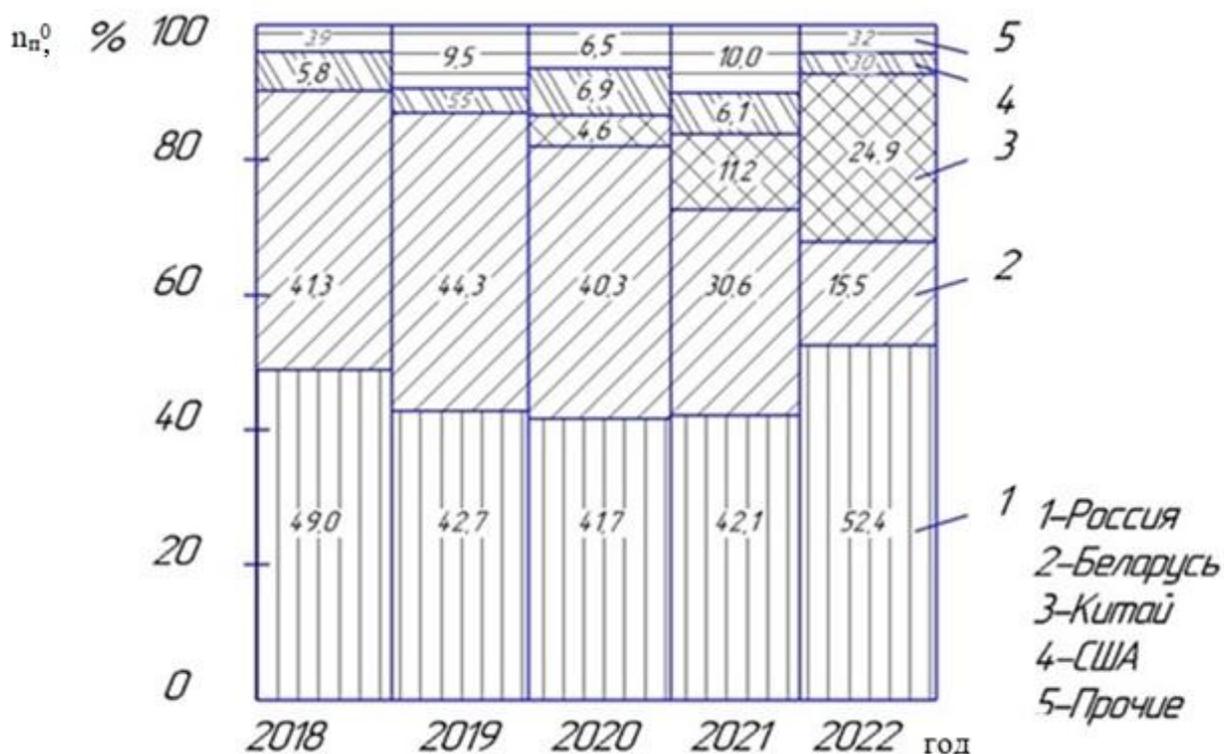


Рисунок – Структура поставки новых (свободных) тракторов в АПК Красноярского края

#### Выводы

1. Направления и показатели обновления тракторного парка в сельском хозяйстве региона за 2018-2022 г. позволили достигнуть существенных результатов модернизации, превышающих средние по стране.

2. Основными поставщиками новой техники при модернизации тракторного парка до 2030 г. следует принять производителей колесных тракторов мощностью от 45 до 320 кВт (60-435 л.с.) России, Китая и Белоруссии при соотношении 35% 4к4б и 65% 4к4а.

Научные исследования проведены в ходе выполнения проекта «Разработка рекомендаций по устойчивому развитию технической оснащённости растениеводства в сельском хозяйстве Красноярского края» при поддержке Красноярского краевого фонда науки.

#### Литература:

1. Агропромышленный комплекс Красноярского края в 2017-2022гг./Информ. аналит. материал МСХ Красн. Края. Красноярск (электр. ресурс)

2. Постановление правительства РФ от 14.07.2012г. №17 (ред. от 19.04.22г.) "О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия до 2030г."

3. Selivanov, N.I. Renovation of the tractor fleet in the agriculture of the region

/ Selivanov, N.I., Averyanov, V.V., Kuznetsov, A.V., Kuzmin, N.V., Zaprudsky, V.N. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science this link is disabled, 2021, 839(5), 052034

4. Селиванов, Н.И. Эффективность переоснащения тракторного парка в сельском хозяйстве. / Н.И. Селиванов, В.В. Аверьянов // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: мат-лы Международной научной конференции [Электронный ресурс] / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2020. – 16-13 с.

5. Селиванов, Н.И. Формирование инновационного тракторного парка в сельском хозяйстве Красноярского края: научно-практические рекомендации / Н.И. Селиванов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2020. – 54 с.

УДК 537.811

## **КОНТРОЛЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ С УЧЕТОМ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПОГЛОЩЕННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ**

Соловской Александр Сергеевич, аспирант  
solovskoyas@mail.ru

Титов Евгений Владимирович, д-р техн. наук, доцент  
epb\_401@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,  
Барнаул, Россия

*В статье рассматривается актуальность усовершенствования контроля электромагнитной обстановки с учетом дозиметрических характеристик поглощенной электромагнитной энергии – удельная поглощенная мощность, удельная поглощенная энергия.*

*Ключевые слова: электромагнитное поле, электромагнитное излучение, дозиметрические характеристики, удельная поглощенная мощность, удельная поглощенная энергия.*

## **CONTROL OF THE ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT, TAKING INTO ACCOUNT THE QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE ABSORBED ELECTROMAGNETIC ENERGY**

Solovskoy Alexander Sergeevich, postgraduate

Titov Evgeny Vladimirovich, doctor of technical sciences, associate professor  
Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

*The article discusses the relevance of improving the control of the electromagnetic environment, taking into account the dosimetric characteristics of the absorbed electromagnetic energy – specific absorbed rate, specific absorbed energy.*

*Key words: electromagnetic field, electromagnetic radiation, dosimetric characteristics, specific absorbed power, specific absorbed energy.*

Широкомасштабная автоматизация и электрификация производственных процессов в агропромышленном комплексе предполагает использование

современных технологий, которые, в свою очередь, сопряжены с использованием энергии электромагнитного поля. Указанные технологии определяют усложнение электромагнитной обстановки в производственных условиях. Однако, при этом существующие нормативно-правовые документы, обеспечивающие электромагнитную безопасность, учитывают распределение электромагнитного поля только в исследуемом пространстве, пренебрегая взаимодействием энергии электромагнитного поля с биологическими тканями [1-2].

При высокой интенсивности энергии электромагнитного поля радиочастотного диапазона наблюдаются неблагоприятные тепловые эффекты и увеличение скорости поглощения в биологических тканях, которые влияют на функционирование человеческого организма. Причинно-следственная связь между радиочастотным воздействием и ответом биологического объекта заключается в следующем. Падающие или прикладываемые электрические и магнитные поля радиочастотного диапазона должны быть соединены с клетками и тканями, а энергия должна откладываться или поглощаться в биологической системе, чтобы система каким-то образом реагировала, независимо от какого-либо механизма, ответственного за реакцию. Некоторые эффекты могут быть результатом индуцированных полей, а другие могут быть связаны с повышением температуры ткани от энергии поля, депонированной или поглощенной в биологической системе. Таким образом, для достижения любой биологической реакции электромагнитное поле, оказывающее свое влияние, должно быть определено количественно и соотнесено с наблюдаемым явлением [2].

Усложняющим фактором взаимодействия является то, что одно и то же воздействие или падающее поле не обязательно обеспечивает одно и то же поле внутри биологических систем разного размера, вида или строения. Неограниченное воздействие на тело плоской волны с заданной силой может иметь результаты, сильно отличающиеся от результатов частичного воздействия на тело или локализованного воздействия с той же силой. Усредненная по пространству напряженность поля, в зависимости от области пространства, по которой усредняются поля, может сильно варьироваться для данного биологического объекта. Поэтому важной задачей при оценке электромагнитной обстановки является определение электромагнитных полей в биологических тканях [3].

На физическом уровне электромагнитное поле радиочастотного диапазона определяется видом источника, частоты непрерывной волны, модуляции, зоны воздействия (ближнее или дальнее поле), частичным или полным воздействием, напряженности электрического или магнитного полей, плотности потока энергии, продолжительности воздействия. При рассмотрении взаимодействия радиочастотных электромагнитных полей с биологическими системами необходимо принимать во внимание частоту или длину волны и ее связь с физическими размерами биологического тела, подвергающегося воздействию [3-4].

Важным фактором при радиочастотном воздействии является взаимосвязь электромагнитных полей и их распределение внутри тела. Эта связь также важна и для эпидемиологических исследований воздействия использования радиочастотного поля на здоровье человека. Связь радиочастотной электромагнитной энергии с биологическими системами может быть количественно оценена по электрическим и магнитным полям, поглощением энергии, а также их распределением и проникновением в биологические ткани. Все эти величины являются функциями источника и его частоты или длины волны, а также их связи с физической конфигурацией и размерами биологического объекта [3-4].

Показатели удельной поглощенной мощности (SAR, Вт/кг) и удельной поглощенной энергии (SA, Дж/кг) в биологических системах или моделях тканей были приняты в качестве дозиметрических величин, особенно на радиочастотных частотах, Международной комиссией по защите от неионизирующего излучения (ICNIRP) [3]. Удельная поглощенная мощность определяется как скорость изменения во времени дополнительной энергии, поглощенной или отложенной в дополнительной массе, содержащейся в объеме с заданной плотностью. Удельная поглощенная энергия представляет собой общее количество депонированной или поглощенной энергии. Представленные параметры электромагнитного поля могут служить показателем для сравнения и экстраполяции экспериментальных результатов. Кроме того, поглощение радиочастотной электромагнитной энергии биологическими объектами связано с энергией, необходимой для изменения терморегуляторной реакции облученного субъекта. Дозиметрические характеристики зависят от типа ткани и требуют области определенной массы ткани для усреднения и корреляции с любым биологическим ответом [3-4].

Таким образом, для достижения количественного понимания биологического ответа дозиметрические характеристики электромагнитного поля должны определяться количественно и соотноситься с наблюдаемым биологическим явлением. В установленных руководящих принципах воздействия для практических целей оценки воздействия вводятся контрольные уровни, выраженные в физических величинах. Однако, в Российской Федерации контроль электромагнитной обстановки проводится без учета дозиметрических характеристик, что определяет актуальность совершенствование подходов контроля.

#### Литература:

1. Соловской, А. С. Анализ энергетических параметров электромагнитного поля для контроля электромагнитной обстановки / А. С. Соловской // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 300-летию Российской академии наук : Сборник докладов Национальной конференции с международным участием, Белгород, 18–20 мая 2022 года. Том Часть 10. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. – С. 330-333.
2. Титов, Е. В. Сравнительный анализ подходов к нормированию электромагнитного поля в производственных условиях в соответствии с

российскими и европейскими нормативными документами / Е. В. Титов, А. В. Крюков, Д. А. Середкин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 10(216). – С. 81-89. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-216-10-81-89.

3. Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz) / G. Ziegelberger, R. Croft, M. Feychting [et al.] // Health Physics. – 2020. – Vol. 118. – No 5. – P. 483-524. – DOI 10.1097/HP.0000000000001210.

4. Lin, J. C. Dosimetric comparison between different quantities for limiting exposure in the RF band: rationale and implications for guidelines / J. C. Lin // Health Physics. – 2007. – Vol. 92. – No 6. – P. 547-553. – DOI 10.1097/01.HP.0000236788.33488.65.

УДК 631.171

## **ЭВОЛЮЦИЯ ПРОЦЕССА МЕХАНИЗАЦИИ АПК И РАЗВИТИЯ БАЗЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН**

Ушанов Владимир Анисимович, д-р техн. наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
dim-anisim@yandex.ru

Терских Сергей Анатольевич, старший преподаватель  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
terskixsa@mail.ru

*В статье осуществлён анализ развития ремонтно-обслуживающей базы АПК, предназначенной для поддержания высокой работоспособности машин и процесса механизации в АПК. Причём анализ осуществлён с учётом взаимного влияния этих двух направлений. Анализ сделан для переломного периода в стране, связанного с радикальным изменением хозяйственного управления и собственности на средства производства. В статье представлен обширный материал по обсуждаемой проблеме и дано его сравнение с соответствующими показателями передовых зарубежных стран.*

*Ключевые слова: анализ, технический сервис, ремонтно-обслуживающая база, динамика обеспеченности средствами механизации.*

## **THE EVOLUTION OF THE PROCESS OF MECHANIZATION OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX AND THE DEVELOPMENT OF THE BASE OF TECHNICAL SERVICE OF MACHINES**

Ushanov Vladimir Anisimovich, doctor of technical sciences, associate professor  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
Terskikh Sergey Anatolyevich, art. lecturer of the department «Mechanization and technical service in agriculture»,  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*The article analyzes the development of the repair and maintenance base of the agro-industrial complex, designed to maintain high efficiency of machines and the mechanization process in the agro-industrial complex. Moreover, the analysis was*

*carried out taking into account the mutual influence of these two directions. The analysis is made for a critical period in the country associated with a radical change in economic management and ownership of the means of production. The article presents extensive material on the problem under discussion and compares it with the corresponding indicators of advanced foreign countries.*

*Keywords: analysis, technical service, repair*

Совокупность задач, связанных с противодействием процессам старения машин, естественно начинать с обзора основных элементов технического потенциала отрасли и развития тех элементов ее сервисной инфраструктуры, которая оказывает наибольшее влияние на эффективность этого потенциала.

Сельское хозяйство – древнейшая сфера человеческой деятельности. Соответственно, устройства, используемые для осуществления этой деятельности и предназначенные для повышения производительности, выполняемых при этом работ, также относятся к одним из ранних, а, значит, и к наиболее консервативным по своему назначению. Они стареют, прежде всего, физически и лишь позднее, при определённых технико-экономических условиях, – морально.

В этой статье использован подход, при котором не излагаются полные подробности и частности, а делается акцент на принципиальных особенностях тенденций и целей развития инженерно технической системы сельского хозяйства, на видимых и перспективных задачах технического сервиса. А также подчёркивается возможное влияние управления старением машин на техническую политику в АПК.

В период развития аграрно-продовольственного комплекса России, основной этап которого протекал в последнее столетие и наиболее бурно – в его середине, техника была главным носителем качественных и количественных преобразований сельскохозяйственного производства. Начало было положено аграрной политикой советской власти. Известно, что В.И. Ленин мечтал о 100 тыс. тракторов для деревни как прорывном факторе ее коммунизации. В 1928г. в сельское хозяйство СССР было направлено 18 тыс. тракторов, а в 1987 по 1989 г.г. (накануне известных радикальных геополитических событий в стране) сельскохозяйственными предприятиями было закуплено более 558 тысяч тракторов. Их парк по России на протяжении восьмидесятых годов прошлого века несколько превышал 1,3...1,4 млн. шт., но далее не увеличивался. И причина этого не только в невысокой долговечности отечественных машин и искусственно занижаемых, по инвестиционным соображениям, нормативах сроках их службы. Об этих обстоятельствах мы скажем ниже.

Зерноуборочных комбайнов сельское хозяйство РСФСР в эти годы имело 400...500 тыс. при поставках, доходящих до 90 тыс. в год (1987 – 93 тыс.), грузовых автомобилей – до 700 тыс. при ежегодных поставках, доходящих до 300 тысяч.

Заложенные индустриальные ресурсы аграрного развития позволили многократно поднять продуктивность отрасли, повысить производительность

труда за счет интенсивной механизации растениеводства и животноводства. В построении такого сельского хозяйства ведущее место отводилось специфическим структурам производства – машинно-тракторным станциям, индустриальным совхозам, предприятиям «Госкомсельхозтехники». Дополнительно к этому, город делегировал свои лучшие рабочие и инженерно-технические кадры в сельское хозяйство («двадцатипятидесятники» – в начале 30-х годов, в период коллективизации, «тридцатитысячники», направленные в 1955-1957 гг. на руководящую работу в отстающие хозяйства), а они – промышленную культуру и технологии вводили в сельскохозяйственную практику. Более половины выпускников сельскохозяйственных вузов и техникумов обучались техническим специальностям.

Вокруг сельского хозяйства строилась новая для села инженерно-техническая инфраструктура: предприятия «Сельхозтехники», транспорта, агрохимического обслуживания, ремонта машин, сельхозмашиностроения, мелиорации и другая сфера услуг. В них по численности было занято почти столько же населения, сколько и в сельскохозяйственном производстве непосредственно. Так происходило и происходит во всех странах с развитым сельским хозяйством.

Огромное влияние на развитие механизированного сельскохозяйственного производства и технического сервиса машинно-тракторного парка оказала созданная в 1962 году система «Сельхозтехника», управленческие, торговые и производственные структуры которой исполняли роль своеобразного централизованного дилера, призванного осуществлять на хозрасчетной основе, но с решающей государственной поддержкой, производственно-техническое обеспечение сельского хозяйства. Ремонтно-обслуживающая база «Сельхозтехники» состояла из сотен заводов и тысяч мастерских, осуществлявших технический сервис всего спектра машин. Вклад этой уникальной сервисной структуры в обеспечение жизнестойкости машин АПК невозможно переоценить, несмотря на определенные издержки, связанные с монопольным положением «Союзсельхозтехники» в сельском хозяйстве страны.

Теперь мы, все-таки, должны объяснить, почему при огромных поставках в отрасль новых машин их удельное распределение в годы, предшествующие разрушению Советского государства, практически не увеличивался. Конечно, имела место бесхозяйственность, не было, на тот период ещё найдено новых, более эффективных организационных и экономических форм и технических методов защиты машин от преждевременного старения. Но причина не только в этом.

Установлено, что в относительно крупных хозяйствах, причем любой формы собственности, техника используется гораздо интенсивнее и эффективнее. Поскольку чем меньше размер угодий у сельского товаропроизводителя, тем выше удельная потребность в технике. Так что сокрушаться по поводу того, что, например, в США в 1983 году было 4550,0 тыс. тракторов, и на 100 га пашни их приходилось 2,42 шт., а в Советской России даже в 1991 только 1366 тыс. и 1,03 штуки, соответственно, –

неправомерно. Поскольку в связи с названными выше обстоятельствами, сравнение этих показателей некорректно. В СССР почти вся сельскохозяйственная техника была сконцентрирована в колхозах и совхозах, имевших большие земельные наделы (см. рисунок 1). В 1990 году 12,8 тыс. колхозов и 13 тыс. совхозов имели 123,9 млн. га пашни, в т.ч. 63 млн. га под посевами зерновых.

После 1991 года в АПК РФ сложилась совершенно другая ситуация.

По данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 года на одно хозяйство приходится немного более 40 гектаров. Это, включая всех товаропроизводителей. Основные сельскохозяйственные предприятия, естественно, гораздо крупнее.

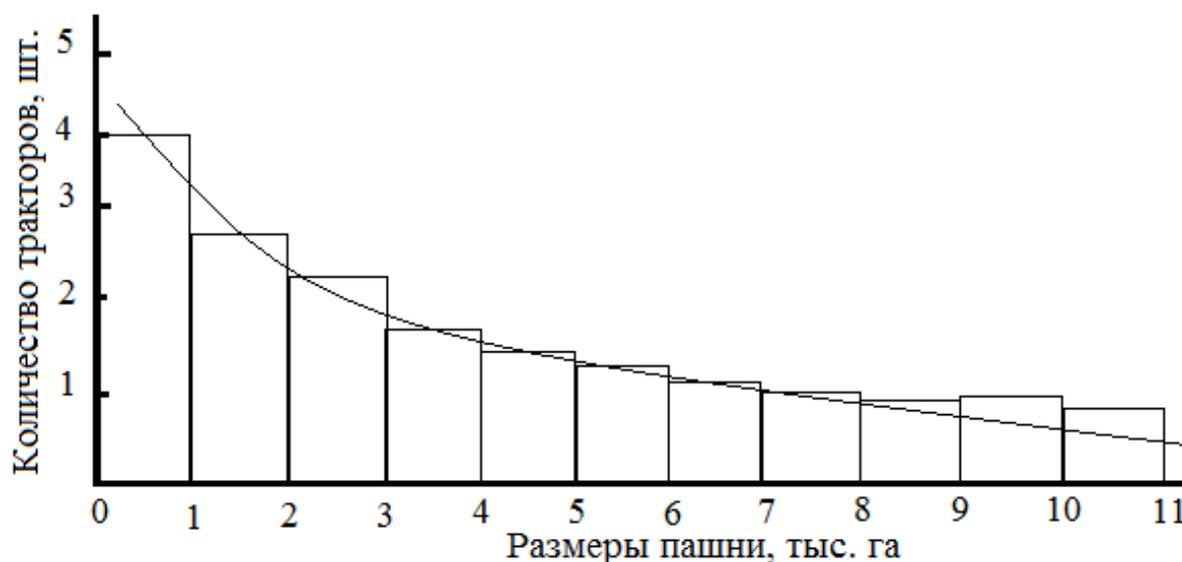


Рисунок 1 – Количество тракторов в расчете на 100 га пашни в зависимости от размера хозяйств

Материалы на этот счет в отношении тракторов приведены в таблице 1, а по зерноуборочным комбайнам – в таблице 2.

Таблица 1 – Группировка сельскохозяйственных организаций по размеру общей посевной площади

Хозяйства, имеющие посевные площади, га	Число организаций	В % от числа организаций, имеющих посевные площади	В среднем на одну организацию, га	Количество тракторов на 1000 га пашни
до 10	4195	12,3	2,6	81
10...50	2407	7,1	30,1	29
50...100	1744	5,1	76,7	20
100...200	2195	6,4	150,1	16
200...500	4172	12,3	345,0	11
500...1000	4603	13,5	737,5	9
1000...1500	3187	9,4	1242,2	8
1500...2000	2371	7,0	1742,6	7

2000...3000	3285	9,6	2455,8	6
3000...4000	1932	5,7	3455,1	6
4000...6000	1891	5,6	4841,6	5
6000...10000	1321	3,9	7566,6	5
Св. 10000	753	2,2	15118,3	5
Всего	34056	100	1725,1	7

Таким образом, даже для сохранения достигнутого в советские годы уровня механизации сельского хозяйства (см. выше), при его разукрупнении в условиях рыночной экономики потребуются большие усилия всего общества. Как показывает опыт, новым отечественным сельхозпроизводителям самостоятельно с этой задачей не справиться. Как один из вариантов решения этой проблемы, можно рассматривать создание соответствующих кооперативов.

Таблица 2 – Количество зерноуборочных комбайнов в зависимости от размера посевных площадей зерновых культур в сельскохозяйственных организациях

Посевная площадь зерновых, га	% хозяйств	% посевных площадей	Приходится зерновых на один комбайн, га
До 30	6,8	0,1	29,2
31...50	4,3	0,1	47,9
51...70	3,0	0,1	54,6
70...100	4,8	0,3	65,6
100...300	17,7	2,7	105,6
300...600	15,1	5,3	155,4
600...1000	12,6	7,9	199,5
1000...1500	10,3	10,1	239,4
1500...2000	7,0	9,6	268,7
2000...3000	7,7	14,7	286,2
3000...4000	3,9	10,7	314,5
>4000	6,9	38,3	370,6

Если исходить из зависимости, показанной на рисунке 1, то грядущее постепенное разукрупнение сельскохозяйственного производства с доведением среднего размера пашни по хозяйствам всех категорий до 500...600 гектаров, потребовало бы увеличение парка тракторов до 4 млн., комбайнов – до 800 тыс. Разумеется, государство может пытаться вмешиваться в этот стихийный (рыночный) процесс. Так по государственной программе развития АПК предусмотрено в период с 2013 по 2020 годы дополнительно закупить 329,1 тысячу тракторов [1].

Нужно понимать, что приведённый пример расчёта удельной

потребности (а затем и абсолютной) можно сделать не «в штуках» машин на гектар, а в кВт/га. Но тогда компенсация недостатка в машинах должна осуществляться за счёт увеличения их мощности. В этом случае ещё более обостриться проблема их технического сервиса, которая является основой сопротивления старению машин, и она становится ещё более актуальной.

Тем не менее, мы считаем, что определенные резервы для увеличения численности парка машин, даже при ограничениях на их новые закупки, имеются. Эти резервы кроются, в том числе, и в эффективной защите машин от преждевременного старения и продлении сроков их службы до предельно-допустимых границ морального износа, а также за счёт вторичного производства машин.

В 1991 г. аграрные товаропроизводители Российской Федерации потратили на технический сервис 5,81 млрд. руб. в текущих ценах, что составило 22,9 % от балансовой стоимости машинно-тракторного парка и 7,5% к валовой продукции сельского хозяйства. Для настоящего времени получить подобную информацию практически невозможно. По экспертным оценкам ГОСНИТИ, основанным на прошлом опыте и сопоставлениях с некоторыми зарубежными материалами, можно, в первом приближении, считать, что в ближайшее десятилетие, то есть до 2020 года, машинный парк аграрного сектора экономики будет в нашей стране ежегодно потреблять на сохранение запаса своего собственного «здоровья», («годности» по А.И. Селиванову), не менее 5...6% производимой в этом секторе продукции. А это порядка 150 миллиардов рублей, если учесть, что в 2008 продукция сельского хозяйства во всех категориях хозяйств составила 2461,4 миллиарда рублей в текущих ценах, в т. ч. 1306,4 – в растениеводстве. Очевидно, что масштаб рассматриваемой здесь проблемы огромен.

В АПК на начало радикального изменения геополитической ситуации в стране (1991 г.) функционировала достаточно разветвлённая производственная база технического сервиса машин и оборудования. Она включала мастерские хозяйств, районные ремонтно-технические предприятия (РТП), а также специализированные ремонтные предприятия областного и межобластного уровня. Кризисные явления, характерные для экономики в целом, в такой же мере затронули и эту отрасль АПК.

Спад в сельскохозяйственном производстве и промышленности, резкий рост цен на сельскохозяйственную технику, запасные части, ремонтные материалы привели к сокращению объемов работ и услуг технического сервиса машин. В отдельных регионах началось перепрофилирование мощностей ремонтно-обслуживающих предприятий.

В таблице 3 приведены материалы о состоянии ремонтно-обслуживающей базы (РОБ) колхозов, совхозов, межхозяйственных с.-х. предприятий Российской Федерации на конец 1990 г.

Таблица 3 – Состояние РОБ

Объекты РОБ	Количество	В т.ч типовых	Полезная площадь, тыс. м <sup>2</sup>	Мощность
Ремонтные мастерские	27951	18965	15068	1511,4 тыс. усл. ремонтов
Пункты ТО: МТП	13482	6038	2940	378,6 тыс. обл. тракторов
оборуд. ферм	941	326	120	-

Степень индустриализации аграрного производства существенно снизилась – парк машин уменьшился в сравнении с 1990 годом наполовину. По тракторам и уборочным машинам обеспеченность составляет 45...55% от технологической потребности. На 1000 гектаров пашни приходится только 5,1 трактор. По этому показателю мы отброшены назад на 40...50 лет. Приблизительно, такая же картина по комбайнам (см. таблицу 4).

Таблица 4 – Динамика обеспеченности тракторами и комбайнами

Показатели	1970	1990	2000	2005	2007	2017
Приходится тракторов на 1000 га пашни, шт.	7,8	10,6	7,4	5,3	5,1	4,1
Нагрузка пашни на один трактор, га	129	95	135	181	197	310
Приходится на 1000 га посевов з.- у. комбайнов, шт.	5,3	6,6	5,1	3,9	3,4	1,9
кукурузоуборочных	25,0	12,4	8,3	4,7	1,6	
картофелеуборочных	10,6	24,5	45,7	32,3	25,2	
свеклоуборочных	16,7	16,5	16,1	10,8	6,1	
льноуборочных	8,7	21,8	32,2	21,0	21,4	

## Литература:

1. Гальперин, А.С. Резервы снижения вероятности отказа и повышения фактически используемого ресурса элемента машины /А.С. Гальперин, В.М. Михлин// Машинно-технологическая станция. 2008. – №6. С. 10-13.
2. Ночёвкина, Е.В. Техническая оснащённость сельского хозяйства России. Эл. сб. ст. по матер. XXXVIII междунар. научн.-практ. конф. Экономические науки. Новосибирск, 2016. 1(38). (URL: [http://sibac.info/archive/economy/1\(38\).pdf](http://sibac.info/archive/economy/1(38).pdf))
3. Концепция развития инженерно-технического сервиса фермерских хозяйств. – М.: ГОСНИТИ, 1994. – 48 с.
4. Концепция развития технического сервиса в сельском хозяйстве Российской Федерации. – М.: ГОСНИТИ, 1998. – 20 с.
5. Концепция системы федерального контроля и регулирования качества сельскохозяйственной техники в сфере её использования /С.С. Черепанов, М.А.

Халфин, М.И. Силина, А.С. Гальперин// – М.: ГОСНИТИ, 1993. – 44 с.

6. Концепция совершенствования системы материально-технического обеспечения АПК. – М.: ГОСНИТИ, 1995. – 32 с.

7. Концепция совершенствования технического сервиса в АПК РФ в новых условиях хозяйствования / МСХ РФ и АО «Автосельхозмаш – Холдинг». – М., 1992.

8. Концепция создания Акционерного общества «Российская корпорация машиностроения для агропромышленного комплекса» «РОСАГРОМАШ». – М.: ГОСНИТИ, 1997. – 14 с.

9. Концепция становления и развития систем фирма – ремонтно-обслуживающие структуры АПК: аспекты структуры, информатизация и кадрового обеспечения технического сервиса /Г.П. Бут, В.В. Коновалов, А.А. Малышко, Г.С. Муравьев, В.М. Натарзан// – Новосибирск.: СибИМЭ СО РАСХН, 1997. – 30 с.

10. Концепция федеральной технической политики и стратегического прогноза развития технического сервиса производителей с.-х. продукции в условиях многоукладности сельского хозяйства и рыночных отношений. в т.ч. нормативно-технической документации. создания и функционирования корпорации производственно-технического обслуживания. – М.: ГОСНИТИ, 1997. – 138 с.

УДК 631.171

### **ПЕРСПЕКТИВЫ В МЕХАНИЗАЦИИ АПК**

Ушанов Владимир Анисимович, д-р техн. наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
dim-anisim@yandex.ru

Терских Сергей Анатольевич, старший преподаватель  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
terskixsa@mail.ru

*В статье на основе перспективных технологий и структуры посевов в растениеводстве сделана попытка прогноза средств механизации. Особое внимание уделено тракторному парку и шлейфу машин к ним, а также уборочным машинам- зерноуборочным и кормоуборочным машинам. Отмечены особенности механизации в период смены технологических укладов.*

*Ключевые слова: перспектива, технологический уклад, модернизация.*

### **PROSPECTS IN THE MECHANIZATION OF AGRICULTURE**

Ushanov Vladimir Anisimovich, doctor of technical sciences, associate professor  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
Terskikh Sergey Anatolyevich, art. lecturer of the department «Mechanization and technical service in agriculture»,  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*In the article, on the basis of promising technologies and the structure of crops in crop production, an attempt is made to predict the means of mechanization. Special attention is paid to the tractor fleet and the train of machines to them, as well*

*as to harvesting machines- grain and forage harvesting machines. The features of mechanization during the change of technological patterns are noted.*

*Keywords: perspective, technological structure, modernization.*

В предыдущей статье: «Эволюция процесса механизации АПК и этапы развития базы технического сервиса машин» анализировалось прошлое и настоящее состояние механизации сельского хозяйства как системы, в которую входит и с которой взаимодействует подсистема сопротивления машин старению. Считаем необходимым рассмотреть возможные, на наш взгляд, перспективы развития этой подсистемы. Но прежде поясним иерархию рассматриваемых систем.

Механизация отрасли не есть исходная точка отсчета в этой иерархии, она (механизация) является лишь элементом системы агропромышленного комплекса (АПК), который в совокупности с комплексом других технологически сопряженных производств образует гигантскую суперсистему. Назовём её «национальным хозяйством страны» (по аналогии с «народным хозяйством»). Акцентируя внимание на долговременных стратегически важных аспектах последовательной смены технологических приоритетов в ходе научно-технического развития, академик С.Ю. Глазьев называет состояние такой суперсистемы технологическим укладом (ТУ), а отрасли, играющие ведущую роль в распространении нового ТУ – несущими отраслями. По оценке С.Ю. Глазьева, мы живем в настоящее время в стране с четвертым-пятым технологическими укладами, если считать от промышленной революции конца 18 века в Англии, на пороге шестого, ключевым фактором которого, как предполагается, станут нанотехнологии.

Каким образом эти теоретические рассуждения прогностической направленности касаются старения машин и возможностей противостоять этому, в конечном счете, неизбежному процессу? Считаем, что касаются, причем с нескольких сторон.

Во-первых, период, предшествующий замещению доминирующего технологического уклада, сопровождается замедлением роста и даже стагнацией производительности труда. Это не лучший период для инноваций и масштабных капиталовложений в новую технику, поскольку она может считаться в этот период новой только по возрасту, но не по своей технологической сути, характеризующей уже исчерпавший себя, но пока еще не ушедший в прошлое ТУ. На его замену уйдут годы и даже десятилетия.

В такой период (в «пересмену» технологических укладов) сопротивление старению уже созданных машин в предыдущем технологическом укладе, можно реализовывать в наиболее полной мере без опасения отрицательно повлиять на технический прогресс. Именно в этот отрезок времени целесообразно максимально использовать имеющуюся технику, форсировав все возможности ее ремонта и модернизации. Накопление материальных и денежных ресурсов эффективно продолжать до завершения не только активной фазы спада промышленного развития, как это было, например, в 2008-2009 г.г., но и всего периода стагнации, т.е. до тех пор, пока последующий ТУ докажет

свои технические, экономические и социальные преимущества. Не случайно в нынешний глобальный экономический кризис все чаще высказывается надежда на послекризисный рывок с использованием новейших инновационных, в том числе, нанотехнологий.

Во-вторых, новейшие технологии начинают «вызреть» и постепенно использоваться еще в недрах действующего ТУ. Поскольку основное массовое производство машин весьма консервативно к любым нововведениям, сбивающим ритм и себестоимость устоявшегося технологического процесса. «Испытательным полигоном» при внедрении прогрессивных технических решений может оказаться и технический сервис, а внутри его – восстановление деталей и модернизация машин при ремонте.

В-третьих, старение машины напрямую проявляется в износе поверхностных слоев ее деталей. Причем износ зачастую измеряются десятками и даже сотыми долями миллиметра. Компенсировать этот износ, создать одновременно на поверхности, да еще желательного без разборки сопряжения, сверхизносостойкое покрытие — это ли не задача для несущих отраслей нового ТУ? Поэтому с полным правом можно считать вопросы сопротивления машин старению актуальными для разных аспектов становления нового ТУ.

Однако, еще при действующем ТУ парк машин в АПК претерпит существенную модернизацию, прежде всего, для роста производительности труда и урожайности. Это, в свою очередь, потребует от машин повышения уровня точности выполняемого ими технологического процесса и их надежности. При этом машинотракторный парк, его количественный и номенклатурный состав определяются будущей структурой и интенсивностью сельскохозяйственного производства.

Подтверждая эту тенденцию, уже в настоящее время новая аграрная техника создается с учетом биологического потенциала сельскохозяйственных культур. По зерну, например, он оценивается в 150 центнеров с гектара. Как продемонстрировала сельскохозяйственная выставка 2009 г. в Ганновере, на такую урожайность ориентируется не только уборочная техника, но и пахотная и посевная (в отношении точности высева и заделки семян) и машины для ухода за посевами, их подкормки и орошения.

Кроме того, в перспективном парке машин однооперационные сельскохозяйственные агрегаты будут заменяться многофункциональными, универсально-комбинированными, способными адаптироваться к изменяющимся условиям получения продукции путем быстрой смены рабочих органов. Такой подход позволяет сократить количество машин для производства, например, зерна с 20...30 наименований до 5...6. Для полного цикла выращивания и уборки зерна по интенсивной технологии будут нужны лишь базовый универсальный трактор, зерноуборочный комбайн, универсальное почвообрабатывающее орудие, адаптирующийся посевной почвообрабатывающий агрегат и опрыскиватель. При такой структуре потребные капиталовложения снижаются в 1,5...2 раза.

**Состав парка весьма значительно влияет и на решение проблемы производительности труда. Для сельского хозяйства России фактор**

производительности труда имеет решающее значение, поскольку его низкая величина делает подчас неконкурентной всю отрасль. Необходимость повышения производительности труда вызвана и складывающимися кадровыми ограничениями. В настоящее время в сельском хозяйстве управлением тракторами и самоходными машинами занято на постоянной основе немногим более 700 тыс. человек. Дополнительно привлекается еще 600 тыс. сезонных механизаторов. Однако достаточную профессиональную подготовку имеют только 250...300 тыс. постоянных работников.

**Главный стратегический ресурс повышения производительности труда – увеличение его энерговооруженности и энергообеспеченности.** На примере модельных хозяйств, определено, что парк тракторов России рационально оптимизировать на уровне 0,85...0,95 млн. шт. При этом суммарная мощность тракторного парка России составит, примерно, 180 млн. л.с., средняя мощность трактора – около 200 л.с. против  $\approx$  100 л.с. в существующем парке.

Если оснастить сельское хозяйство России новыми типами комбайнов повышенной пропускной способности и высокой технической надежности (с наработкой на отказ до 100...150 мото-ч и более), то вполне возможно парк зерноуборочных комбайнов стабилизировать в перспективе на уровне 240...260 тыс. шт. в физическом исчислении. Прогнозируется востребованность на рынке безмоторного варианта такого комбайна (до 10...15% от численности, как правило, для хозяйств с невысоким экономическим потенциалом). Общая мощность двигателей зерноуборочных комбайнов составит около 60 млн. л.с.

Парк кормоуборочных комбайнов нового поколения оценивается в 60...65 тыс. шт., в том числе половина из них – самоходные, суммарной мощностью около 9 млн. л.с.

Таким образом, в ближайшей перспективе (10...20 лет) техническая политика, вероятно, будет определяться:

- потребностью технологического преобразования сельскохозяйственного производства у товаропроизводителей с различными параметрами производства;
- двумя типами технологий – нормальные и интенсивные, обеспечивающие различные уровни рентабельности сельхозпроизводства;
- уровнем состояния рынка сельскохозяйственной техники;
- трудовыми ресурсами сельскохозяйственного производства и, прежде всего, уровнем их квалификации.

На современном этапе ведущие страны в области сельского хозяйства стимулируют новый рост уровня производительности труда в сельском хозяйстве глобализацией экономики, мировым разделением труда и дополнительными вложениями в науку и технику. Подобные тенденции должны быть характерны и для России.

Глобальный экономический кризис изменил оценки перспектив выхода отечественного сельскохозяйственного производства из затянувшегося периода постсоветского спада, сдвинул сроки инновационного оздоровления АПК. По оптимистическим прогнозам, оно начнется, когда можно ожидать начала

производства на отечественных предприятиях приоритетной техники более высокого уровня. Речь может идти о следующих проектах, позволяющих представить прогнозируемую часть спектра сельскохозяйственной техники, относительно которой необходимо будет решать задачи, связанные с сопротивлением их старению в ближайшие 10...20 лет.

### **1. Проект по созданию и оснащению сельского хозяйства приоритетными типами тракторов и комплектом машин к ним.**

*Тракторы колесные общего назначения тяговых классов 7...8, базовая модель семейства тракторов мощностью 420...500 л.с.*

*Комплекс машин к колесным тракторам тяговых классов 7...8, который включает в себя:*

– базовые модели унифицированного семейства почвообрабатывающих агрегатов, в том числе тяжелую дисковую борону, плуг для отвальной вспашки, культиватор, глубокорыхлитель;

– комбинированные машины для предпосевной подготовки почвы и ухода за парами, многофункциональный почвообрабатывающе-посевной агрегат, в том числе прямого высева;

– машины для внесения удобрений, средств защиты растений от болезней, сорняков, для управления производственным процессом (внесение удобрений, средств защиты растений и др.);

– комбайн кормоуборочный полунавесной (прицепной);

– транспортное средство высокой грузоподъемности.

Этот проект предлагается для сельскохозяйственных предприятий всех зон возделывания сельскохозяйственных культур при выполнении работ на больших площадях.

*Тракторы колесные или гусеничные общего назначения тяговых классов 5...6, базовая модель семейства тракторов мощностью 320...340 л.с.*

*Тракторы колесные или гусеничные, многоцелевые тяговых классов 3...4, базовая модель семейства тракторов мощностью 220...240 л.с.;*

*Комплекс машин нового поколения к тракторам многоцелевым тяговых классов 3...4 включает в себя:*

– плуг оборотный для гладкой вспашки;

– почвообрабатывающий посевной (посадочный) агрегат для возделывания зерновых, кормовых, овощных и других культур;

– машины для внесения удобрений, средств защиты растений от болезней, сорняков;

– орудия для междурядной обработки и ухода за пропашными культурами, в том числе за картофелем и сахарной свеклой;

– машины для заготовки сена и сенажа;

– прицепное транспортное средство и др.

Этот комплекс машин предлагается для сельскохозяйственных предприятий всех федеральных округов страны.

*Тракторы колесные универсально-пропашные тягового класса 2. Базовая модель семейства тракторов мощностью 120...180 л.с. (двигатель многоуровневой мощности, переднее и заднее навесные устройства) с*

технологически гибкими адаптерами.

*Комплекс машин нового поколения к тракторам колесным универсально-пропашным тягового класса 2, включает в себя:*

- плуг оборотный для гладкой вспашки;
- почвообрабатывающе-посевной (посадочный) агрегат с комплектом адаптеров для возделывания и уборки кормовых и овощных культур;
- орудия для междурядной обработки и ухода за пропашными культурами, в том числе за картофелем и сахарной свеклой;
- машины для заготовки сена и сенажа, прицепное транспортное средство и др.

Этот комплекс рекомендуется для предприятий всех сельскохозяйственных зон страны при возделывании пропашных культур, заготовке кормов и выполнении транспортных работ в растениеводстве и животноводстве.

## **2. Проект по созданию и оснащению сельского хозяйства приоритетными машинами для уборки и послеуборочной обработки сельскохозяйственных культур.**

*Самоходные зерноуборочные комбайны:* класса 5 кг/с с двигателем мощностью 170...180 л.с.; класса 9 кг/с с двигателем мощностью 220...240 л.с.; новый высокопроизводительный комбайн пропускной способностью 12 кг/с с двигателем мощностью не менее 350 л.с.

*Самоходные кормоуборочные комбайны нового поколения с мощностью двигателей до 450 л.с. (класс В) и до 300 л.с. (класс С).*

*Самоходные энергетические средства мощностью 40...100 л.с.* Предназначены для навешивания опрыскивателей, кормоуборочных и зерновых жаток для раздельной уборки и др.

*Самоходный 6-рядный свеклоуборочный комбайн мощностью до 450 л.с.* Предназначен для однофазной уборки сахарной свеклы.

*Самоходная льноуборочная машина блочно-модульного исполнения.* Обеспечивает уборку льна по раздельной и прямой технологиям и включает в себя четыре основных технологических блока в трех вариантах: льнокомбайн, льнотеребилка и подборщик - очесыватель.

*Комплекс машин и оборудования для послеуборочной обработки зерна и подготовки семян в составе машин для предварительной, основной и окончательной очистки семян и мобильного семяочистительного агрегата.*

Этот комплекс рекомендуется для послеуборочной обработки зерна и подготовки семян зерновых, зернобобовых и крупяных культур в хозяйствах всех федеральных округов страны.

Весьма значительное место в АПК занимают транспортные средства. Рыночная экономика существенным образом повлияла на структуру отрасли в цепочке «производство - реализация продукции», по сути, радикальным образом изменив приоритеты развития. Значительно возросло значение того, что ныне называют логистикой, т.е. выработанные наукой знания, позволяющие принимать обоснованные решения в области управления материальными потоками, в том числе в сферах хозяйственной деятельности,

производстве и обращении.

Транспортные услуги – важнейший элемент логистики. Естественно, эти обстоятельства могли бы сказаться на составе машинного парка и особенностях его технической эксплуатации. Однако такие предположения оправдались лишь частично. Если в 1991 году на каждый трактор в сельском хозяйстве приходилось около 0,5 грузового автомобиля, то по сельскохозяйственной переписи 2006 года – около 0,6, а по официальной статистике 2008 г. – лишь немногим больше. Причина таких достаточно скромных изменений состоит в том, что автомобильный транспорт непосредственно сельскохозяйственных предприятий все в меньшей степени связан с масштабными перевозками сырья и производимой продукции. В дореформенный период огромные по масштабам транспортные работы, связанные с деятельностью производственных отраслей, выполнялись службами, входящими в состав АПК (например, «Сельхозтехника»). В новых экономических условиях такая привязка стала вовсе необязательной, такая работа выполняется самостоятельными специализированными службами, фирмами, отдельными предпринимателями. Всё определяет коммерческий интерес и договорные отношения.

Таков краткий анализ некоторых особенностей парка машин и его инфраструктуры, как объектов деятельности, связанных с обеспечением процесса сопротивления машин старению. Завершая этот анализ, отметим, что в противовес существующим и вновь возникающим негативным процессам в сфере механизации АПК, кроме совершенно необходимой финансовой поддержки государства, требуется построение более эффективной инженерной службы с развитой системой технического сервиса машин. Накоплен серьёзный научный потенциал, который способен организовать элементы такой системы с внедрением прогрессивных технологий, позволяющих повысить эффективность противостояния старению машин с максимально допустимой реализацией их технического ресурса

По данным экспертов Центра развития. [«Аргументов недели» №42 от 28 октября 2010 г.]

В сельской местности проживает 38,2 млн. жителей. Четверть работников – мужчины в возрасте до 30 лет. Причём 7% имеют высшее образование, 18% – среднее специальное. В России 450 млн. га земель, из них 166 млн. га с.-х. угодья, 132,3 млн. га – пашня: 16 млн. га – малым крестьянским хозяйствам, 2,8 млн. га – личные участки, 20% земли заброшено. Средний размер крестьянского земельного надела – 0,4 га. Т.е земля, в основном, находится в руках очень крупных собственников.

Крупные агрохолдинги нанимают «гастарбайтеров», своим работы нет. Государственная поддержка практически только крупным владельцам.

#### Литература:

1. Черепанов, С.С. Научные основы системы ТО и ремонта машин /С.С. Черепанов, А.С. Гальперин// Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1987. – № 5. – С. 2-5.

2. Черепанов, С.С. Гарантийное обеспечение запасными частями /С.С. Черепанов// Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1992. – № 2. С. 3-5.
3. Черепанов, С.С. Инженерное обеспечение АПК /С.С. Черепанов// Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1993. – № 8. С. 3-7.
4. Черепанов, С.С. Инженерное обеспечение современного сельскохозяйственного производства /С.С. Черепанов// Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1994. – № 1. С. 4-7.
5. Черепанов, С.С. К анализу потенциальной эффективности системы технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве /С.С. Черепанов, Л.М. Лельчук, Л.С. Либов// Труды ГОСНИТИ. 1977. – т. 48. С. 2-23.
6. Черепанов, С.С. Научные основы технической эксплуатации сельскохозяйственной техники /С.С. Черепанов// Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1994. – № 9-10. С. 12-17.
7. Черепанов, С.С. Основные направления развития технического сервиса в АПК /С.С. Черепанов// Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1990. – № 4. С. 6-7.
8. Черепанов, С.С. Проблемы реформирования инженерного обеспечения АПК /С.С. Черепанов// Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1994. – № 4. С. 5-8.
9. Черепанов, С.С. Способы управления состоянием контроля надежности машин /С.С. Черепанов// Труды ГОСНИТИ. т. 39 М., 1974. С. 326-335.
10. Черепанов, С.С. Технический сервис и повышение производительности труда в сельском хозяйстве /С.С. Черепанов// Механизация сельского хозяйства. 1993. – № 2. С. 6-9.
11. Черепанов, С.С. Проблемы повышения технического уровня и надежности сельскохозяйственной техники /С.С. Черепанов, М.А. Халфин// Техника в сельском хозяйстве. 1990. – № 6. С. 3-5.
12. Черноиванов, В.И. Проблемы технического сервиса в АПК России /В.И. Черноиванов// Техника в сельском хозяйстве. 1993. – № 5-6. С. 3-6.
13. Черноиванов, В.И. Развитие технического сервиса в АПК как приоритетное направление работ ГОСНИТИ /В.И. Черноиванов, А.Э. Северный// Техника в сельском хозяйстве. 1994. – № 4. С. 16-17.
14. Черноиванов, В.И. Состояние и перспективы реформирования ремонтно-обслуживающей базы АПК РФ /В.И. Черноиванов// Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1997. – № 7. С. 2-3.
15. Черноиванов, В.И. Состояние и перспективы технического сервиса в АПК Российской Федерации. – М.: ГОСНИТИ, 1993. – 68 с.
16. Черноиванов, В.И. Принципы построения и методика разработки федеральной системы технологий и средств технического сервиса /В.И. Черноиванов, С.С. Черепанов, В.М. Михлин, М.А. Халфин, Л.М. Пильщиков// Инженерно-техническое обеспечение АПК. 1995. – № 2. С. 9-12.

## **ФИЛОСОФСКИЙ АСПЕКТ РЕМОНТА МАШИН**

Ушанов Владимир Анисимович, д-р техн. наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
dim-anisim@yandex.ru

Долбаненко Владимир Михайлович, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
dwm-82@mail.ru

Терских Сергей Анатольевич, старший преподаватель  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
terskixsa@mail.ru

*В статье рассмотрены актуальные вопросы, связанные с динамикой соотношения невозполняемых ресурсов и их потреблением. Наметившаяся диспропорция грозит негативными последствиями для будущих поколений и экологическими проблемами в настоящее время. В решении этой проблемы может играть значительную роль и технический сервис машин. При этом основным его инструментом, является совершенная техническая эксплуатация машин, включающая ремонт как метод использования и восполнения запаса их жизнестойкости, усиления их сопротивления старению.*

*Ключевые слова: невозполнимые ресурсы, потребление, экология, техническая эксплуатация, ремонт, повторное использование, ресурсосбережение, вторичное производство.*

## **THE PHILOSOPHICAL ASPECT OF CAR REPAIR**

Ushanov Vladimir Anisimovich, doctor of technical sciences, associate professor  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Dolbanenko Vladimir Mikhailovich, candidate of technical sciences, associate  
professor Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Terskikh Sergey Anatolyevich, art. lecturer of the department «Mechanization and  
technical service in agriculture», Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk,  
Russia

*The article deals with topical issues related to the dynamics of the ratio of non-renewable resources and their consumption. The emerging disparity threatens negative consequences for future generations and environmental problems at the present time. The technical service of machines can also play a significant role in solving this problem. At the same time, its main tool is the perfect technical operation of machines, including repairs as a method of using and replenishing their resilience, strengthening their resistance to aging.*

*Keywords: irreplaceable resources, consumption, ecology, technical operation, repair, reuse, resource conservation, secondary production.*

### **1. Потенциальная бесконечность потребления и осязаемая ограниченность ресурсов.**

В последнее время обострилась проблема дефицита природных ресурсов.

Отчетливо видимое истощение природных запасов, нехватка во многих регионах питьевой воды и чистого воздуха, угроза глобальных климатических изменений, постоянный рост народонаселения породили серьезную тревогу за будущее человечества. В попытках отыскать виновника появления подобных глобальных проблем главные обвинения были выдвинуты против расточительности «современной технологии» и несовершенства «современного миропорядка». Последнего тезиса мы здесь касаться не будем, хотя, естественно, нам есть, что сказать на эту животрепещущую тему: просто это увело бы нас от проблематики настоящей статьи, а вот первого – коснемся. Им (тезисом) ставится под сомнение не только достижения науки, но и сама идея прогресса в целом, вновь возрождаются исходящие от Ж. Ж. Руссо призывы: остановить, заморозить техническое развитие на достигнутом уровне. Мы не призываем присоединиться к технопессимистам, но считаем, что предупреждающие человечество сигналы, становятся всё более обоснованными и игнорировать их было бы легкомыслием.

Когда в начале двадцатого века В.И. Вернадский отмечал, что наступит время, когда человечеству придется взять на себя ответственность не только за развитие общества, но и природы, это многим казалось полуфантастической гиперболой. Сегодня нам так уже не кажется. Экологический кризис стучится в нашу дверь. И человеческое сообщество начинает, хотя и ожесточенно сопротивляясь, сдерживать свои потребительские наклонности. Появляются первые ограничения. Взять, например, запрет ООН на использование фтористых и хлористых соединений в холодильной технике. Или Киотские и Копенгагенские документы, направленные, на стимулирование сокращения выбросов в атмосферу углекислоты и метана, способствующих усилению «парникового эффекта» и потеплению климата.

Актуальна ли эта проблема для России с её огромной территорией и «неисчерпаемыми» запасами полезных ископаемых. Хочется думать, что это так, и надолго. Но так ли все безоблачно на самом деле?

После работы французского географа Жан Элизе Реклю [3] считается, что те климатические зоны, где средняя температура ниже минус 2 градусов, а высота над уровнем моря превосходит 2000 метров, непригодны для жизни людей. У нас две трети такой территории. Поэтому, следуя В.В. Клименко [4], будем говорить об эффективной территории, Т.е. той части страны, которая лежит вне этих экстремальных пространств. Тогда мы получим совсем другую картину России.

По эффективной территории мы оказываемся на пятом месте в мире, а отнюдь не на первом: позади Бразилии, США, Австралии и Китая. Причем первые две по эффективной площади больше России почти в полтора раза, а Китай на 8%. Да и вытянута эта площадь длинной полосой, очень трудной для организации работы транспорта. Ну, а, кроме того, практически все российские сельскохозяйственные угодья расположены в зоне рискованного земледелия, зависимо от капризов погоды. Основной вопрос нашего сельского хозяйства состоит не в том, чтобы превратить его в высокодоходную экспортную отрасль, конкурентоспособную, например, сельскому хозяйству кукурузного пояса

США, а в том, чтобы постараться сделать его способным полностью обеспечить наше население продовольствием. Включая продукцию животноводства, естественно, И еще вопрос – возможно ли это. Вспомним что, хотя Россия всегда была экспортером хлеба (преимущественно – фуража), но для самих себя хлеба, очень часто не хватало, не говоря, уж о мясе и фруктах.

Глобализация и единый открытый рынок, куда мы так настойчиво стремимся, усиливает роль природных факторов, поскольку они непосредственно влияют на конкурентоспособность отечественной продукции. Если раньше в эпоху замкнутой экономики и почти непроницаемой государственной границы могла идти речь о внутренней самодостаточности экономики СССР, о внутренних (локальных, местных) рынках, выравнивающих трудности, вызванные природными факторами, то теперь эти трудности только усиливают эффективность действия того «дьявольского насоса», о котором много писал академик Н. Моисеев [6]. Действие этого «насоса» основано на том, что капитал стремится перетекать туда, где выше норма прибыли. Не случайно США так упорно связывали принятие России в ВТО с ликвидацией государственного протекционизма в отношении отечественной сельскохозяйственной продукции. Они не без основания надеются удушить наших сельских товаропроизводителей в конкурентной борьбе (в первую очередь в животноводстве) за счет лучших климатических условий по сравнению с российскими и бегства необходимого для инвестиций отечественного капитала в более теплые страны.

Ну, а как обстоит дело с другими природными ресурсами? Может быть, здесь всего в избытке на тысячи лет? Увы, и это не так, хотя на фоне других стран мы смотримся богачами, и нам приходится много тратить на оборону, чтобы, никто из соседей по земному шару не вздумал начать нас «раскулачивать», особенно те из них, кто привык и любит много потреблять.

И все же, что мы на сегодня имеем?

Сошлемся на книгу, подготовленную под редакцией академика РАН Д.С. Львова в 1999 г.[6].

К настоящему времени выявлены, разведаны, и предварительно оценены крупные запасы полезных ископаемых, потенциальная денежная ценность которых в текущих мировых ценах составляет около 30 трлн. долл. Из них 32,2% приходится на долю газа, 23,3% – на уголь и горючие сланцы, 15,75 на нефть, 14,7% – на нерудное сырье, 6,8 – на черные металлы, 6,3% – на цветные и редкие металлы и 1,0% на золото, платину, серебро и алмазы. (Данная оценка одна из многих и не претендует на точность. Это обусловлено разными обстоятельствами, в том числе и таким очевидным, как подверженность мировых цен на минеральное сырье резким и часто непредсказуемым изменениям).

Значительно выше (140,2 трлн. долл.) оценивают прогнозный потенциал. В его структуре полностью доминирует твердое топливо (79,5%), далее следуют газ (6,9%) и нефть (6,5%). На долю всех остальных видов полезных ископаемых приходится в совокупности 7,1%. Такое разительное отличие от структуры балансовых запасов обусловлено в первую очередь колоссальными,

несопоставимыми с другими полезными ископаемыми по величине, геологическими запасами углей на территории России.

Много это или не очень? Ориентировочный расчет произведен, исходя из уровня добычи 1991 г.

Таблица 1 – Обеспеченность России разведанными запасами некоторых видов полезных ископаемых

Ископаемые	Количество лет
Нефть	35
Природный газ	81
Уголь	60...180
Железные руды	42
Ниобий	43
Медь	40
Никель	40
Молибден	40
Вольфрам	37
Цинк	18
Свинец	15
Сурьма	14
Золото россыпное	12
Золото коренное	37
Фосфаты	52
Калийные соли	112

Мы приводим эти расчетные данные отнюдь не для апокалипсических предсказаний: нефть к 2026 году, конечно, не закончится, так же как не закончилось россыпное золото, свинец и сурьма, хотя, если судить по времени, которое прошло со дня составления таблицы, – сроки истекли. Что-то, видимо, открыли новое, что-то уточнили в оценках разведанных запасов, в методиках расчета. Кроме того, можно быть оптимистом и считать, что люди найдут выход из любого положения. Что можно освоить термоядерную энергию синтеза гелия из водорода воды и за этот счет решить все проблемы человечества. Другие рассчитывают на изотоп гелия, который можно будет доставлять с луны. Его там, «пруд пруди» и он, все решит.

Нам тоже хочется быть оптимистами. Но все же считаем, что проще и нравственнее оберегать общество от угара потребления и зримо осознавать, что природные ресурсы, включая сельскохозяйственную продукцию, и даже чистые вода и воздух по большому счету, ограничены, что людей на планете, и даже, в конце концов, в России станет больше, и их запросы естественным путем будет возрастать. Так что в итоге, все-таки, «всего на всех не хватит» и неплохо бы жить поэкономней.

В свое время была жестоко высмеяна фраза Л.И. Брежнева о том, что «экономика должна быть экономной». Однако сегодня нам кажется, что тогда он из-за косноязычия просто не был понят, критики посчитали фразу очевидной

тавтологией. Нам же сегодня хочется сказать почти то же самое: «технический прогресс должен быть экономным».

Что же тогда считать прогрессом? Сейчас, а тем более в предвидимом, и уже не столь далеком будущем? Какой должна быть в этих условиях оптимальная траектория технического прогресса в координатах: «создание нового – сохранение имеющегося, включая ранее созданное»? Какой должна быть оптимальная техническая политика, способная обеспечить движение по этой траектории? Все эти далеко непростые вопросы стали уже сегодня достаточно злободневными. Ответ на них может дать только само общество, интегрируя и светские (гражданские), и религиозные цели.

Прежде всего, предстоит определиться с парадигмой технического прогресса, с его желательными темпами. Если мы намереваемся увеличивать потребление с максимальной скоростью, стремясь к благоденствию ближайших поколений соотечественников, не считаясь с тратами невозполнимых ресурсов, и не задумываясь об интересах будущего страны и мира, то оптимальной окажется, скорее всего, некая политика, которая способна реализовать семейство стратегий максимальной интенсивности технического прогресса ( $max V_{mn}$ ).

Если же целью технического прогресса мы договоримся считать обеспечение максимальному числу людей нынешнего и будущих поколений возможностей пожать его плоды (пусть и разной степени зрелости), то это уже будет уже иное семейство стратегий, которые можно назвать стратегиями максимального суммарного вклада ( $max S_{mn}$ ), технического прогресса в развитие человечества, страны, отрасли или иной замкнутой системы. Среди стратегий этого семейства можно, видимо, найти и свою оптимальную, наиболее экономичную.

Мы не считаем для себя возможным обсуждать здесь и сейчас парадигмы развития человечества. Заметим только, что, исходя из теоретических и нравственных соображений, общество склонно по умолчанию поддерживать стратегии  $max S_{mn}$ , хотя практически стремится само взять в этой жизни все по максимуму, т.е. реализовать одну из стратегий  $max V_{mn}$ .

Речь, по сути, идет о необходимости определенного компромисса между интересами ближайших поколений, с их безграничными аппетитами, и интересами устойчивого, пусть более скромного развития на более долгую перспективу. Пока серьезным поиском такого компромисса озабочены, разве что, «зеленые».

Но все со временем меняется, постепенные количественные изменения соотношения между объемами потребляемых ресурсов и их запасами породило грозный качественный императив: «всего всем не хватит».

С ярким примером остроты проблем, стоящих ныне перед человечеством, стала беспрецедентная по накалу конференция в Копенгагене с участием большинства лидеров государств, безуспешно пытавшаяся найти замену, истекающему в 2012 г. «Протоколу» по ограничению выбросов в атмосферу парниковых газов.

Многие научные авторитеты подошли даже к выводу, что человечество

уже заметно исчерпало тот потенциал своего развития, который получило в наследство от предыдущих поколений.

## **2. Ремонт как фактор сбережения природы и ее ресурсов.**

Предпосылки для обоснования системы ТОР машин, отвечающей вызовам постиндустриального общества.

Постараемся в этой связи раскрыть возможности нового виденья глобальных задач ремонта.

На первый взгляд, претензии на вовлечение такого прозаического дела как ремонт в набор инструментов глобальной технической политики и даже нравственного воспитания общества могут показаться чересчур смелыми. Но для таких суждений, по нашему мнению, есть свои резоны.

Философию ремонта, на наш взгляд, следует сегодня рассматривать как элемент технического миропонимания с акцентом не столько на его (ремонта) имманентные характеристики, сколько на место в целостном процессе общественного и хозяйственного развития. И в первую очередь, в диалектически противоречивом процессе, техническом прогресса.

Подчеркивая ресурсосберегающий характер ремонта, мы тем самым отводим ему важнейшее место не только в процессе реализации сопротивления машин старению [9], но и в философском противостоянии постоянным вызовам господствующей ныне в обществе идеологии потребления, в противодействии обострению экологических проблем на планете. Постараемся в этой связи раскрыть возможности нового виденья глобальных задач ремонта.

Считаем, что обсуждением философских проблем ремонта мы включаемся в программу воспитания психологической устойчивости общества к соблазнам идеологии и практики безоглядного потребления, в данном случае, на примере потребления и восстановления годности и ресурса машин сельскохозяйственного назначения.

Начать придется с переосмысления некоторых постулатов, до сих пор считающихся очевидными и незыблемыми, в частности, с представления о том, что рост производства является основной и неизменной целью развития стран и народов. Недаром рост ВВП (валовой внутренний продукт) на душу населения того или иного государства повсеместно считается синонимом успешности развития, едва ли, не основным проявлением общественного прогресса.

Причем многие десятилетия сам технический прогресс воспринимается обществом узко потребительски, можно даже сказать, эгоистически, без оглядки на интересы будущих поколений и глобальные проблемы самой жизни. Запасы природных ресурсов еще недавно казались бездонными и технический прогресс, в части совершенствования способов и средств извлечения этих запасов, их переработки и использования считался естественным процессом существования и благоденствия каждого текущего поколения. Всегда, конечно, находила свое место практика насильственного перераспределения накопленного, в том числе и самих средств производства. Отсюда – войны, революции, грабежи. Но в целом это можно было считать некими флуктуациями постоянного поступательного движения появившейся на земле популяции живых существ, именуемых *homo sapiens*.

Само слово ремонт происходит от французского *remonte*, что означает починка, исправление. Приблизительно в таком смысле оно практически и используется для обозначения процедур устранения неисправностей и последствий отказов, в описаниях технологий восстановления работоспособности машины. Из этого определения ремонта вытекает его главная на сегодняшний день задача: сервисное сопровождение процессов механизация и электрификация сельскохозяйственного производства. Выполнение этой задачи требует соответствующей организации, информационной поддержки ремонтно-обслуживающих работ средствами и методами диагностирования, совершенных технологий, способных обеспечить качество ремонта, уменьшить число будущих отказов, поддержать требуемую надежность машины.

Сказанное вполне очевидно и, естественно, ни в коей мере не претендует на оригинальность. Более скрыта, как нам кажется, роль ремонта в процессе сохранения доставшегося человеку запаса природных ресурсов, его наиболее рачительного бережливого использования. Эта вторая ипостась ремонта интересует нас здесь в первую очередь, хотя, на первый взгляд, может показаться, что мы ломимся в открытые двери.

Первое сомнение может возникнуть в связи с тем, что экономическая эффективность ремонта обеспечивается именно за счет уменьшения остаточной стоимости утилизируемой техники. Поэтому никакой новой проблемы ресурсосбережение, мол, не решает. Экономическая эффективность как бы покрывает понятие ресурсосбережение. Поэтому говорить о ресурсосбережении ремонта – это все равно, что говорить другими словами об его экономической эффективности.

И второе экономическая эффективность ремонта проистекает от неравнопрочности, точнее неравноресурсности составных частей машин. В равноресурсной структуре все элементы выходили бы из строя приблизительно одновременно, так что остаточная стоимость исчерпавшей свой ресурс машины была бы близка к цене соответствующей массы металлолома. А раз так, ключ к сбережению невозобновляемых природных ресурсов, аккумулированных в машинах, лежит не в сфере ремонта, а в области их создания как равноресурсных структур.

Мы с такими рассуждениями согласиться не можем. Начнем с последнего. Конечно, стремиться создавать равнопрочные и равноресурсные конструкции – необходимо. А для машин, работающих в постоянных эксплуатационных условиях, в первом приближении, видимо, даже возможно. Однако, не только практически, но и принципиально, невозможно создать машину с равноресурсным набором элементов для случайного сочетания условий эксплуатации, включающих почвенно-климатические отличия, разные виды работ, квалификацию персонала, дефекты изготовления и т.д. Здесь ремонт, именно как фактор ресурсосбережения, незаменим. Даже живые существа, отшлифованные природой за миллионы лет до высшей степени совершенства, погибают по вине, как правило, какого-то одного органа. Этим, собственно, и объясняется интерес медицины к трансплантации органов, «к

ремонту человека».

Теперь о тождестве ресурсосбережения и экономической эффективности. То, что эти понятия, эти процессы и их оценки связаны между собой – понятно без дополнительных слов. Однако, это не одно и то же. Во-первых, экономический эффект локален и относителен по своей природе. Он реализуется в границах определенных технологий, фирм, государств. Его определяют обычно в денежной форме. Недостаточная экономическая эффективность одного этапа технологического процесса может быть скомпенсирована прибылями на другом его этапе. Не так с ресурсосбережением. Этот фактор – самодостаточен и, в большинстве случаев, безотносителен. Истощение запасов меди, например, не может быть компенсировано экономией никеля. Рост вредных выбросов металлургических заводов (в дополнение к выжиганию кислорода) часто прямо связан с увеличением их рентабельности (экономической эффективности) за счет преступной, с точки зрения экологии, экономии на средствах защиты окружающей среды. Так что корреляция между экономической эффективностью и запасами природных ресурсов (в данном случае кислорода и чистого воздуха) существует. Но она отрицательна! Да и локализуется ресурсосбережение, в конечном счете, только в планетарном масштабе. Так что, повторим еще раз, ресурсосбережение за счет сокращения нового производства, за счет увеличения продолжительности использования ранее созданного, за счет ремонта – самостоятельная стратегия, которая ни в коем случае не эквивалентна экономической эффективности. Но чтобы ремонт мог выполнять такую значимую для человечества функцию, чтобы были изменены устоявшиеся и оправданные взгляды на понятие «подержанный» в противовес привлекательности брэнда «новый», одних увещаний совершенно недостаточно. Нужны дела, показывающие реальную возможность иметь отремонтированную машину, на деле мало, чем уступающую новой, в том числе по воздействию на природную среду, и к тому же более дешевую. Тогда наши призывы преждевременно не списывать еще пригодные для ремонта машины, а повторно использовать после капитального ремонта и модернизации, зазвучат гораздо убедительней.

Посмотрим на роль ремонта еще с одной, возможно несколько неожиданной, стороны.

Машина, как, впрочем, и любая механическая система, обладает, если так можно сказать, абсолютной памятью. Зная ее текущее состояние можно восстановить ее, и кинематическое, и динамическое прошлое, интегрируя в отрицательном направлении времени дифференциальные уравнения, описывающие ее работу. Но это справедливо только для новой машины. Изношенная машина «теряет память», ее прошлое для какого-то момента времени уже нельзя однозначно восстановить, поскольку износ – величина случайная. Можно сказать, что машина в процессе старения изнашивается не только физически, но и информационно, она теряет сведения о своем прошлом. В этом контексте ремонт выполняет функцию восстановления «памяти машины», способствует длительному сохранению сведений о ее изначальном

состоянии и многократному введению этой информации в процессы производственной и технической эксплуатации.

В середине 80-х годов прошлого века в ГОСНИТИ было определено место ремонта машин в кругообороте металла – основного материала машин – в техногенной сфере Земли. На основании собственных расчетов общий металлофонд сельского хозяйства нашей страны тех лет был оценен в 110 млн. т. [8]. Ежегодное пополнение составляло 19...20 млн. т. При этом 70 млн. т. по расчетам аккумулировалось в отремонтированной технике, а 13,5 – в списанных с баланса хозяйств машинах и деталях, которые попадали, в своей значительной части, в металлолом для последующей переплавки. В те годы около 65 процентов материальной составляющей парка машин сельского хозяйства вращалось в сфере ремонта, однако с его помощью ежегодно удавалось спасти от утилизации только менее 88% парка. Вторичного рынка машин тогда в нашей стране не существовало. Зато безотказно действовал конвейер по перемещению продукции машиностроения в утиль. Другими словами, вторая задача ремонта решалась плохо. Причина такого положения носит двоякий характер.

С одной стороны, – это низкое качество капитального ремонта, ибо только капитальный ремонт машины с соответствующей модернизацией может стать достойной альтернативой изготовлению новой и связанных с этим использование невозможных ресурсов и экологических проблем. И то в случае, достаточно полного восстановления всех параметров качества. С другой стороны, впрочем, тесно связанной с первой, – неоправданно широкое его применение.

После возникновения вторичного рынка появились предпосылки для решения третьей задачи ремонта – задачи сопровождения производственной эксплуатации машины с таким расчетом, чтобы к моменту продажи ее остаточная стоимость была достаточно весомой.

Оценка остаточной стоимости конкретной машины осуществляется рынком. Уже поэтому – это случайная функция возраста с большим рассеиванием от среднего значения. Что касается среднего значения, то оно, как следует из теоретических соображений, суть, убывающая экспоненциальная функция, асимптотически приближающейся к стоимости металлолома. Это подтверждается также многолетней статистикой продаж подержанных машин за рубежом. Уровень восстановления при ремонте как раз и является решающим фактором, влияющим на значение параметра экспоненты и размах рассеивания.

Таким образом, у третьей задачи есть цель, и есть экономическая мотивация для ее достижения. Более того, все три задачи ремонта взаимосвязаны. Стремление использовать текущие ремонтно-обслуживающие воздействия для уменьшения числа отказов и неисправностей, сокращения за счет этого продолжительности простоев машин по техническим причинам, ведет к росту эксплуатационных затрат, провоцируя тем самым, уменьшение экономически оправданного срока их службы. Это, в свою очередь, снижает возможности соответствующего сокращения затрат природных ресурсов и

энергии. С другой стороны, желание сохранить весомую часть остаточной стоимости к моменту замены машины, вполне корреспондируется с увеличением использования текущих ремонтных процедур и соответствующих затрат. Экономически приемлемый компромисс между этими противоречивыми целями обычно находится в процессе оптимизации срока ее службы.

В новом индустриальном обществе с капиталистической экономикой все стало не столь однозначным. С одной стороны, интерес машиностроительных корпораций к таким показателям ремонтпригодности, которые, как говорится, лежат на поверхности, совпадают с характеристиками эксплуатационного совершенства изделия и оказывают непосредственное влияние на объемы продаж, безусловно, возрос. Возьмем, к примеру, такой показатель, из числа нами ранее упоминаемых, как наличие встроенных средств диагностирования.

Но в своей основе высокая ремонтпригодность – не то свойство, которое привлекательно для коммерчески настроенного производителя. Безусловно, технический сервис – массовый и высоко доходный бизнес, но стремление транснациональных корпораций «привязать» клиента к своей технике, к своей сервисной системе побуждает изготовителя идти на снижение общей ремонтпригодности машин, в том числе и машин сельскохозяйственного назначения. Примеров можно привести сотни.

В лучшем случае для этих целей используется внутрифирменная нормализация и унификация: машины разных заводов имеют свой крепеж, используют свою номенклатуру и типоразмеры подшипников, сальников, штуцеров, муфт, других деталей общего назначения. Но это еще не главное. Весьма часто разные модели одной фирмы – производителя не совместимы друг с другом. Делается это для того, чтобы затруднить использование старых деталей в качестве запасных частей при ремонте. Попробуйте приспособить шланг от нового пылесоса к старому, и вы сразу поймете, о чем идет речь.

Заключение:

Повторим в тезисной форме основные положения приведённых соображений о месте и значимости ремонта в современном постиндустриальном обществе, включающем, естественно, и агропромышленный комплекс.

1. Идеология потребления направляет технический прогресс в русло ускоренного использования, накопленного за миллионы лет и невозобновляемого запаса природных ресурсов. В том числе, и не в последнюю очередь, используемых на замену ранее изготовленных машин.

2. Заведомая ограниченность земных запасов не позволяет считать всегда оптимальной для человечества стратегию максимальной скорости технического прогресса, если он опирается на недоиспользование ресурса уже созданных машин. Здесь недостаточен традиционный расчет, с оценкой экономической эффективности для какой-то локальной хозяйственной или административной системы в течение ограниченного периода времени. Здесь важен нравственный императив глобального характера, устанавливающий приоритет экономии в расходовании запасов природы перед любыми целями технического развития

3. Согласованию интересов ближайших и следующих за ними поколениями землян, а значит и россиян, может служить некоторая компромиссная стратегия технического прогресса, предусматривающая существенное продление сроков использования уже созданных изделий, в том числе и сельскохозяйственной техники, и снижение темпов гонки в потреблении «нового».

4. Основным способом реализации этой глобальной задачи, основным его инструментом, является совершенная техническая эксплуатация машин, включающая ремонт как метод использования и восполнения запаса их жизнестойкости, усиления их сопротивления старению.

5. Чтобы ремонт мог выполнять указанные цели, одних увещеваний о его пользе для будущего человечества – мало. Капитальный ремонт с необходимой модернизацией должен стать нравственно привлекательным и экономически приемлемым для нынешнего владельца машины.

6. Доведение ресурса капитально отремонтированной машины до уровня, сопоставимого с ресурсом новой машины, и при этом, за счет повторного использования некоторых элементов, за меньшую стоимость, превращается из чисто технической задачи, в задачу, экологически важную для общества и государства.

7. Экологические аспекты эксплуатации машин сельского хозяйства, включая повышение соответствующих требований к предприятиям коммерческого технического сервиса, приобретают в свете изложенного первостепенное значение.

#### Литература:

1. Горохов, В.Г. Философия техники /В.Г. Горохов// Энциклопедия «Глобалистика». М., 2003. – 384 с.
2. Джон Гэлбрейт. Новое индустриальное общество. М. – СПб. 2004. – 424 с.
3. Жан Элизе Реклю "Человек и Земля" 1906-1907 г.г. – 662 с.
4. Клименко, В.В. Влияние климата и географических условий на уровень потребления энергии /В.В. Клименко// ДАН. 1994. т. 339. №3.
5. Львов, Д.С. Путь в XXI век, М: 1999 г.
6. Моисеев, Н.Н. Расставание с простотой «Путь в XXI век». Под редакцией акад. РАН Д.С. Львова. М. 1999.
7. Моисеев Н.Н. Расставание с простотой 1998. – 480 с.
8. Северный, А.Э. Обеспечить сохранность и рациональное использование металлофонда в сельском хозяйстве /А.Э Северный// Техника в сельском хозяйстве. 1985. – №1. – С. 5-6.
9. Ушанов, В.А. Сопротивление машин старению /В.А. Ушанов// Красноярский государственный аграрный университет. 2018. – 344 с.
10. Черноиванов, В.И. Состояние и перспективы технического сервиса в АПК Российской Федерации /В.И. Черноиванов// М. 1993. – 65 с.

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

Форсел Ермолай Карлович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Forselermolay@gmail.com

Комаристая Екатерина Александровна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Komaristaya999@gmail.com

Василенко Александр Александрович, канд. техн. наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Wasilenkoa@ya.ru

*В статье рассмотрено мероприятие по повышению энергоэффективности в электрических сетях при помощи замены проводов ЛЭП.*

*Ключевые слова: энергоэффективность, электрические сети, энергоносители, необходимость, потребление, регуляторы.*

## **ENERGY EFFICIENCY IN ELECTRICAL NETWORKS**

Forsel Ermolai Karlovich, student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Forselermolay@gmail.com

Komaristaya Ekaterina Alexandrovna, student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Komaristaya999@gmail.com

Vasilenko Alexander Alexandrovich, candidate of technical sciences, associate professor

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Wasilenkoa@ya.ru

*The article discusses an event to improve energy efficiency in electrical networks by replacing power lines wires.*

*Keywords: energy efficiency, electric networks, energy carriers, necessity, consumption, regulators.*

На сегодняшний день присутствует целое множество факторов, заставляющих задуматься о сокращении энергопотребления. Наиболее значимой проблемой, влияющей на образование данных факторов, является рост цен на энергоносители, а также увеличивающаяся социальная необходимость с целью охраны окружающей среды. Некоторые страны современного мира усиливают кампании, предназначенные с целью снижения потребления энергии, а также вводят законодательные регуляторы для контроля их выполнения. Основной целью данной статьи является изучение энергоэффективности в электрических сетях.

Повышение энергоэффективности является целевой задачей в современном мире, как для российской, так и международной экономической политики.

Данная задача является особенно актуальной для отечественных электросетей. Для подтверждения данного факта необходимо отметить, что, начиная с 1990-х годов по сегодняшний день, потери электрической энергии при передаче посредством сетей выросли в 1,5 раза. Параллельно с этим, эффективность использования капиталовложений упала в 2,5 раза. Поддержка технического состояния электрических сетей является стратегической задачей на сегодняшний день [3].

Решение указанных задач по энергоэффективности и энергосбережению возможно за счет следующих факторов, указанных на рис. 1:



Рис. 1. Факторы для решения указанных задач по энергоэффективности и энергосбережению

С точки зрения надежности по данным НТЦ «Электроэнергетики» за 11 лет наблюдений за ЛЭП 110–750 кВ более половины технологических сбоев в электросетях приходится на провода [4].

Следовательно, повышение надежности проводов существенно повысит надежность самих сетей. Проблема надежности линий электропередачи усугубляется тем, что в последующие годы при возрастающем энергопотреблении (что естественно для страны с развивающейся экономикой) старение сетей и оборудования будет происходить интенсивнее, а, значит, без полномасштабной модернизации эти проблемы могут перерасти в энергетический коллапс.

С целью внедрения энергоэффективных инновационных решений в рамках модернизации электроэнергетики необходимо решить следующие задачи, указанные на рис. 2.

Проблему повышения пропускной способности электросетей также можно эффективно решать с помощью замены проводов ЛЭП.

Использование проводов нового поколения позволяет решить основные

задачи электросетевого комплекса, связанные с повышением надежности, бесперебойным электроснабжением, снижением потерь и увеличением пропускной способности.

Использование проводов нового поколения способно снизить потери линий электропередачи до 30 % и увеличить их пропускную способность от 1,5 до 2 раз. Замена существующих проводов на провода нового поколения позволяет добиться экономии посредством снижения потерь до 98 тыс. руб. на 1 км линии в год и за счет дополнительной передаваемой мощности 150–250 млн руб. на линию в год.

Одним из примеров проводов нового поколения являются высокоэффективные провода с композитным сердечником АССС (Aluminium Composite Core Conductor — алюминиевый провод с композитным сердечником) являются новинкой для российского электроэнергетического рынка. Данная технология американской компании СТС применяет в своих разработках композитные материалы из углеродного волокна — карбоновых нитей, которые являются значительно легкими и прочными относительно стали.

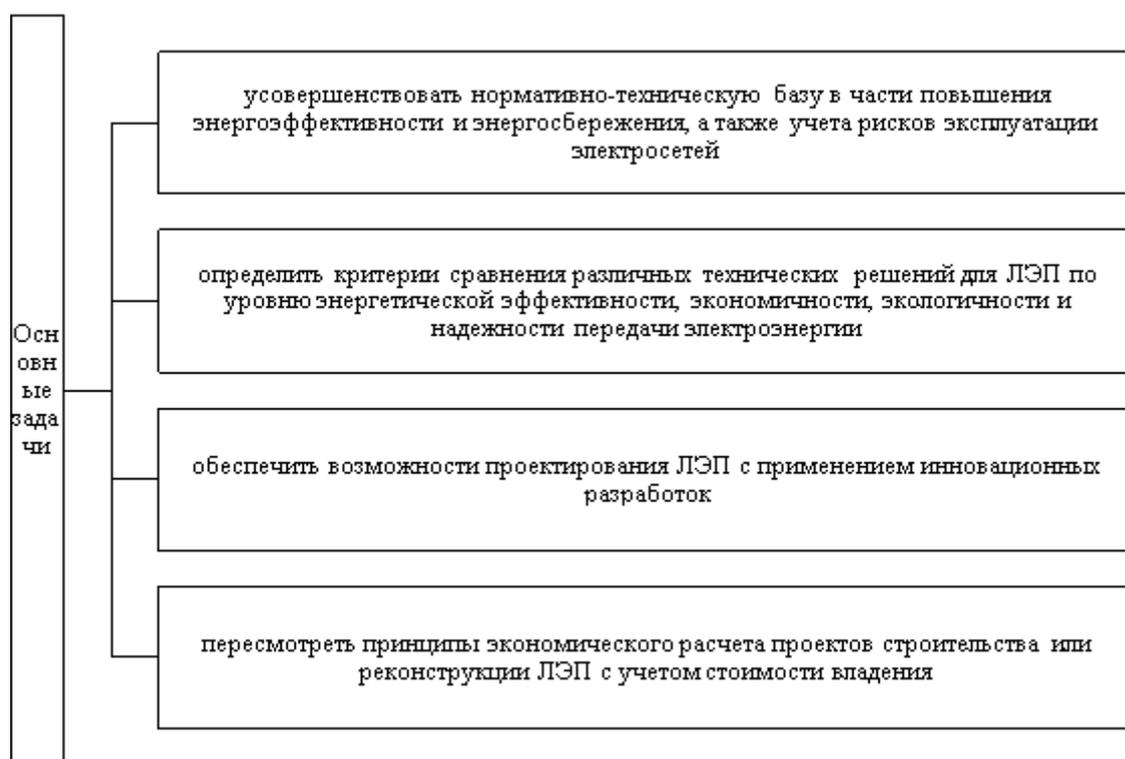


Рис. 2. Основные задачи, направленные для внедрения энергоэффективных инноваций

Необходимо отметить, что реализация полномасштабных инновационных проектов, к примеру, Smart Grid невозможно без внедрения проводов нового поколения, которые являются инновационным решением, основанным на новых технологиях и материалах, сырье высокого качества.

По причине очевидного роста стоимости энергоресурсов потери, которым

ранее почти не уделялось внимание, сейчас стали обходиться слишком дорого.

Высокий уровень потерь в российских электросетях (около 5 % для ФСК и 8–11 % для МРСК) определяется не только высоким уровнем изношенности электросетевого оборудования и сложными условиями климата России. При реализации пилотных проектов с проводами нового поколения выяснилось, что несмотря на все очевидные преимущества и экономический эффект существуют административные барьеры при внедрении инновационных проводов.

Заканчивая данную работу, необходимо отметить, что повышение энергоэффективности линий электропередач является одной из ключевых задач, требующей решения, в современном мире. На сегодняшний день разрабатываются инновационные технологии, направленные с целью сокращения потери электроэнергии при ее передаче по ЛЭП. Основной целью данной статьи являлось изучение энергоэффективности в электрических сетях.

Литература:

1. Ancharova T. V., Bodrukhina S. S., Tsyruk S. A., Yanchenko S. A. Assessment of the influence of higher harmonic components of voltage and current from household electric receivers on the power supply network // *Industrial power engineering*, no. 9, 2012.

2. Krivosta D. Increasing energy efficiency through the use of DC networks. Collection of scientific articles of the 2nd international youth scientific and technical conference 2015.

3. Libkind M. S. Magnetization of power transformers by direct current in order to regulate the consumed or reactive power. — M.-D.: Gosenergoizdat. — 1959.

4. Гетте, А. И. Энергоэффективность в электрических сетях / А. И. Гетте. — Текст: непосредственный // *Молодой ученый*. — 2020. — № 22 (312). — С. 100-102. — URL: <https://moluch.ru/archive/312/70755/> (дата обращения: 30.10.2022).

5. Крысанов В. Н. Симметрирование напряжения в электрических сетях // *Электротехнические комплексы и системы управления*. — 2008.— № 4. — Воронеж: ВГТУ.

## **ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УЛАВЛИВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ ИСПАРЕНИЙ (EVAP)**

Хабардин Василий Николаевич, д-р техн. наук, профессор;

Аносова Анна Иннокентьевна, канд. техн. наук, доцент

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

a.anosova@yandex.ru

*В настоящее время в сельском хозяйстве широко применяются транспортных средств, двигатели внутреннего сгорания оказывает токсичное воздействие на окружающую среду, для уменьшения данных выбросов используются различные системы. В данной статье рассмотрена EVAP.*

*Ключевые слова: сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, система EVAP, топливное испарение.*

## **FEATURES OF THE SYSTEM FUNCTIONING FUEL EVAPORATION (EVAP)**

Khabardin Vasily Nikolaevich, Doctor of Engineering sciences, professor;

Anosova Anna Innokentievna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor

Irkutsk state agrarian university

Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

*At present, vehicles are widely used in agriculture, internal combustion engines have a toxic effect on the environment, and various systems are used to reduce these emissions. This article focuses on EVAP.*

*Key words: agriculture, agro-industrial complex, EVAP system, fuel evaporation.*

Развитию агропромышленного комплекса в значительной степени способствуют научные исследования прикладного характера [1-4]. Применение разработок автотракторной техники с использованием инноваций способствуют лучшему сопровождению производственных процессов не только в промышленности, но и в сельском хозяйстве [4-8]. Основным источником энергии мобильных транспортных средств в настоящее время являются поршневые двигатели внутреннего сгорания. Однако широкое распространение ДВС оказывает токсичное воздействие на окружающую среду. Для минимизации вредных выбросов при функционировании моторов используются различные системы. Одна из которых — это система EVAP.

Испарения горючего, скапливающиеся за время стоянки транспортного средства, аккумулирует система EVAP, а также обеспечивает вывод их во впускной тракт для сжигания во время функционирования двигателя.

Система EVAP моделей предыдущих поколений включала в себя снабженный контрольным клапаном угольного адсорбера, в том числе

коммуникационные линии, связывающие его с баком для горючего.

Кроме того, система состояла из таких элементов как температурный датчик охлаждающей жидкости (ECT), а также вакуумный клапан-переключатель (VSV), включая модуль управления (ЕСМ). Датчик давления испарений горючего, регистрирующий варьирование давления в системе, вызванные утечками устанавливается устройствах последних поколений. Контролируются следующие элементы: топливный бак, а также все подведенные к адсорберу вакуумные линии, включая корпус дросселя.

При неработающем силовом агрегате испарения горючего переводятся из полостей бензобака, в том числе корпуса дросселя в угольный адсорбер, где происходит их аккумулярование до запуска мотора. Когда коленчатый вал двигателя приводится в действие, осуществляется продувка адсорбера и его составные элементы поступают во впускной трубопровод и, далее в камеры сгорания. Конструкция угольного адсорбера снабжена контрольным клапаном, включающего в себя два шарика. Реальные условия (рисунок) эксплуатации силового агрегата, а также значения давления в топливном баке оказывают влияние на положение клапана (открывается или закрывается), варьируя процесс отвода паров горючего из бака, в том числе корпуса дросселя.

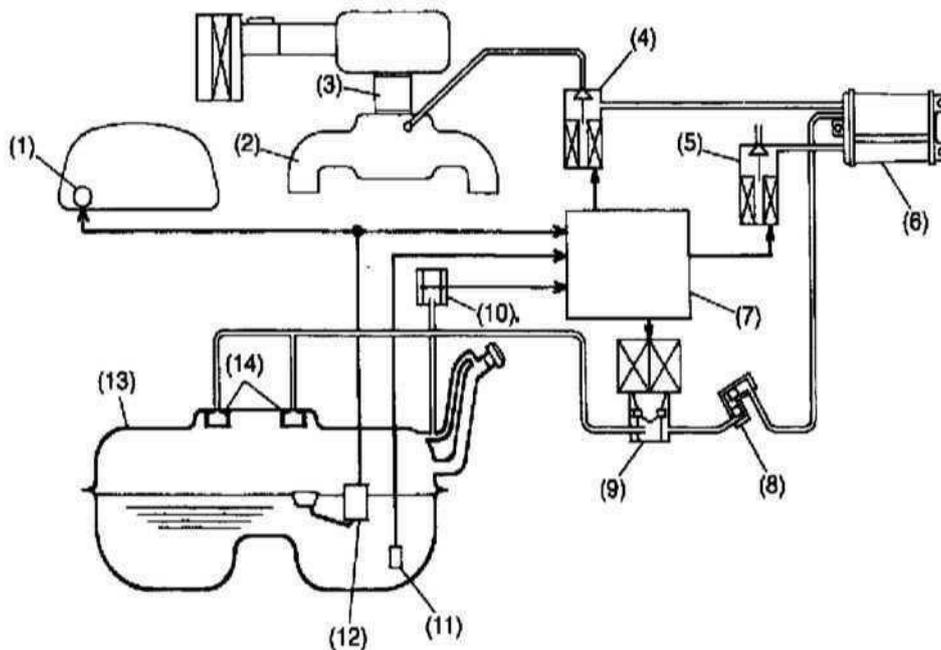


Рисунок. Схема функционирования системы улавливания испарений горючего (EVAP)

- 1 – измеритель расхода горючего; 2 – трубопровод впускной; 3 – корпус дросселя; 4 – электромагнитный клапан для продувки адсорбера; 5 – электромагнитный клапан для управления вентиляцией; 6 – адсорбер угольный; 7 – ЕСМ; 8 – клапан перекидной; 9 – клапан электромагнитный для контроля давления; 10 – датчик контроля давления в баке для горючего; 11 – датчик регистрации температуры горючего; 12 – датчик уровня горючего; 13 – бак для горючего; 14 – клапан запорный.

Технически неисправный контрольный клапан, вышедшие из строя угольный адсорбер, в том числе соединительные шланги системы EVAP могут вызвать нарушение стабильности оборотов холостого хода, снижение коэффициента полезного действия двигателя, самопроизвольные остановки.

Усиление требований, предъявляемых к защите окружающей среды, является ключевым условием модернизации этой системы. В связи с бурным развитием автотракторной техники вопросы, связанные с их корректным функционированием, приобретают очень актуальный характер. Выполнение назревших задач требует принятия правильных решений.

#### Литература:

1. Аносова А.И. Влияние параметров декомпрессирования цилиндров двигателя на момент сопротивления сжатию /А.И. Аносова, П.И. Ильин, С.Н. Шуханов // Вестник ВСГУТУ. 2022.- № 2 (85).- С. 36-40.
2. Аносова А.И. Методика определения безотказности и поиска неисправностей при диагностировании технических средств /А.И. Аносова, О.Н. Хороших, С.Н. Шуханов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021.- № 6 (92).- С. 181-183.
3. Овчинникова Н.И. Геометрические параметры режущего аппарата измельчителя клубней картофеля // Вестник ВСГУТУ. 2021.- № 3 (82). - С. 34-40.
4. Овчинникова Н.И. Диагностирование технического состояния приводов картофелеуборочного комбайна / Н.И. Овчинникова, В.В. Боннет, А.В. Косарева // Аграрный научный журнал. 2021. - № 9.- С. 95-97.
5. Хабардин С.В. Новое техническое устройство для тяговых испытаний автотракторной техники / С.В. Хабардин, Г.Н. Поляков, С.В. Шуханов // Тракторы и сельхозмашины. 2021.- № 3.- С. 37-41.
6. Хараев Г.И. Диагностика пар трения в технических средствах / Г.И. Хараев // Агротехника и энергообеспечение. 2022.- № 2 (35).- С. 49-53.
7. Шуханов С.Н. Результаты экспериментальных исследований измельчителя корнеклубнеплодов / С.Н. Шуханов, А.С. Доржиев, А.В. Косарева // Тракторы и сельхозмашины. 2020.- № 1.- С. 56-61.
8. Шуханов С.Н. Частная методика экспериментальных исследований функционирования поршневого двигателя УЗАМ-331.10, использующего бензин и газообразное топливо / С.Н. Шуханов, А.И. Аносова, О.Н. Хороших // Известия Международной академии аграрного образования. 2022.- № 58.- С. 54-57.

УДК 621.313.33

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ МАСЛОНАСОСА СИЛОВОГО АВТОТРАНСФОРМАТОРА**

Христинич Роман Мирославович, д-р техн. наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
rkhristinich@mail.ru

Христинич Елена Витальевна, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
ekhristinich@mail.ru

Христинич Алексей Романович, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский институт железнодорожного транспорта, Красноярск, Россия  
lex\_0986@mail.ru

*В статье рассмотрены режимы работы асинхронного двигателя маслонасоса системы охлаждения силового автотрансформатора при использовании преобразователя частоты. Показаны преимущества частотного регулирования скорости вращения асинхронного двигателя маслонасоса системы управления охлаждением силовых автотрансформаторов, что позволяет улучшить эффективность охлаждения обмоток и снизить потери электроэнергии автотрансформатора.*

*Ключевые слова: повышение эффективности, автотрансформатор, частотное регулирование, система охлаждения.*

## **MODELING OF OPERATION MODES OF ASYNCHRONOUS MOTOR OIL PUMP OF POWER AUTOTRANSFORMER**

Khrisinich Roman Miroslavovich, Doctor of technical sciences, professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
rkhristinich@mail.ru

Khristinich Elena Vitalievna, candidate of technical science, associate professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
ekhristinich@mail.ru

Khrisinich Alexey Romanovich, candidate of technical science, associate professor  
Krasnoyarsk Institute of Railway Transport, Krasnoyarsk, Russia  
lex\_0986@mail.ru

*The article considers the operating modes of the asynchronous motor of the oil pump of the power autotransformer cooling system when using a frequency converter. The advantages of frequency regulation of the speed of rotation of the asynchronous motor of the oil pump of the power autotransformer cooling control system are shown, which makes it possible to improve the cooling efficiency of the windings and reduce the autotransformer power losses.*

*Keywords: efficiency increase, autotransformer, frequency control, cooling system.*

## 1 Постановка задачи

Включение и работа асинхронных двигателей маслонасосов автотрансформатора (АТ) напрямую от сети предопределяет режим работы двигателя с максимальной потребляемой мощностью и максимальной производительностью. Однако, такие режимы не являются всегда эффективными для работы маслонасосов системы охлаждения АТ, особенно, при не полной загрузке АТ в зимний период. Кроме того, прямой пуск асинхронных двигателей (АД) маслонасосов АТ влечёт значительное увеличение потребляемой мощности из сети во время пуска. Поэтому является целесообразным использование преобразователей частоты для обеспечения режимов пуска и работы АД системы охлаждения АТ, что предопределяет плавное изменение оборотов двигателей [1,2], снижение потребляемой мощности из сети и обеспечение более гибких режимов работы системы охлаждения АТ на различных сезонных отрезках годовой эксплуатации АТ. В системе охлаждения АТ, например, АОДЦТН167000 – 500/220 – 75У1 используется асинхронный двигатель АО2 – 32 – 4 для привода маслонасосов МТ – 8/100.

Асинхронный двигатель привода маслонасосов системы охлаждения означенного АТ имеет следующие параметры: мощность АД – 3,0 кВт; напряжение питания - 380 В; количество фаз – 3; номинальный ток – 6,2А; номинальная нагрузка на валу – 3.0 кВт; частота вращения магнитного поля статора – 1500 об/мин; кратность пускового тока – 5,3; кратность пускового момента – 1,8; кратность максимального момента – 2,2; момент инерции ротора – 0,044 кг м<sup>2</sup>; число пар полюсов – 2; коэффициент мощности – 0,84; двигатель с короткозамкнутым ротором.

Для АД маслонасоса МТ – 8/100 выполнен расчёт в программе Matlab Simulink для двух режимов:

- прямой пуск и работа АД от сети;
- плавный пуск и работа АД от преобразователя частоты.

Для анализа обозначенных режимов исследованы следующие характеристики: изменение тока статора АД включая время пуска - работа в течении 15 секунд в номинальном режиме – останов АД (до полной остановки ротора); изменение потребляемой из сети мощности  $P$  (кВт) АД; изменения частоты вращения ротора  $n$  (об/мин) для режимов пуска и работы АД; изменение частоты  $\omega$  (рад); изменение момента  $M$  для режимов пуска и работы АД.

## 2 Особенности моделирования прямого пуска и работы АД маслонасоса от преобразователя частоты в программе Matlab Simulink

В соответствии с условием рассмотрены переходные процессы при прямом пуске маслонасоса в режиме пуск АД – работа в течении 15 сек – остановка АД. Схема в Simulink представлена на рисунке 2.1.

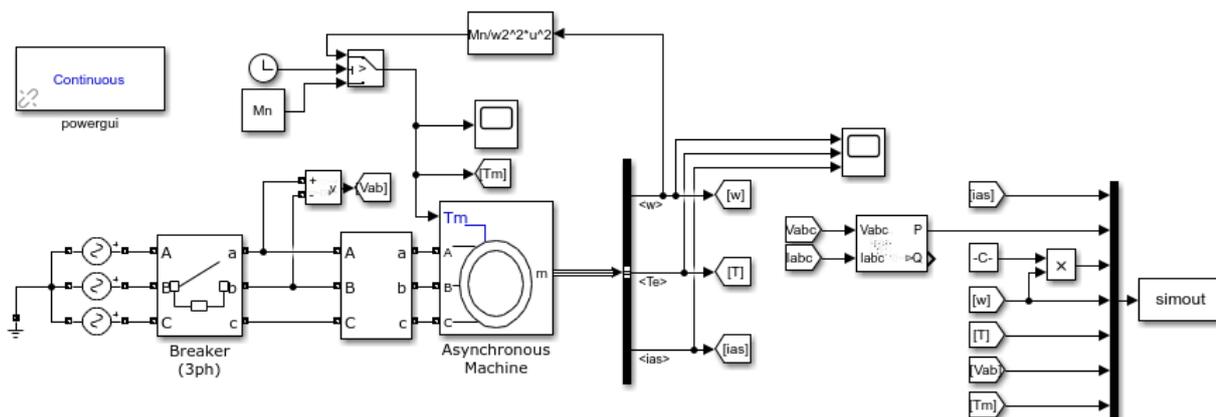


Рисунок 2.1 Схема для прямого пуска АД

Результаты расчёта представлены на графике 2.2. Рассмотрим часть осциллограммы, соответствующей непосредственно пуску двигателя. В момент времени 0 к статору двигателя прикладывается синусоидальное напряжение с частотой 50 Гц, ток в статоре создает вращающееся электромагнитное поле, которое взаимодействует с наведенными токами в роторе, и создает электромагнитный момент, превышающий механический момент нагрузки, приложенный к валу ротора, что приводит к постепенному раскручиванию ротора (график количества оборотов или циклической частоты вращения ротора).

Раскручивание происходит вплоть до номинальной скорости вращения ротора – 1450 об/мин или номинальной циклической частоты 152 рад/с, отличающихся от синхронной частоты величиной скольжения. На начальном этапе разгон происходит неравномерно, пульсации частоты связаны с пульсациями электромагнитного момента, обусловленные в том числе периодичностью тока статора. Пик пускового тока достигает 58,5 А, что в 6,7 раза больше номинального тока 8,8 А. Пусковой момент достигает 58 Н\*м, что в 2,9 раза больше номинального момента 19,7 Н\*м.

После выхода в номинальный режим работы ток статора имеет синусоидальную форму с амплитудой 9,1 А, электромагнитный момент равен 20,5 Н\*м. Отметим, что установившийся ток двигателя и электромагнитный момент несколько больше заданных номинальных значений, это связано с учётом сил трения. Мощность потребления в номинальном режиме равна 3,7 кВт, а полезная мощность с учетом КПД (но без учёта трения) 3,1 кВт.

В соответствии с условием рассмотрены переходные процессы при частотном регулировании пуска маслонасоса в режиме пуск АД – работа в течении 15 сек – остановка АД.

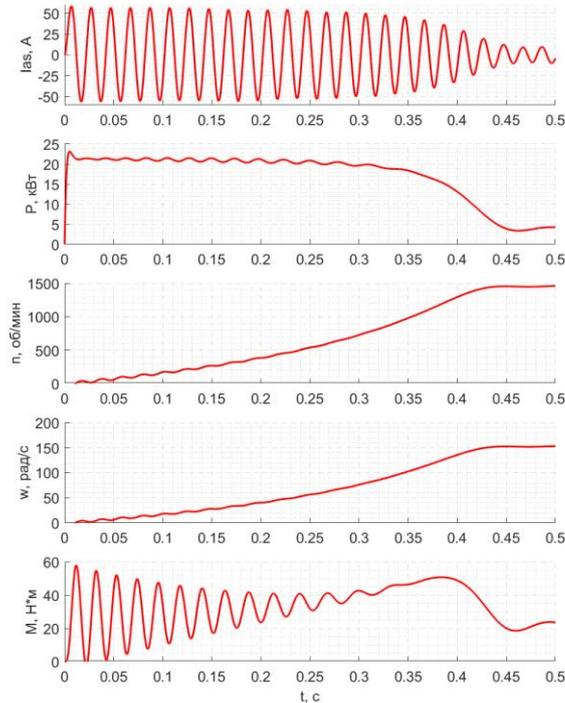


Рисунок 2.2 – Графики по порядку сверху – вниз: ток статора в фазе А (А), мощность потребления (кВт), количество оборотов ротора в минуту (об./мин.), циклическая частота вращения ротора (рад/с), электрический момент ротора (Н\*м).

Схема частотного регулирования в Simulink представлена на рисунке 2.3.

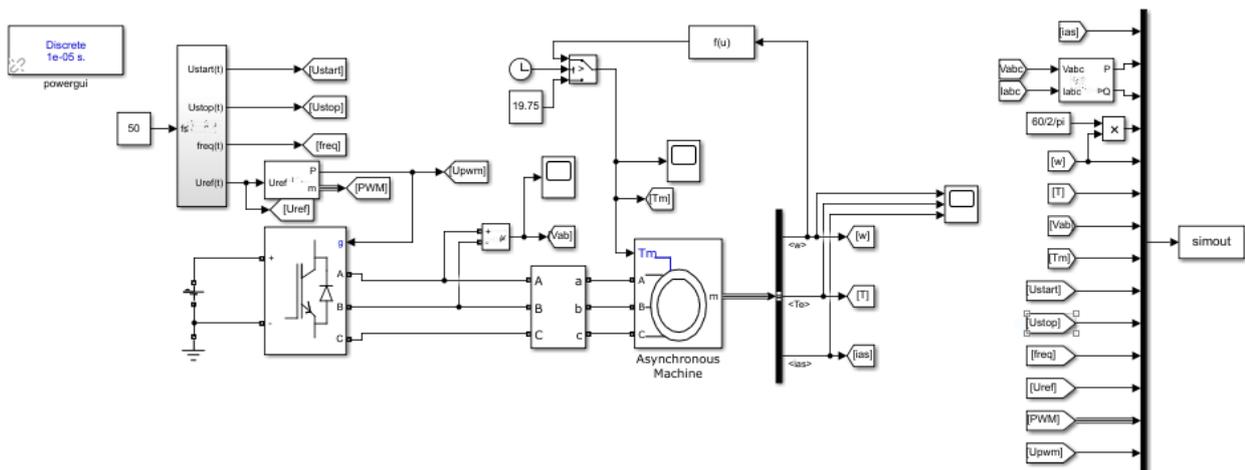


Рисунок 2.3 - Схема частотного регулирования АД маслонасоса

На схеме в качестве источника питания используется источник постоянного напряжения с трёхфазным инвертором, который состоит из 6 полупроводниковых коммутаторов (2 на одну фазу – по одному на полярность), которые открываются и закрываются в соответствии с алгоритмом частотного управления. Блок алгоритма управления по закону  $U/f = \text{const}$  с IR-

компенсацией, которая выполнялась на основе начального задания  $U$ , формирует и подаёт на вход ШИМ-инвертора три синусоидальных сигнала с единичной амплитудой.

Для плавного разгона двигателя при пуске и плавной остановки зададим желаемую зависимость частоты опорных синусоидальных напряжений от времени (рис. 2.4, а). При этом амплитуда синусоидальных опорных напряжений при остановке связана с частотой по закону Костенко, а при пуске немного отклоняется от закона Костенко в сторону больших амплитуд при низких частотах [3] (рис. 2.4, б).

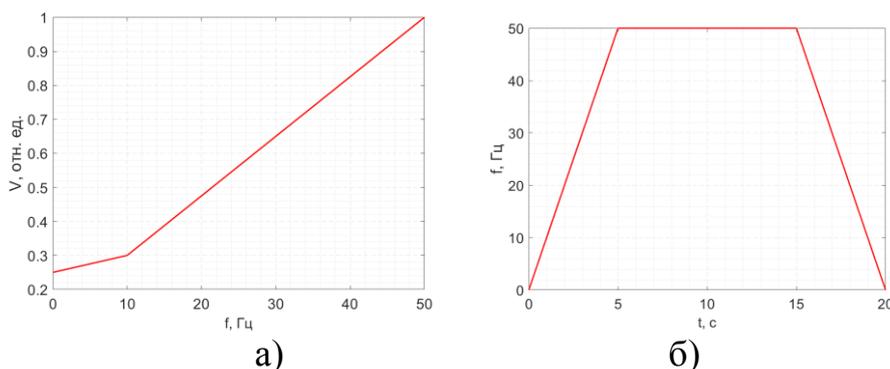


Рисунок 2.4, а - Зависимость амплитуды от частоты опорного напряжения; б - осциллограмма частоты опорного напряжения.

Расчётные результаты работы двигателя с частотным управлением представлены на рисунке 2.6. Из осциллограмм видно, что пуск двигателя происходит в соответствии с заданной частотой опорного напряжения.

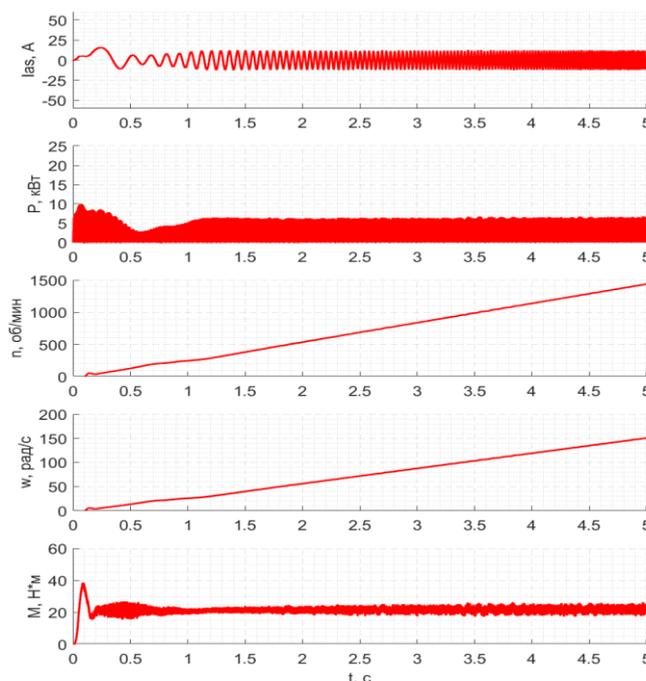


Рисунок 2.6 - Графики по порядку сверху-вниз: ток статора в фазе А (А), мощность потребления (кВт), количество оборотов ротора в минуту (об/мин.), циклическая частота вращения ротора (рад/с), электрический момент ротора ( $H^*M$ ).

При нагружении АД маслонасоса автотрансформатора примененный способ регулировки обеспечивает ШИМ напряжения и тока, что приводит к:

1. Более медленному разгону по сравнению с прямым пуском.

2. Несколько меньшим пусковым токам.

3. Значительно меньшему пусковому моменту.

4. Пусковые токи практически находятся около номинальных значений на всём протяжении времени пуска.

### **3 Выводы**

1. Разработана математическая модель режимов пуска и останова АД маслонасоса в программе Matlab Simulink для исследования переходных режимов приводных двигателей в режиме прямого пуска АД и пуска АД от преобразователя частоты.

2. Выявлено, что при использовании преобразователя частоты в системе пуска АД маслонасоса пусковой ток двигателя меньше пускового тока АД при прямом пуске в 6,7 раз и не превышает номинальных значений.

3. Снижение пускового тока АД при использовании преобразователя частоты позволяет экономить электроэнергию при пуске АД маслонасосов и вентиляторов, а также исключить ударные режимы на обмотки статора и ротора приводного АД.

### **Литература:**

1. Москаленко В.В. Электрический привод: Учеб. пособие для выс. образования / В.В. Москаленко. – 2-е изд., стер – М.: Издательский центр «Академия», 2004-368с.

2. Новиков, Г. В. Частотное управление асинхронными электродвигателями / Г. В. Новиков. — Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 498 с.

3. Фираго Б.И., Павлячик Л.Б. Регулируемые электроприводы переменного тока. Минск: Техноперспектива, 2006. 363 с.

УДК 631.358: 633.521

**К ВОПРОСУ СООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТЯНУТОСТИ  
ЛЕНТЫ ЛЬНА КАК ФАКТОРА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ  
ОБМОЛАЧИВАЮЩИХ И ОЧЕСЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ**

Цайц Максим Валерьевич, магистр техн. наук, старший преподаватель  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь  
maksimts@tut.by

*В статье проведен анализ подачи на очес ленты стеблей льна и возможности использования растянутости ленты льна и ширины зоны расположения семенных коробочек в ленте как факторов, оказывающих влияние на процесс отделения семенной части от стеблей при исследовании очесывающих устройств.*

*Ключевые слова: очесывающее устройство, обмолачивающее устройство, лен долгунец, фактор, оказывающий влияние, качество очеса, растянутость ленты льна.*

**ON THE QUESTION OF CONSISTENCY OF THE APPLICATION OF  
EXTENSION LINEN TAPES AS A FACTOR IN RESEARCH THRESHING  
AND SKILLING DEVICES**

Tsaits Maksim Valer'evich, Master of Technical Sciences, Senior Lecturer,  
Department of Life Safety,  
Belarusian State Agricultural Academy,  
Gorki, Republic of Belarus  
maksimts@tut.by

*The article analyzes the supply of flax stalks to the stripping tape and the possibility of using the stretching of the flax tape and the width of the seed pod location zone in the tape as factors influencing the process of separating the seed part from the stems in the study of combing devices.*

*Key words: combing device, threshing device, long flax, influencing factor, tow quality, stretching of the flax ribbon.*

**Введение.** Одним из наиболее ответственных процессов в уборке льна-долгунца является отделение семян льна от стеблей [1]. От уровня его совершенства, зависит величина урожая, размер потерь, качество льнопродукции, трудоемкость и энергоемкость сушки и обработки льновороха. В свою очередь уровень совершенства определяется физико-механическими свойствами обрабатываемого материала и конструктивного исполнения устройства. Несмотря на существенное различие устройств по конструктивному исполнению многие из них характеризуются одинаковыми параметрами.

Исследованию процесса отделения семенной части от стеблей льна посвящены десятки работ отечественных и зарубежных исследователей. Одним

из основных параметров очесывающего (обмолачивающего) аппарата является ширина его активной зоны, которая характеризует параметр устройства, соответствующий ширине ленты льна, с которой взаимодействуют рабочие органы аппарата и напрямую определяют качество отделения семян от стеблей. В исследованиях устройств (очесывающих, обмолачивающих) для отделения семенной части льна от стеблей одним из параметров оказывающих существенное влияние на критерий оптимизации исследовались конструктивный параметр – ширина активной зоны очесывающего аппарата или ширина очесывающе-щелевого пространства) устройства или технологический параметр – растянутость ленты стеблей льна  $\lambda$  и ширина зоны расположения семенных коробочек в ленте  $l_{к.л.}$ . В исследованиях аппарата для отделения коробочек от стеблей льна В. А. Масленниковым [2] и в исследовании гребневого очесывающе-транспортирующего аппарата А. В. Галкиным [3] одним из существенных факторов оказывающих влияние на процесс отделения семенной части от стеблей принимался показатель растянутости ленты льна. В исследованиях качества работы гребневого очесывающего аппарата А. Н. Зинцовым принимался показатель – ширина зоны расположения коробочек в ленте [4].

Растянутость ленты льна-долгунца – отношение средней ширины ленты льна-долгунца к средней общей длине его стебля [5].

Р. А. Ростовцев при исследовании щелевого динамически-активного очесывающего аппарата фактором, оказывающим существенное влияние на качество работы устройства принимал ширину очесывающе-щелевого пространства, характеризующий его конструктивное исполнение (размер) [6].

**Цель работы.** Проанализировать целесообразность использования растянутости ленты льна, ширины зоны расположения семенных коробочек в ленте или ширины активной зоны очесывающего аппарата в качестве параметра оказывающего влияние на качественные показатели процесса.

**Материалы и методика исследований.** Анализ параметров растянутости ленты льна и зоны расположения семенных коробочек в ленте льна, параметры подачи ленты льна в зону очесывания производили в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D. Расчет параметров растянутости ленты льна осуществлялся в математическом пакете MathCad по изложенной в работе методике.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Как правило, исследователями, конструктивные параметры (активная зона обмолота или ширина очесывающе-щелевого пространства) определялись на этапе теоретических исследований опираясь на параметры подаваемой на обработку ленты стеблей льна, а в процессе практических исследований и подтверждалась выдвинутая гипотеза или уточнялся конструктивный параметр. При этом сам параметр при исследовании не изменялся.

Формирование ленты стеблей льна при уборке льноуборочным комбайном достаточно полно описано в работе авторов В. С. Астахов, С. В. Курзенков и О. В. Гордеенко [6]. Авторы утверждают, что наибольший вред качеству лент стеблей приносит растянутость лент льна.

Растянutosть ленты можно определить по зависимости [6]

$$\lambda = \frac{\sqrt{S_M^2 + \frac{b_{\text{тер}}^2}{4} + \left(r_k - L \cdot \sin(\chi + \alpha_p - \alpha_{\text{рн}})\right)^2}}{r_k - L \cdot \sin(\chi + \alpha_p - \alpha_{\text{рн}})}, \quad (1)$$

где  $S_M$  – путь, пройденный с. х. машиной за время  $t$ , м;

$b_{\text{тер}}$  – ширина захвата секции теребильного аппарата, м;

$r_k$  – радиус полевого колеса, м;

$L$  – расстояние от оси вращения полевого колеса до точки начала затягивания стеблей льна в теребильный ручей, м;

$\chi$  – угол определяющий наклон отрезка Сок к горизонту в крайнем нижнем положении теребильного аппарата, рад.;

$\alpha_p$  – угол наклона теребильного ручья, град.;

$\alpha_{\text{рн}}$  – угол наклона теребильного аппарата к горизонту в крайнем нижнем положении, град.

В свою очередь зона расположения семенных коробочек в ленте зависит от величины зоны расположения семенных коробочек в стеблестое, а также от величины относительного сдвига стеблей при формировании ленты определяемый показателем растянutosти  $\lambda$ .

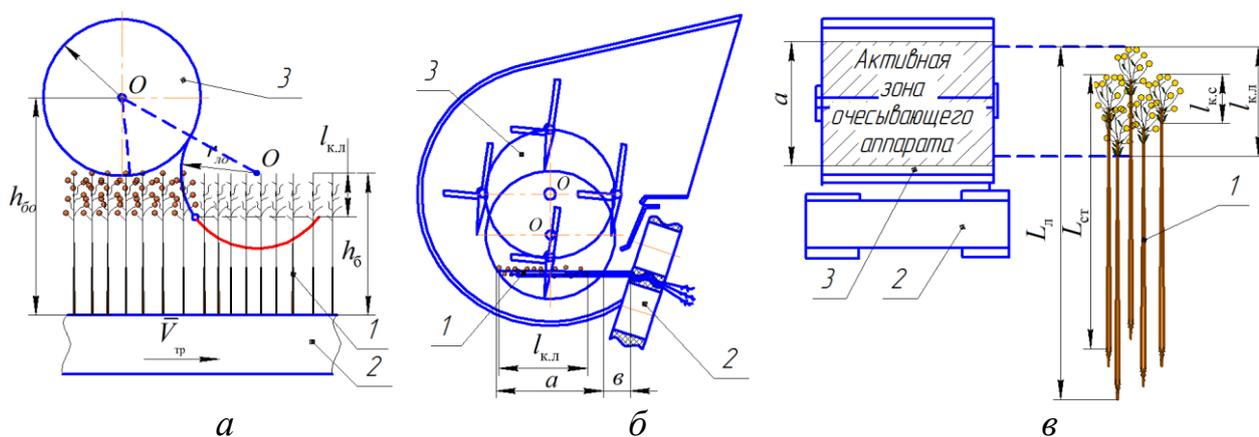


Рисунок 1 – Схема работы щелевого аппарата (а), схема работы гребневого аппарата (б), общая схема к определению длины зоны расположения семенных коробочек в ленте стеблей льна (в): 1 – лента стеблей льна; 2 – зажимной транспортер; 3 – очесывающий барабан.

Из анализа схемы (рисунок 1) ширину  $l_{\text{к.л}}$  зоны расположения семенных коробочек в ленте льна можно представить как

$$l_{\text{к.л}} = l_{\text{к.с}} + L_{\text{ст}}(\lambda - 1) \quad (2)$$

где  $l_{\text{к.с}}$  – высота зоны расположения семенных коробочек в стеблестое, м;

$L_{\text{ст}}$  – для стеблей льна, м;

$\lambda$  – растянutosть ленты стеблей льна.

Графическая интерпретация зависимости (2) с учетом (1) приведена на рисунке 2.

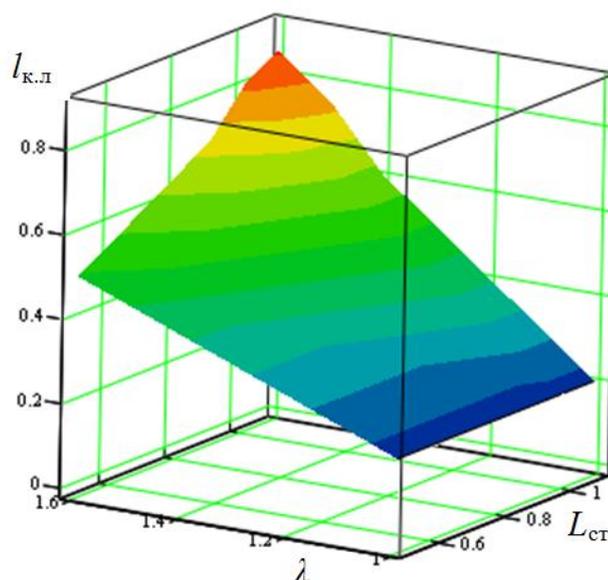


Рисунок 2. – График зависимости ширины  $l_{к.л}$  расположения семенных коробочек в ленте от длины стеблей  $L_{ст}$  и показателя растянутости ленты льна  $\lambda$

Из графической зависимости (рисунок 2) видно, что показатель растянутости ленты льна и ширина зоны расположения семенных коробочек в ленте имеют нелинейную зависимость от длины стеблей льна. Так например, при уборке прямых посевов высота тербления составляет 1/3 высоты стеблестоя, высоте стеблестоя  $L_{ст} = 0,5$  м и показатель растянутости ленты льна составит

$\lambda = 1,168$ , а ширина зоны расположения семенных коробочек в ленте  $l_{к.л} = 0,234$  м. При тех же условиях и высоте стеблестоя  $L_{ст} = 1,0$  м показатель растянутости ленты льна составит  $\lambda = 1,087$ , а ширина зоны расположения семенных коробочек ленте  $l_{к.л} = 0,287$  м. При работе на полеглом стеблестое тербильный аппарат льноуборочной машины опускается максимально вниз, а высота тербления может составлять 1/5 высоты стеблестоя. В таком случае при длине стебля  $L_{ст} = 0,5$  м показатель растянутости ленты льна составит  $\lambda = 1,217$ , а ширина зоны расположения семенных коробочек в ленте  $l_{к.л} = 0,258$  м. При тех же условиях и высоте стеблестоя  $L_{ст} = 1,0$  м показатель растянутости ленты льна составит  $\lambda = 1,101$ , а ширина зоны расположения семенных коробочек ленте  $l_{к.л} = 0,301$  м.

Для того, чтобы отделить все семенные коробочки от стеблей необходимо не только правильная подача ленты льна в зону очеса, но и достаточная ширина  $a$  активной зоны очесывающего аппарата. Согласно исследованиям Д. Г. Фадеева ширина активной зоны очесывающего аппарата в зависимости от угла установки относительно зажимного транспортера находится в пределах 0,48...0,54 м [8].

**Заключение.** На основании изложенного можно сделать вывод о том, что ширину активной зоны очесывающего (обмолачивающего) устройства целесообразно определять на этапе теоретических исследований таким образом, чтобы она была больше ширины зоны расположения семенных коробочек в

обрабатываемой ленте льна. Показатель растянутости является характеристикой ленты льна и лишь косвенно характеризует ширину зоны расположения семенных коробочек в ленте. Фактором, оказывающим существенное влияние на процесс отделения семенной части урожая от стеблей, следует принимать ширину зоны расположения семенных коробочек в ленте.

#### Литература:

1. Алексеенко, А. С. Разработка роторного бильно-вычесывающего устройства льна / А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2019. – № 1(18). – С. 234–241.

2. Масленников, В. А. Совершенствование технологии с обоснованием параметров и режимов работы аппарата для отделения коробочек от стеблей: автореф. ... дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Масленников Валерий Александрович. – Рязань, 1995. – 20 с.

3. Галкин, А. В. Повышение эффективности льноуборочного комбайна путем совершенствования гребневого очесывающе-транспортирующего аппарата: автореф. ... дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Масленников Валерий Александрович. – Санкт-Петербург – 2007, – 25 с.

4. Зинцов, А. Н. Обоснование и разработка процессов и машин для раздельной уборки льна-долгунца: дис. ... док. техн. наук. 05.20.01 – Кострома, 2007. – 347 с.

5. ГОСТ 33734–2016. Межгосударственный стандарт. Техника сельскохозяйственная. Комбайны и машины для уборки льна. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2017. – 73 с.

6. Ростовцев, Р. А. Повышение качества очеса стеблей льна путем совершенствования технологии и оптимизации параметров и режимов работы очесывающего аппарата: автореф. ... дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Ростовцев Роман Анатольевич. – Санкт-Петербург-Павловск, 2003. – 19 с.

7. Астахов, В. С. Анализ формирования растянутости ленты льна-долгунца при уборке комбайновой технологией / В. С. Астахов, С. В. Курзенков, О. В. Гордеенко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2. – С. 180–186.

8. Фадеев, Д. Г. Совершенствование процесса очеса стеблей в льноуборочном комбайне: дис. ... канд. техн. наук. 05.20.01 / Фадеев Денис Геннадьевич – Л.: Тверь, 2017. – 236 с.

УДК 331.45:631.3

## **ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ ОБУЧЕНИЯ ОХРАНЕ ТРУДА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

Чепелев Николай Иванович, д-р техн. наук, профессор

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: tschepelevnikolai@yandex.ru

Маслова Татьяна Владимировна, ассистент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: mtvmtv883@yandex.ru

*Аннотация: В статье приводится анализ обучения охране труда. Выявлено, что много несчастных случаев происходит по причине недостаточного обучения охране труда. С учетом исследований разработаны рекомендации по совершенствованию учебного процесса.*

*Ключевые слова: охрана, труд, травма, обучение, качество, переподготовка, образование.*

## **CONTINUITY OF OCCUPATIONAL SAFETY TRAINING AS A TOOL FOR IMPROVING SAFETY**

Nikolay Ivanovich Chepelev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Krasnoyarsk

State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: tschepelevnikolai@yandex.ru

Maslova Tatiana Vladimirovna, Assistant of the Department of Life Safety,

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: mtvmtv883@yandex.ru

*Abstract: The article provides an analysis of occupational safety training. It has been revealed that many accidents occur due to insufficient training in occupational safety. Taking into account the research, recommendations for improving the educational process have been developed.*

*Keywords: security, labor, injury, training, quality, retraining, education.*

Анализ производственного травматизма показывает, что доля травмированных по причине недостаточной обученности составляет от 15 до 20 процентов. Учитывая же множество причин травматизма, можно уверенно констатировать, что в каждом несчастном случае фактор недостаточного обучения имеет место [1].

Существуют критические замечания в адрес вузовского обучения охране труда, и с ними нельзя не согласиться. Действительно, в вузе в настоящее время преподается дисциплина, которая называется «Безопасность жизнедеятельности» или «Безопасность технологических процессов и производств», одной из основных составляющих частей которой является охрана труда. В данный период, когда изношенность оборудования на производстве приближается к критической отметке и вероятность возникновения техногенных аварий высока, такой подход при подготовке

специалистов с высшим образованием оправдан. Однако, с другой стороны, в связи с уменьшением количества аудиторного времени, отведенного на охрану труда, предприятие получает специалиста, не имеющего основательных знаний в этой области, что в итоге может косвенно способствовать ухудшению защищенности работников на участках производства, вверенных этому специалисту.

Значит, нужно повышать качество обучения. Как это сделать? Одним из путей, повышающих эффективность обучения, может стать применение компьютерных программ как средств в учебном процессе. Охрану труда как предмет обучения можно представить в виде множества нормативно законодательных актов и предписаний. Каждый такой акт или предписание в концентрированном виде обобщает теоретическое положение различных научных дисциплин, многочисленные эмпирические факты, практический опыт высококвалифицированных специалистов и т.д. Применение традиционной схемы обучения с ориентацией на лекционную подачу материала вызывает определенную трудность в восприятии и запоминании. Использование на компьютерах современных программных средств позволяет, помимо текстовой информации и статических графических изображений, применять динамическое изображение в виде анимационных фрагментов, и также звуковые комментарии к этим фрагментам. Использование компьютера, таким образом, позволяет делать материал интерактивным. Как и при любом процессе обучения, в данном случае очень важно четкое понимание и запоминание учебного материала, что достигается повторением блока информации в различных интерпретациях до тех пор, пока по результатам промежуточного тестирования не станет очевидным, что обучаемый полностью освоил данный ему раздел или тему.

Учебные программы, действующие в вузе сегодня, не учитывают основных моментов известного Постановления Правительства РФ от 24 декабря 2021 г. «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда». Необходимо, чтобы в учебных программах более широко освещались такие вопросы, как управление охраной труда и ее нормативно-законодательная база, специальная оценка условий труда на рабочих местах, коллективный договор, обязательное страхование от несчастных случаев и др. Недостаточная осведомленность именно в этих областях охраны труда затрудняет деятельность специалиста сразу после окончания вуза и требует дополнительных усилий и времени их усвоения. Этого можно избежать, скорректировав соответствующим образом учебные программы с учетом реалий настоящего времени, т.е. учесть существование института уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда профессиональных союзов или других объединений работников, наличие комитетов (комиссий) по охране труда в организациях.

Актуальность преемственности обучения охране труда в вузе становится еще более явной при повышении квалификации специалиста или при его послевузовском обучении в учебных центрах. Данное обстоятельство прослеживается при работе аналогичного центра в Красноярском

государственном аграрном университете [2].

В Центре повышения квалификации и переподготовки кадров в области безопасности жизнедеятельности Красноярского государственного аграрного университета проходят обучение, повышение квалификации и аттестацию по охране труда и промышленной безопасности специалисты и руководители предприятий различных отраслей промышленности и энергетики, работники служб охраны труда, а также отдельные категории застрахованных в соответствии с федеральным законом «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». В большинстве своем слушатели курсов являются выпускниками вузов г. Красноярска, что и позволяет с уверенностью говорить об этой проблеме. Выясняется, что учебной программой курса «Безопасность жизнедеятельности» некоторые вопросы охраны труда были упущены, и бывший выпускник вуза в производственных условиях встречается с ними впервые, что, как следствие, увеличивает риск производственного травматизма.

Чтобы исключить этот риск, нужно централизованно подготовить и издать учебное пособие, которое, вобрав в себя все законодательство по охране труда, значительно улучшило бы качество обучения и явилось бы действенным подспорьем в работе вышеназванной категории обучаемых. Необязательно это пособие должно иметь вид учебника, его можно выпустить и на электронном носителе, что, в свою очередь, позволит использовать при обучении компьютерную технику.

Таким образом, повышение эффективности обучения охране труда в вузе, а затем и в учебных центрах, его преемственность, можно рассматривать как одно из важных мероприятий, которые позволяют предупреждать производственный травматизм, сохранять здоровье работающих.

#### Литература:

1. 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.

2. Чепелев Н.И., Основные направления повышения безопасности труда работников в Красноярском крае: Чепелев Н.И., Маслова Т.В. В сборнике: Инновационное развитие АПК Байкальского региона. Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 90-летию Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. Улан-Удэ, 2021. С. 136-139.

УДК 331.45:631.3

## **УЛУЧШЕНИЕ ОХРАНЫ ТРУДА ЗА СЧЕТ РАЗВИТИЯ АРЕНДНЫХ ОТНОШЕНИЙ**

Чепелев Николай Иванович, д-р техн. наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: tschepelevnikolai@yandex.ru

Маслова Татьяна Владимировна, ассистент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
e-mail: mtvmtv883@yandex.ru

*Аннотация: В статье приводятся исследования в сфере обеспечения работников предприятий специальной одеждой, а также предлагаются некоторые варианты предоставления сертифицированной специальной одежды.*

*Ключевые слова: одежда, труд, работодатель, охрана, сертификация, работник.*

## **IMPROVEMENT OF LABOR PROTECTION THROUGH THE DEVELOPMENT OF RENTAL RELATIONS**

Nikolay Ivanovich Chepelev, Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
Maslova Tatiana Vladimirovna, Assistant of the Department of Life Safety,  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*Abstract: The article presents research in the field of providing employees of enterprises with special clothing, and also offers some options for providing certified special clothing.*

*Keywords: clothing, labor, employer, security, certification, employee.*

Назначение рабочей одежды – предохранить человека от воздействия различных техногенных факторов. Среди них: высокая или низкая температура, влага, различные технологические загрязнения, пыль, кислоты и прочее. При этом одежда не должна сковывать движения, не должна легко воспламеняться, в то же время должна быть износостойкой, практичной.

Для регулирования процесса обеспечения наемных работников рабочей одеждой существует законодательство, в частности, Трудовой кодекс РФ ст. 221 ТК РФ, согласно которой «...Работодатель за счет своих средств обязан в соответствии с установленными нормами обеспечивать своевременную выдачу средств индивидуальной защиты, их хранение, а также стирку, химическую чистку, сушку, ремонт и замену средств индивидуальной защиты...». Нормы выдачи спецодежды для различных отраслей экономики регламентированы соответствующими постановлениями Минтруда РФ [1].

Текущее положение дел на предприятиях и в организациях характеризуется, как правило, тремя вариантами по обслуживанию спецодежды.

1. «Купил, выдал и забыл». В этом случае рабочая одежда закупается раз

в год, при этом все вопросы по обслуживанию и ремонту изделий перекладываются непосредственно на персонал, который носит эту одежду. Этот вариант характеризуется крайней степенью дешевизны, однако ни о какой культуре производства в данном случае говорить не приходится.

2. Спецодежду обслуживает сторонняя прачечная. С одной стороны, это решение проблемы, поскольку обслуживание отдано специализированной организации. Но это приводит к увеличению количества операций, людей и дополнительному расходованию денежных средств. Зачастую одежду с разных предприятий стирают в одной машине, одежда никоим образом не маркируется, и на выходе вряд ли кто-нибудь из работников опознает именно свои брюки или куртку.

3. Предприятие строит свою прачечную и организует самостоятельное обслуживание спецодежды. Однако это связано с большими инвестициями, необходимостью содержать обслуживающий персонал, постоянно закупать моющие средства. Кроме того, возникает вопрос утилизации загрязненной воды.

Проведенные исследования позволили выяснить, что такие параметры, как соответствие размера и внешний вид спецодежды, ткань, наличие дополнительной фурнитуры и элементов на спецодежде, может увеличивать или уменьшать производительность труда работников на 15-25 %, что играет немаловажную роль в рабочем процессе [2].

С учетом зарубежного опыта решение данной проблемы реализовано арендой рабочей одежды. Суть аренды рабочей одежды заключалась в предоставлении профессиональной одежды в пользование и обслуживании ее. Арендная компания предоставляет спецодежду предприятиям в пользование, то есть компания инвестирует свои средства в изготовление рабочей одежды, после чего предоставляет эту одежду в аренду. Таким образом, одежда не является собственностью предприятия-клиента, и оно не платит за изготовление одежды.

Далее производится примерка сотрудников компании-клиента с тем, чтобы учесть все нестандартные нюансы в размерах работника при изготовлении индивидуальных комплектов рабочей одежды. Вся одежда маркируется несмываемыми бирками, на которых указываются фамилия работника, размер одежды, цех или подразделение, дата запуска одежды в обращение. Таким образом, работник носит только свою одежду и получает ее без путаницы и проволочек.

Далее на предприятии организуется процесс обеспечения работников спецодеждой. И здесь стоит выделить несколько ключевых этапов, которые прописываются заранее представителями обеих компаний, согласовываются и в дальнейшем неукоснительно выполняются:

1. Доставка спецодежды осуществляется арендной компанией в заранее установленное время.

2. Размещение одежды производится кладовщиком компании-клиента в специально организованных для этого местах. Вся пришедшая одежда размещена в транспортировочных мешках по комплектам.

3. Выдача одежды осуществляется в зависимости от существующих потребностей предприятия. Один из вариантов предполагает, что для каждого сотрудника изготавливается три комплекта спецодежды: один комплект человек носит, второй находится у него на смену в течение недели, а также во время подготовки грязного комплекта к сдаче, третий находится в арендной компании. Таким образом, еженедельно происходит стирка и ремонт спецодежды, поддерживается требуемая ее чистота и сохранность.

Предлагается и другая схема, по которой работникам предоставляются два комплекта одежды со стиркой раз в две недели и т. д. Выдача одежды при этом производится кладовщиком чистой одежды на склад или, например, в зависимости от производственных нужд ежедневно (в этом случае может просто увеличиваться количество комплектов одежды, предоставляемых в пользование).

Таким образом, по сути, арендная компания обеспечивает полный сервис в рамках договора аренды, что приводит к снижению управленческих затрат на предприятии, обеспечивает качественное предоставление услуги [3].

На следующем этапе грязная одежда доставляется в сервисный центр арендной компании. И здесь также можно выделить несколько этапов обслуживания спецодежды.

1. Производится учет поступившей на обслуживание спецодежды.

2. Стирка одежды производится в стиральных машинах промышленного типа. Моющие средства в дальнейшем утилизируются и не наносят вреда окружающей среде.

3. Далее выстиранная и высушенная одежда поступает в ремонтный цех, где каждая единица спецодежды проверяется на предмет повреждений и при необходимости ремонтируется.

4. Глажка одежды производится либо в парогенераторах, либо вручную в зависимости от типа используемой одежды.

5. Арендная компания содержит склад готовой одежды. Для этого используются складские площади, на которых стоят стеллажи с одеждой самых различных размеров – от 42 до 66.

Что же получит предприятие, которое обратилось к услугам по аренде рабочей одежды?

1. Предприятие не несет лишних затрат на закупку, пошив, доставку, складирование рабочей одежды; аренда одежды предприятием не связывает его капиталы, которые можно направить на производственную и хозяйственную деятельность; расходы в будущем на рабочую одежду можно легко спрогнозировать и заложить в бюджет заранее.

2. Количество необходимых комплектов рабочей одежды рассчитывается с учетом потребностей предприятия и при необходимости может изменяться.

3. Вся рабочая одежда, предоставляемая в аренду, промаркирована метками предприятия-заказчика, что позволяет осуществлять контроль над движением каждого предмета одежды.

4. Арендная компания помогает предприятию решать весь комплекс вопросов, связанных с рабочей одеждой: стирка, ремонт, замена по мере износа, доставка.

#### Литература:

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. – 280с.

3. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.04.2021).

УДК 631.234

### **ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГИДРОПОННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ОВОЩЕЙ В ТЕПЛИЦЕ**

Шматова Анна Алексеевна, магистрант

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
justgood97@mail.ru

Семёнов Александр Федорович, канд. техн. наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
semaf84@mail.ru

*В статье автор рассматривает особенности гидропонного выращивания овощей и перспективы данной технологии при использовании в теплице.*

*Ключевые слова: гидропоника, выращивание овощей, перспективы применения гидропоники в теплицах.*

### **FEATURES AND PROSPECTS OF HYDROPONIC VEGETABLE GROWING IN A GREENHOUSE**

Anna A. Shmatova, Master's student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
Semyonov Alexander Fedorovich, candidate of technical science, associate  
professor

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*In the article, the author examines the features of hydroponic vegetable cultivation and the prospects of this technology when used in a greenhouse.*

*Keywords: hydroponics, vegetable cultivation, prospects for the use of hydroponics in greenhouses.*

Теплица – это защитное сооружение, предназначенное для выращивания по сути всех форм и видов растений. Но есть дополнительная деталь, которая

позволяет называть теплицы «теплицами». Это отопление.

По назначению и использованию теплицы можно разделить на категории:

1. Производственные (промышленные теплицы по площади от 3 га и более, предназначенные для выращивания овощей, цветов и прочего) и фермерские (теплицы, площадь которых варьируется в диапазоне от 0,2 до 2 га).

2. Есть теплицы для проведения селекционных работ и под репродукционные работы.

3. К группе специализированных теплиц можно отнести зимние сады, оранжереи, вегетарии и даже торговые центры (Greenshop), например, садовые отделы магазинов ОБИ или подобные.

4. В последнюю группу выделяются теплицы, работу которых разберем подробнее, – фитотронно-теплические комплексы или теплические комплексы, работающие по методу малообъемной гидропоники или промгидропоники.

На сегодняшний день существуют пять поколений теплиц, хотя в некоторых источниках уже говорится о теоретических разработках шестого поколения. Самое широкое распространение в мире занимают теплицы четвертого поколения. Они массово строятся уже на протяжении последних 20 лет. Именно в них в промышленности массово начали применять технологию малообъемной гидропоники. [1,2]

### **Микроклимат теплицы**

Микроклиматом теплицы можно назвать совокупность всех физических параметров воздушной среды и среды корнеобитания. Регулирование микроклимата производится оборудованием систем отопления, вентиляции, полива, питания, подачи углекислого газа, освещения. При регулировании настроек микроклимата всегда надо учитывать влияние внешних климатических факторов, а также фитоценоза (фитоценоз – растительное сообщество, характеризующееся определенным составом и взаимоотношениями между растениями и окружающей средой). Проще говоря, растительная масса в процессе жизнедеятельности также нагревает окружающее пространство и при значительном объеме замедляет воздухообмен.

**Система отопления** предназначена для поддержания необходимого температурного режима в тепличном блоке, в качестве теплоносителя используется вода. Нагрев воды происходит в газовых котлах и когенерационных установках (Когенерация – процесс совместной выработки электрической и тепловой энергии). Подача теплоносителя от котлов в теплицы осуществляется через смесительную гребенку на четыре контура:

- подлотовый – расположен под самой крышей и обеспечивает снеготаяние при интенсивном выпадении осадков;
- контур верхнего обогрева – регулирует температуру в верхней части теплицы для исключения проникновения холодного воздуха при резких понижениях наружной температуры и открывании системы проветривания (фрамуг);

- зональный – регулирует температуру и влажность в зоне роста растений;
- контур нижнего обогрева – основной регулирующий контур, который формирует заданный тепловой режим в теплице. Еще он используется как рельсы для перемещения тележек для ухода за растениями и сбора урожая.

**Система испарительного доувлажнения воздуха** позволяет повышать влажность воздуха за счет мелкодисперсного распыления воды через систему форсунок. Использование в системе форсунок с дисперсностью распыла в 100 микрон позволяет избежать образования на растениях капель воды, которые могут привести к ожогам растений, так как будут действовать как увеличительные стекла. [3]

**Система рециркуляции воздуха.** Здесь все просто, установленные осевые вентиляторы перемешивают весь объем воздуха в теплицы для выравнивания температурного режима и влажности во всем объеме.

**Система подачи углекислого газа.** Для обеспечения нормальной жизнедеятельности растениям необходимо более высокое, чем человеку, содержание углекислого газа в воздухе. Для использования в тепличных комплексах существует два источника двуокиси углерода: сжиженный газ и отходящие от котельной газы (дымовые), для использования которых применяют специализированное оборудование, состоящее из конденсатора, дозатора и контрольной аппаратуры.

Все вышеперечисленные системы позволяют создать оптимальные условия воздушной среды. Но для запуска в растениях одного из важнейших процессов фотосинтеза еще необходим свет, влияющий также на темпы роста, развитие и урожайность выращиваемых растений. На большей территории нашей страны его не хватает. В защищенном грунте применяют два способа освещения растений в условиях, когда солнечного света недостаточно:

- досвечивание (дополнительный источник света к естественному освещению),
- светокультура, когда лампы являются единственным источником света. В качестве источников света применяются светильники с натриевыми лампами высокого давления (ДНаТ, ДНаЗ) мощностью от 400 Вт, а также светодиодные светильники LED сине-красного или белого спектра.

Суть гидропоники сводится к тому, что для выращивания растений используется не обычный грунт, а специальный питательный раствор. Последний содержит оптимальное количество питательных веществ, необходимых для роста культуры. Данная технология набирает популярность у людей, занимающихся выращиванием растений как в домашних условиях, так и в теплицах. Этот метод считается наиболее оптимальным для роста и развития различных культур. [3]

### **Перспективы гидропонного выращивания**

Площадь земель, пригодных для выращивания плодовоовощных культур, планомерно сокращается на фоне роста городов и населения. Столь разноплановые векторы развития планеты требуют внедрение технологий, которые смогут обеспечить непрерывное поступление продуктов питания.

Одним из решений указанной проблемы считается гидропонное выращивание.

Такая технология позволяет выращивать натуральные растения на ограниченной площади. Достигается это благодаря тому, что в теплицах, в которых используется гидропоника, посадочные места с культурами можно размещать вертикально на специальных конструкциях, которые часто называют вертикальными фермами. Кроме того, данная технология отличается следующими характеристиками:

- снижает потребление воды;
- уменьшает трудозатраты при выращивании растений (в частности, культуры "поливают" автоматика);
- позволяет выращивать растения в разных условиях (на крышах, в комнатах, в отдельных помещениях и так далее);
- не наносит вреда растениям и не оказывает негативного влияния на организм человека.

Гидропонные установки позволяют минимизировать участие человека при выращивании растений. В этих устройствах реализована функция автоматической подачи оптимального количества воды, необходимого конкретной культуре.

В теплицах на гидропонике монтируются специальные лампы различной мощности. Поэтому при обустройстве подобных зон для выращивания можно обойтись без окон и естественного солнечного света.

Теплицы на гидропонике создают оптимальные условия для роста и развития растений. Благодаря этому выращивая определенные культуры можно получать до 10 урожаев в год. [1,3]

Также гидропоника открывает новые возможности для экспериментов. То есть такая технология позволяет вносить изменения в способы выращивания растений, тем самым повышая урожайность последних. При этом оценить эффективность проведенных экспериментов в теплицах на гидропонике удастся быстрее, чем в других условиях.

### **Плюсы применения гидропоники в теплицах**

Часть достоинств применения гидропоники в теплицах была описана выше. Данная технология отличается следующими особенностями:

- позволяет получать большой урожай на малой площади;
- оборудование для выращивания можно размещать дома, на крыше и в других местах;
- существенно ускоряется рост растений;
- выращиваемые культуры защищены от вредителей, благодаря чему фермеры могут полностью отказаться от использования вредной химии;
- при выращивании в теплицах растения не подвергаются негативному воздействию окружающей среды (град, снегопад, ливень и так далее);
- теплицы на гидропонике можно использовать для выращивания разных культур;
- фермер может контролировать подачу воды и питательного раствора под каждое растение.

Кроме того, выращивание растений в теплицах на гидропонике позволяет отказаться от таких обязательных действий, как:

- прополка от сорняков;
- обработка земли от вредителей;
- смена полей для того, чтобы земля "отдохнула", и других.

Также выращивание на гидропонике положительно сказывается на здоровье растений и, как следствие, человека. Культуры из земли поглощают и накапливают нитраты, тяжелые металлы и другие вещества которые попадают в землю с дождями. Используя же гидропонику такое полностью исключено. Растения, выращенные на гидропонике чисты, и не содержат вредных элементов и радионуклидов. [3]

### **Какие растения пригодны для гидропонного выращивания**

В связи с тем, что данная технология постоянно развивается, список растений, пригодных для гидропонного выращивания в теплицах, регулярно увеличивается. Сейчас к числу востребованных на рынке культур относятся следующие:

- сельдерей, болгарский перец, помидоры и огурцы;
- лимоны;
- петрушка, лук, салат и базилик;
- клубника, земляника и жимолость;
- шалфей и другие лекарственные травы;
- зеленый корм для животных.

В Америке в 2018 году на гидропонике вырастили бананы. В Нидерландах ее активно используют при выращивании цветов (преимущественно тюльпанов). В Японии проводились эксперименты с дыней. Урожай дынь на гидропонике получился даже большим, чем при выращивании в естественных условиях.

При выборе растений необходимо учитывать, что культуры предъявляют разные требования к:

- температурному режиму;
- уровню влажности;
- характеру освещения.

Если последний параметр можно изменять, устанавливая разные лампы, то в одной теплице сложно поддерживать разные температуру и уровень влажности.

### **Литература:**

1. Гидропоника в промышленности, или откуда зимой свежие овощи [Электрон. ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/lanit/blog/545716/> (дата обращения 02.11.2022)
2. Алиев Э. А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах / Э. А. Алиев, второе издание, переработанное и дополненное Киев «Урожай» 1985
3. Разбираем плюсы и минусы гидропоники в теплице [Электрон. ресурс].– URL: <https://gidronom.ru/uroki/uroki-professionala/952-gidroponika-v-teplice.html?ysclid=lajwvqv1ca475725046> (дата обращения 22.10.2022)

## **СООТВЕТСТВИЕ СЕЯЛОК КРИТЕРИЯМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

Щеголихина Татьяна Алексеевна, Болотина Марина Николаевна,  
Российский научно-исследовательский институт информации и технико-  
экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению  
агропромышленного комплекса, п. Правдинский, Россия  
schegolikhina@rosinformagrotech.ru

*В статье приведены сведения о соответствии сеялок установленным критериям определения функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники.*

*Ключевые слова: сеялка, испытания, соответствие, эффективность, критерии.*

## **COMPLIANCE OF SEEDERS WITH THE CRITERIA FOR DETERMINING EFFICIENCY**

Shchegolikhina Tatiana Alekseevna, Bolotina Marina Nikolaevna,  
Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on  
Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex,  
Pravdinsky v., Russia

*The article provides information on the compliance of seeders with the established criteria for determining the functional characteristics (consumer properties) and efficiency of agricultural machinery.*

*Key words: seeder, tests, compliance, efficiency, criteria.*

Современные технологии посева сельскохозяйственных культур позволяют добиться высокой производительности труда, сокращения времени и экономии зернового фонда. Этому способствует применение механических и пневматических сеялок универсального и специализированного вида для разнообразных трав, зерновых и овощных культур. АО «Евротехника» (г. Самара) входит в пятерку крупнейших сельхозмашиностроительных предприятий России, является активным участником импортозамещения. Ассортимент производства завода включает 30 наименований машин для возделывания зерновых и масличных культур (для обработки почвы, посева, внесения СЗР, твердых и жидких удобрений). Завод осуществляет поставки сельхозтехники по Постановлению Правительства РФ №1432 и через АО «Росагролизинг» [1]. В соответствии с планом проведения работ по определению функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования были проведены испытания сеялок D9 6000-ТС, D9 12000-KR, Condor 15001, Citan 12001-С, Primera DMC 9000 [2]. Сведения о результатах испытаний приведены в таблице [3].

Таблица – Результаты испытаний сеялок

Наименование показателя в соответствии с Перечнем	Значение показателя					
	в Перечне	в технической документации / по результатам испытаний				
		D9 6000-TC	D9 12000-KR	Condor 15001	Citan 12001-C	Primera DMC 9000
Норма высева семян, кг/га: - зерновые	10 - 350	10-350/ 10-350	10-350/ 7,9 - 370,9	10 - 350/ 9,7 - 385,9	10 - 350/ 8,3 - 373,0	10-350/ 8,1 - 361,9
- зернобобовые	35 - 400	35 - 400/ 35 - 400	35 - 400/ 30,6-467,6	- / -	Нет данных / -	
- травы	2 - 30	2 - 30/ 2 - 30	2 - 30/ 1,8 - 32,7	- / -	Нет данных / -	
Норма высева удобрений, кг/га	50 - 250	50 - 250/ 50 - 250	Нет данных/ -	50 - 250/ 41,5 -269,1	50 - 250/ 44,3 - 274,7	50 - 250/ 40,8 -266,0
Неравномерность высева семян отдельными аппаратами, не более, %: - зерновые	3	3/1,8	Не более 3 / 1,36	Не более 3 / 3	Не более 3 / 2,02	Не более 3 / 2,54
- зернобобовые	4	4/ 1,1	Не более 4 / 1,53	-	Нет данных / -	
- травы	8	8/1,4	Не более 8 / 1,61	-	Нет данных / -	
Неустойчивость общего высева, %, не более: - зерновые	2,8	2,8/2,6	Не более 2,8 / 0,5	-	Не более 2,8 / 0,21	Не более 2,8 / 0,62
- зернобобовые	4	4/2,1	Не более 4/ 0,7	-	Нет данных /-	
- травы	9	9/3,3	Не более 9 / 0,42	-	Нет данных /-	
- удобрения	10	10/3,5	Нет данных /-	-	Не более 10 / 1,33	Не более 10 / 0,72
Глубина заделки семян, см: - зерновые	3-8	3-8 / 3-8	3-8 / 2,5-8,7	-	3-8/2,7-8,7	3-8/2,7-8,5
- зернобобовые	4-6	4-6 / 4-6	4-6 / 3,6-6,8	-	Нет данных / -	
- травы	2-6	2-6 / 2-6	2-6 / 1,8-6,8	-	Нет данных / -	
Дробление семян (повреждение), не более, %: - зерновые	0,3	0,3 / 0,1	-	-	Не более 0,3 / 0,06	Не более 0,3 / 0,01
- зернобобовые	1,0	1,0 / 0,5	-	-	Нет данных / -	
Сохранение пожнивных остатков (для стерневых сеялок), %, не менее	65	- / -	-	-	Нет данных /-	Не менее 65 / 72,5
Наработка на отказ единичного изделия, часов, не	100	100 / более 105	-	-	Не менее 100 /	Не менее 100 /

менее					более 120	более 122
Машиноиспытательная станция, номер и дата протокола испытаний		ФГБУ «Кубанская МИС» № 07-30-2021, 19.11.2021 г.	ФГБУ «Поволжская МИС»			
			№ 08-08-2021, 30.09.2021 г.	№ 08-27-2021, 19.11.2021 г.	№ 08-04-2021, 22.07.2021г.	№ 08-05-2021, 23.07.2021 г.

По результатам испытаний сеялки D9 6000-ТС, D9 12000-KR, Condor 15001, Citan 12001-C, Primera DMC 9000 соответствуют установленным критериям определения эффективности, их функциональные характеристики соответствуют характеристикам, указанным заявителем (подпункт «а» пункта 24 Положения об организации работ по определению функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 1 августа 2016 г. № 740 [4].

#### Литература:

1. Amazone Евротехника — ведущий производитель сельхозтехники России [Электрон. ресурс]. – URL: <http://eurotechnika.ru/content/company> (дата обращения: 01.11.2022).

2. План проведения работ по определению функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования на 2021 год [Электрон. ресурс]. – URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/7cc/7cc43845e998475f45e7f0e5b12e5d31.pdf>. (дата обращения: 01.11.2022).

3. Решения, принятые согласно подпункту «а» пункта 24 Положения, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 1 августа 2016 г. № 740 // 09.08.2021, 25.10.2021, 07.12.2021 [Электрон. ресурс]. – URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstvamekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-resheniya-prinyatyue-soglasno-podpunktu-a-punkta-24-polozheniya-utverzhdenного-postanovleniem-pravite/> (дата обращения: 01.03.2022).

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.08.2016 г. № 740 «Об определении функциональных характеристик (потребительских свойств) и эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования» [Электрон. ресурс]. – URL: <http://government.ru/docs/all/107846/> (дата обращения: 01.11.2022).

## Секция 2

### РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

УДК 633.14

#### РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ И ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ПО ЗЕРНОВОМУ ПРЕДШЕСТВЕННИКУ

Байкалова Лариса Петровна, д-р с.-х. наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
kos.69@mail.ru

Карвель Александр Борисович, аспирант  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
k.alex@mail.ru

*В статье сделана оценка технологий одноукосного и двухукосного использования сортов ячменя. Установлено, что технология двухукосного использования рентабельнее технологии одноукосного использования в среднем по исследуемым сортам ячменя в 1,5 раза.*

*Ключевые слова: ячмень, одноукосное, двухукосное использование, сбор кормовых единиц, рентабельность.*

#### RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION OF GREEN MASS AND BARLEY GRAIN BY GRAIN PREDECESSOR

Baykalova Larisa Petrovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Carvel Alexander Borisovich, postgraduate  
student of the Department of Plant Breeding, Breeding and Seed Production  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article evaluates the technologies of single-axis and double-axis use of barley varieties. It is established that the technology of two-axis use is more profitable than the technology of single-axis use on average for the studied barley varieties by 1.5 times.*

*Keywords: barley, single-axis, double-axis use, collection of feed units, profitability.*

Ячмень является важнейшей зерновой и продовольственной культурой в России и в Мире. Однако неблагоприятные погодные условия отразились снижением его урожайности в 2022 г. в основных странах-производителях и повышением цены. Прогнозы повышения Мирового производства ячменя до 2,5 млн. тонн оправдались в связи с улучшением видов на урожай в Российской Федерации [1]. Технологии производства занимают ведущую роль в возделывании сельскохозяйственных культур в целом и ячменя в частности и повышении их продуктивности. К ресурсосберегающим относят технологии,

сохраняющие плодородие почвы, повышающие урожайность, улучшающие качество продукции и снижающие производственные затраты [2]. Снизить производственные затраты возможно в первую очередь за счет биологической составляющей технологии возделывания, на чем и основаны наши исследования. Двухкосное использование ячменя является частью создания органического земледелия в России, так как позволяет получить больше экологически чистой продукции с единицы площади без применения средств химизации [3].

Цель исследования – оценить эффективность производства зеленой массы и зерна ячменя по сбору кормовых единиц при одноукосном и двухкосном использовании.

Объекты и методы исследования. Полевые исследования проводились на полях УНПК «Борский» Сухобузимского района в 2020-2022 гг. в Красноярской лесостепи в соответствии с методиками госсортоиспытания [4] и ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса [5]. Почва – выщелоченный чернозём, предшественник – зерновые культуры. Обработка почвы осуществлялась согласно требованиям зональных систем земледелия и общепринятых рекомендаций для зоны. Площадь каждого варианта опыта 56 м<sup>2</sup>, способ посева – рядовой, сеялкой ССНП-1,6. Коэффициент высева 5,0 млн. всх. зерен/га, нормы высева представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Посевные качества сортов ячменя, коэффициент высева 5,0 млн. всх. зерен/га, 2020-2022 гг.

Сорт	Всхожесть, %	Масса 1000 зерен, г	Норма высева, кг/га
1.Оленек, контроль	82,8	37,1	224,0
2.Такмак	73,3	37,7	257,2
3.Жихарь	56,3	34,9	309,9
4.Сымбат	72,3	38,4	265,6

Двухкосное использование представляет из себя скашивание зеленой массы сортов ячменя в фазу выхода в трубку, а после их отрастания и формирования урожая зерна – его уборку. Учет урожая зерна проводили прямым комбайнированием на площади 10 м<sup>2</sup> в фазу восковой – полной спелости. Повторность – четырехкратная. Одноукосное использование – это технология возделывания ячменя на зерно. Качественный анализ проводился в НИИЦ по контролю качества сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» по общепринятым методикам зоотехнического анализа кормов. Статистическая обработка результатов проведена по методикам Б.А. Доспехова [6, 7] и Снедекора Д.У. [8].

Расчет экономической эффективности был произведен по сбору кормовых единиц. Приоритетом являлась прибавка сбора кормовых единиц к одноукосному использованию. Кормовая единица выражает общую питательность 1 кг зерна овса среднего качества [9]. Следовательно, стоимость кормовой единицы привязана к рыночной стоимости зерна овса, которая на

2022 г. составляла 800 руб за центнер [10]. Содержание и сбор кормовых единиц в сухом веществе зеленой массы, а так же в зерне сортов ячменя отражены в таблице 2, 3.

По сбору кормовых единиц зерна исследуемые сорта ячменя при возделывании по технологии двуукосного использования уступали одноукосному использованию. Однако по сумме сбора кормовых единиц с зеленой массы и с зерна двуукосное использование имеет значительные преимущества перед одноукосным. При двуукосном использовании сорт Оленек превосходил одноукосное по сбору кормовых единиц на 2,54 тыс. корм. ед/га, Такмак – на 4 тыс. корм. ед/га, Жихарь – 2,64 тыс. корм. ед/га, Сымбат – на 4,2 тыс. корм. ед/га (табл. 3).

Таблица 2 – Содержание кормовых единиц в сухом веществе зеленой массы и в зерне сортов ячменя, корм. ед/кг, 2020-2022 г. (зерновой предшественник)

Сорт	Один укос, зерно	Два укоса	
		зеленая масса	зерно
1.Оленек, контроль	1,64	0,92	1,52
2.Такмак	1,65	0,90	1,56
3.Жихарь	1,62	0,92	1,56
4.Сымбат	1,60	0,91	1,52

При возделывании ячменя по технологии одноукосного использования по сбору кормовых единиц зерна превосходили контроль Оленек сорта Такмак и Сымбат на 0,75 и 0,30 тыс. корм. ед/га соответственно. Аналогичная ситуация складывалась по сбору кормовых единиц сухого вещества с зеленой массы, а так же по сумме сбора кормовых единиц сухого вещества с зеленой массы и зерна. По сбору кормовых единиц зерна при технологии двуукосного использования все исследуемые сорта превосходили контроль Оленек: Такмак на 1,86 тыс. корм. ед/га, Жихарь – на 0,28 тыс. корм. ед/га, Сымбат – на 1, 33 тыс. корм. ед/га (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние числа укосов на сбор кормовых единиц сортов ячменя, тыс. корм. ед/га, 2020-2022 гг.

Сорт	Один укос, зерно	Два укоса, зерно	Два укоса, зел. масса	Два укоса зел масса + зерно
1.Оленек	7,00	4,91	4,63	9,54
2.Такмак	7,75	6,77	4,98	11,75
3.Жихарь	6,92	5,19	4,37	9,56
4.Сымбат	7,30	6,24	5,26	11,50
НСР <sub>05</sub> А сорт	0,26	0,19	0,22	0,30
НСР <sub>05</sub> Б год	0,22	0,17	0,19	0,26
НСР <sub>05</sub> А ×Б	0,44	0,33	0,38	0,52

НСР<sub>05</sub> С укос 0,14

Производственные затраты на возделывание исследуемых сортов ячменя при одноукосном использовании составили 2230,1-2233,4 тыс. руб./100 га. За счет увеличения числа операций на скашивание и вывоз зеленой массы затраты на производство ячменя при двуукосном использовании были выше и составили 2494,9 – 2498,4 тыс. руб./100 га. Различия по количеству и наименованию технологических операций отразились так же на производственных затратах на 1 ц продукции и прибыли.

На размер прибыли оказывал большое влияние сбор кормовых единиц. Обе технологии возделывания сортов ячменя приводили к получению прибыли и были рентабельными (табл. 4, 5).

Таблица 4 – Оценка эффективности производства кормовых единиц ярового ячменя при возделывании по технологии одноукосного использования

Сорт	Показатель		
	сбор, тыс. корм. ед/га	прибыль, тыс. руб./100 га	рентабельность, %
Оленек	7,00	3369,9	151,1
Такмак	7,75	3969,1	177,9
Жихарь	6,92	3302,6	147,9
Сымбат	7,30	3593,8	161,1

Полученный сбор кормовых единиц позволял покрыть понесенные затраты. Более рентабельной была технология двуукосного использования. Рентабельность при двуукосном использовании была выше, чем при одноукосном у сорта Оленек на 54,5 %, у сорта Такмак – на 98,8 %, у сорта Жихарь – на 58,2 %, у сорта Сымбат – на 104,4 % (табл. 4, 5).

Таблица 5 – Оценка эффективности производства кормовых единиц ярового ячменя при возделывании по технологии двуукосного использования

Сорт	Показатель		
	сбор, тыс. корм. ед/га	прибыль, тыс. руб./100 га	рентабельность, %
Оленек	9,54	5137,1	205,9
Такмак	11,75	6904,7	276,7
Жихарь	9,56	5149,6	206,1
Сымбат	11,50	6624,9	265,5

Таким образом, сбор кормовых единиц зависел от содержания кормовых единиц в сухом веществе и урожайности зеленой массы и зерна. Наибольший сбор кормовых единиц был получен у сорта Такмак – 7,75 тыс. корм. ед/га при одноукосном использовании и 11,75 тыс. корм. ед/га при двуукосном использовании.

В условиях лесостепи Красноярского края эффективно производство ячменя при возделывании по классической технологии одноукосного

использования и при возделывании по технологии двуукосного использования, позволяющей получить урожай зеленой массы и зерна с одного посева.

При двуукосном использовании за счет более высокой урожайности и валового сбора кормовых единиц выручка от реализации продукции покрывает понесенные затраты, приводит к получению прибыли и рентабельности производства, в 1,5 раза превышающей рентабельность технологии одноукосного использования. Максимальную рентабельность обеспечивал сорт Такмак – 177,9 % при одноукосном использовании и 276,7 % при двуукосном использовании.

#### Литература:

1. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций (ФАО) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ru/> (дата обращения 27.10.2022 г.)
2. Байкалова, Л.П. Передовые технологии в Сибирском кормопроизводстве: монография / Л.П. Байкалова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2022. – 280 с.
3. Байкалова, Л.П. Перспективы двуукосного использования ярового ячменя в Красноярском крае / Л.П. Байкалова, А.Б. Карвель // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: мат-лы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Киров, 2020. – С. 22-25.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (общая часть). Вып. 1. – М., 1985. – 269 с.
5. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / ВНИИК им. В. Р. Вильямса. М.: ВИК. 1987. 197 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 6-е, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2011. – 351 с.
8. Снедекор, Д.У. Статистические методы в применении и исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 503 с.
9. Байкалова, Л.П. Кормопроизводство Сибири: учебное пособие / Л.П. Байкалова. – Красноярск: изд-во КрасГАУ. – 2013. – 322 с.
10. Агросервер [Электронный ресурс]. – URL: <https://agroserver.ru/oves/p2-country-7.htm> / (дата обращения 29.10.2022 г.)

УДК 633.11:633.19: 633.14

## **ОЦЕНКА СОРТОВ ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ, ТРИТИКАЛЕ И ОВСА ПО УРОЖАЙНОСТИ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ**

Байкалова Лариса Петровна, д-р с.-х. наук, профессор  
kos.69@mail.ru

Ноздрина Наталья Александровна, магистрантка  
nata.nozdrina@mail.ru

Попов Виктор Юрьевич, соискатель  
viktor2009krsk@list.ru

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

*В статье сделана оценка сортов яровой пшеницы, тритикале и овса по урожайности зеленой массы. Лучшим среди колосовых культур по пару был сорт Рикс, по зерновым – Эритроспермум 56/314. По урожайности зеленой массы среди сортов овса по пару выделился Половес, по зерновому предшественнику – Тубинский.*

*Ключевые слова: урожайность зеленой массы, пшеница, тритикале, овес.*

## **EVALUATION OF SPRING WHEAT, TRITICALE AND OAT VARIETIES BY YIELD OF GREEN MASS**

Baykalova Larisa Petrovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Nozdrina Natalia Alexandrovna, Master's student

Popov Viktor Yurievich, applicant

Departments of plant breeding, breeding and seed production

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article evaluates the varieties of spring wheat, triticale and oats by the yield of green mass. The Rix variety was the best among the ear crops for a couple, and Erythrosperrnum 56/314 for grain crops. According to the yield of the green mass among the varieties of oats, a couple of oats stood out, according to the grain predecessor – Tubinsky.*

*Keywords: yield of green mass, wheat, triticale, oats.*

Зерновых фуражных культур в Сибири производится в 3 раза меньше потребности, потенциал их урожайности реализуется на 30-50 %. Сибирь относится к зоне рискованного земледелия, однако ее природный потенциал соответствует биологии зерновых фуражных культур, что делает возможным повышение потенциала их фактической урожайности как минимум в 2 раза. 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, 3].

Яровая пшеница является не только важнейшей продовольственной, но и кормовой культурой. Понимая важность этой культуры в обеспечении

животноводства высококачественными кормами, селекционеры создают сорта кормового направления. В условиях Красноярской лесостепи пшеница Омская, взятая за стандарт, обеспечивала 17,5 т/га зеленой массы, Курагинская 2 и Свирель – 20,2 – 20,5 т/га [13].

Кормовая направленность тритикале обусловлена высокой урожайностью зелёной массы [5]. Посевы тритикале дольше озимой ржи и пшеницы сохраняют высокие кормовые достоинства [12]. По химическому составу тритикале находится на уровне пшеницы, но превосходит её по содержанию протеина и имеет более полноценный аминокислотный состав [14]. По данным Т.А. Горяниной [6] в Самарской области тритикале обладает повышенной кустистостью и облиственностью. Это одно из главных достоинств тритикале как кормовой культуры. Зелёная масса долго не грубеет. По содержанию сахара и жира тритикале превосходит пшеницу на 2,2–6,7% [5]. За счёт мощной корневой системы в засушливые годы тритикале и овес способны формировать стабильную урожайность зелёной массы [10].

По нашим данным овес на зелёную массу можно с успехом возделывать как в одновидовых, так и в смешанных посевах. В Красноярском крае урожайность зелёной массы овса в смешанных посевах с горохом, викой, ячменем и пшеницей при скашивании в фазу выхода в трубку составляла 9,74–22,66 т/га [2]. Овес в России считается главной фуражной культурой. Зелёную массу овса, посеянного весной, используют в системе зелёного конвейера в летний период. Летние посевы овса используют осенью и в начале зимы, в замороженном виде. Овес используют и как однолетнюю пастбищную культуру в летне-осенний период. Это приводит к существенному повышению привесов и надоев скота [3, 11].

Зелёную массу овса в северных регионах мира иногда замораживают для зимнего скармливания скоту [4]. По обобщённым данным научных учреждений Сибири в 1 кг. зелёной массы овса в среднем содержится 0,17 корм. ед., 2-3% переваримого протеина, 0,7% жира, 4-5% клетчатки, 6-7% БЭВ, 30 мг каротина [1].

Научной школой академика А.А. Жученко [9] было доказано, что в условиях экстенсивного растениеводства на каждую калорию ископаемой энергии получали 20-50 пищевых калорий, то при использовании интенсивных технологий – лишь 2-15 калорий. Для удвоения урожая зерновых требуется в 10 раз увеличить затраты на удобрения, пестициды, технику.

Таким образом, выявление резервов повышения урожайности зелёной массы пшеницы, тритикале и овса является важной и первостепенной задачей кормопроизводства страны.

Цель исследования – оценить урожайность зелёной массы сортов зерновых культур при возделывании по предшественникам пар и зерновые.

Объекты и методы исследования. Полевые исследования, статистическая обработка проводились на полях УНПК «Борский» Сухобузимского района в 2022 г. в Красноярской лесостепи и в лабораторных условиях университета. Почва – выщелоченный чернозём, предшественники – пар и зерновые культуры. Площадь каждого варианта опыта 56 м<sup>2</sup>, способ посева – рядовой,

сеялкой ССНП-1,6. Коэффициент высева пшеницы, тритикале и овса – 5,5 млн. всх. зерен/га, нормы высева зависели от всхожести и массы 1000 зерен. Весовые нормы высева составляли от 177,1 кг/га у сорта пшеницы Рикс до 282,7 кг/га у сорта овса Краснообский.

Объектами исследований послужили сорта пшеницы, тритикале и овса, перспективные для использования на зеленую массу и зерно, а так же включенные в перечень селекционных достижений по Красноярскому краю.

Для исследования по паровому предшественнику использовали сорта пшеницы и тритикале Тюменской селекции (НИИХ Северного Зауралья) Рикс, Тюменская, Эритроспермум д. 56/314, Эритроспермум д. 57/405, Эритроспермум д.94/1119 и Эритроспермум д. 112/10-20. Среди рода *Avena sativa* L. были выбраны сорта Ужурский, Тубинский, Саян, Сиг, Краснообский, Половес и Урал 2. В качестве контроля использовали сорт Тубинский. Тубинский сорт включен в государственный реестр сортоиспытания по Красноярскому краю. Выбор сортов для возделывания по предшественнику зерновые обусловлен с уровнем их пластичности и стабильности. Нами были взяты широкоадаптивные и стабильные сорта, являющиеся лучшими для возделывания на экстенсивном фоне (табл. 2, 3).

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы сортов пшеницы и тритикале, т/га

Сорт	Предшественник			
	пар		зерновые	
	т/га	± к контролю	т/га	± к контролю
1.Рикс, контроль	24,69		15,47	
2.Тюменская	20,19	-4,50	7,75	-7,72
3.Эритроспермум д. 56 (314)	16,25	-8,43	20,06	4,59
4.Эритроспермум д. 57 (405)	13,91	-10,78	8,31	-7,16
5.Эритроспермум д. 94 (11-19)	10,00	-14,69	-	
6.Эритроспермум д. 112(10-20)	19,66	-5,03	-	
НСР <sub>05</sub>	0,25		0,58	

Урожайность зеленой массы зависела от культуры, сорта и предшественника. Более высокой урожайностью характеризовались сорта пшеницы, тритикале и овса при возделывании по пару. Представляет интерес сорт овса Тубинский, который на экстенсивном фоне сформировал более высокую урожайность, чем на интенсивном (табл. 3).

Урожайность зеленой массы сортов пшеницы и тритикале при возделывании по предшественнику пар составляла от 10 т/га у сорта Эритроспермум д. 94 (11-19) до 24,69 т/га у сорта Рикс. Ни один из исследуемых сортов не превосходил контроль Рикс по урожайности зеленой массы при возделывании по пару (табл. 2).

При возделывании пшеницы и тритикале по зерновому предшественнику урожайность зеленой массы составляла от 8,31 т/га у сортообразца Эритроспермум д. 57 (405) до 20,06 т/га у Эритроспермум д. 56 (314). Образец тритикале Эритроспермум д. 56 (314) превосходил контроль по урожайности зеленой массы на 4,59 т/га. Остальные сорта имели урожайность меньшую, чем контроль Рикс (табл. 2).

По овсу лучшими по урожайности зеленой массы при возделывании по паровому предшественнику были сорта Половес, Саян, Ужурский и Сиг. Прибавки этих сортов к контролю Тубинский составили 97 %, 60 %, 40 % и 21 %. Максимальную урожайность зеленой массы при возделывании по предшественнику зерновые сформировал сорт Тубинский, остальные сорта имели достоверно более низкий уровень урожайности. При этом она отличалась значительным размахом. Близкие значения были у сортов овса Половес и Саян – 18,81 т/га и 18,59 т/га. Урал 2 уступал им в 2,1 раза (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность зеленой массы сортов ярового овса, т/га

Сорт	Предшественник			
	пар		зерновые	
	т/га	± к контролю	т/га	± к контролю
1.Тубинский	18,16		23,75	
2.Ужурский	25,50	7,34	-	
3.Сиг	22,00	3,84	-	
4.Краснообский	16,06	-2,10	-	
5.Урал 2	17,72	-0,44	8,94	-14,81
6.Саян	29,00	10,84	18,59	-5,16
7.Половес	35,84	17,68	18,81	-4,94
НСР <sub>05</sub>	1,87		0,34	

Таким образом, урожайность зеленой массы зависела от сорта и предшественника. По пшенице и тритикале в зависимости от сорта она изменялась до 2,4 раз, в зависимости от предшественника – до 2,6 раз.

Лучшими для возделывания по паровому предшественнику были сорта пшеницы Рикс и Тюменская – 24,69 т/га и 20,19 т/га, а так же тритикале Эритроспермум д. 112(10-20) – 19,66 т/га. По зерновому предшественнику максимальную урожайность зеленой массы сформировала Эритроспермум д. 56 (314) – 20,06 т/га.

По овсу в зависимости от сорта она изменялась до 2,7 раз, в зависимости от предшественника – до 2 раз. Максимальную урожайность зеленой массы по пару сформировали сорта Половес и Саян – 35,84 т/га и 29 т/га, при

возделывании по предшественнику зерновые лучшим был Тубинский с уровнем урожайности 23,75 т/га.

#### Литература:

1. Байкалова, Л.П. Яровой овес в Сибири: монография / Л.П. Байкалова, А.В. Бобровский, С.В. Васюкевич и др. – Красноярск: изд-во КрасГАУ. 2012. 293 с.
2. Байкалова, Л.П. Эффективность производства кормов из однолетних злаково-бобовых смесей в Красноярской лесостепи: монография / Л.П. Байкалова, Д.Н. Кузьмин – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2015. – 127 с.
3. Байкалова, Л.П. Передовые технологии в Сибирском кормопроизводстве: монография / Л.П. Байкалова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2022. – 280 с.
4. Баталова, Г.А. Биология и генетика овса / Г.А. Баталова, Е.М. Лисицин, И.И. Русакова. – Киров: Типография НИИСХ Северо-Востока, 2008. – 454 с.
5. Горянина, Т. А. Селекционная ценность исходного материала озимой тритикале в условиях Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. – Безенчук, 2004. – 147 с.
6. Горянина, Т.А. Урожайность и качество зеленой массы озимых зерновых культур в зависимости от сроков скашивания / Т.А. Горянина // Кормопроизводство. – 2019. – № 6. – С.22–25.
9. Жученко, А.А. Приоритеты академика А.А. Жученко / А.А. Жученко (мл). – Сельскохозяйственная биология. 2015. Том 50. – № 6. С. 859-864.
10. Ковтуненко, В. Я. Роль тритикале в повышении продуктивности кормопроизводства / В. Я. Ковтуненко, Л. А. Беспалова // Кормопроизводство. – 2019. – № 2. – С.14–17.
11. Коломейченко, В.В. Кормопроизводство. – Санкт-Петербург-Москва-Краснодар: Лань, 2015. – 656 с.
12. Михалёв С. С. Использование зерновых культур на зелёный корм [Электронный ресурс] / С. С. Михалёв // Бюллетень центра ИКС АПК МО. – 2001. – Вып. 2. – URL: <http://ftcntr.ru/Bulltn/2001-02/07-mikh.htm> (дата обращения 3.11.2022).
13. Сидоров, А.В. Новые сорта яровой пшеницы для использования на кормовые цели / А.В. Сидоров, Н.А. Нешумаева // Кормопроизводство. — 2019. – № 5. – С.15–19.
14. Филипович, Э.Г. Пшеница и тритикале в рационах сельскохозяйственных животных / Э.Г. Филипович, И.Р. Птак. – Москва, 1976. – 47 с.

УДК 633.12: 631.82:631.51

## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГРЕЧИХИ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Бобкова Юлия Анатольевна, канд. с.-х. н., доцент

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина,  
Орёл, Россия

bobkovaj75@mail.ru

Токарев Николай Геннадьевич

nikolya.tokarev2000@mail.ru

Перелыгин Вячеслав Геннадьевич

surok7982@mail.ru

Симаков Вадим Сергеевич

vadimsimakov75631@gmail.com

Студенты 3 курса направления подготовки 35.03.04 Агрономия факультета  
агробизнеса и экологии

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина,  
Орёл, Россия

*В условиях Среднерусской лесостепи на темно-серых лесных  
тяжелосуглинистых почвах наибольшие прибавки урожайности гречихи  
удалось получить на фоне безотвальной обработки почвы и применения  
аммофоса в дозе 71 кг/га и ЖКУ в дозе 100 кг/га.*

*Ключевые слова: урожайность, экономическая эффективность,  
комплексные удобрения, обработка почвы, гречиха, Орловская область.*

## **RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN THE CULTIVATION OF BUCKWHEAT IN THE CONDITIONS OF THE OREL REGION**

Bobkova Yulia Anatolyevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

Tokarev Nikolai Gennadievich

Perelygin Vyacheslav Gennadievich

Simakov Vadim Sergeevich

*In the conditions of the Central Russian forest-steppe on dark gray forest  
heavy loamy soils, the greatest increases in buckwheat yield were obtained against  
the background of non-fallow tillage and the use of ammophos at a dose of 71 kg / ha  
and liquid complex fertilizer at a dose of 100 kg/ha.*

*Keywords: yield, economic efficiency, complex fertilizers, tillage, buckwheat,  
Oryol region.*

Среди возделываемых зерновых культур гречиха обладает уникальными качествами, которые характеризуют её как одну из главных крупяных, продовольственных, лечебных и диетических культур [1]. Однако, урожайность этой ценной культуры в условиях Орловской области подвержена значительным колебаниям. Получение высоких и стабильных урожаев гречихи

возможно только за счет освоения современных ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий. Разработка технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе гречихи, в которых оптимально сочетаются способы основной обработки почвы, и система удобрения для почвенно-климатических условий Орловской области имеет важное теоретическое и практическое значение [2,3,4].

Целью исследования являлось установление эффективности применения комплексных минеральных удобрений на гречихе на фоне различных способов основной обработки почвы.

Схема опыта была представлена двумя вариантами основной обработки почвы: 1) безотвальная обработка почвы на глубину 12-15 см с осени; 2) отвальная вспашка 20-22 см с осени и тремя вариантами предпосевного применения удобрений: 1) Контроль: фон NPK(16:16:16) 200 кг/га; 2) Фон+ Аммофос NP 12:52 71 кг/га; 3) Фон+ ЖКУ 11:37 100 кг/га. Опыт был заложен в 2021 году в структурном подразделении ФГБОУ ВО Орловский ГАУ НОПЦ «Интеграция» на темно-серых тяжелосуглинистых почвах. Использовался районированный в Орловской области сорт гречихи Диалог.

В результате учета урожайности гречихи поделаночно получены следующие данные (таблица 1). Засушливые условия лета и дождливые май и сентябрь 2021 года неизбежно повлияли на урожайность этой культуры.

Таблица 1. -Урожайность гречихи по вариантам опыта

Прием основной обработки почвы -А	Удобрение -В	Урожайность, ц/га
Безотвальная обработка почвы на глубину 12-15 см	NPK 16:16:16 200 кг /га (фон) (контроль)	10,9
	Фон + Аммофос NP 12:52 71 кг/га	12,9
	Фон + ЖКУ 11:37 100 кг/га	12,9
Отвальная вспашка на глубину 20-22 см	NPK 16:16:16 200 кг /га (фон) (контроль)	7,8
	Фон + Аммофос NP 12:52 71 кг/га	7,9
	Фон + ЖКУ 11:37 100 кг/га	8,9
НСР <sub>05</sub> , ц/га	А-0,95; В-0,34; АВ-1,13	

Из данных таблицы 1 отчетливо прослеживается разница в урожайности гречихи по разным приемам основной обработки почвы. На фоне отвальной вспашки гречиха достоверно снижала урожайность в среднем на 3,1- 5 ц/га. Система питания повлияла на урожайность гречихи в условиях 2021 года в

меньшей степени. Однако, отличия от контрольного фонового варианта всё же были. Наибольшие прибавки урожайности удалось получить на фоне безотвальной обработки почвы и применения аммофоса NP 12:52 в норме 71 кг/га и ЖКУ 11:37 в норме 100 кг/га. Прибавка на этих вариантах составила 2 ц/га в сравнении с контролем. Однако, разницы по урожайности от внесения этих двух удобрений установить не удалось. Урожайность на обоих опытных вариантах была одинаковой (12,9 ц/га).

Анализируя урожайность гречихи выращенной по отвальной вспашке, можно отметить, что достоверно отличался от контроля только вариант с внесением ЖКУ 11:37 в норме 100 кг/га, прибавка от его внесения составила 1,1 ц/га. Между данными по урожайности гречихи по аммофосу NP 12:52 в норме 71 кг/га и контролем существенных различий не выявлено.

Анализ структуры урожайности гречихи (таблица 2) показал, что более высокая урожайность культуры по отдельным вариантам обусловлена большим числом и массой полноценных плодов на отдельном растении.

Таблица 2. -Анализ структуры урожайности гречихи по вариантам опыта

Прием основной обработки почвы	Удобрение	Высота растения см	Количество плодов (шт.), в т.ч.				В том числе полноценных, шт.				Масса плодов с растения, г
			На главном стебле	На ветвях 1-ого порядка	На ветвях 2-ого порядка	Всего на растении	На главном стебле	На ветвях 1-ого порядка	На ветвях 2-ого порядка	Всего на растении	
Безотвальная обработка почвы на глубину 12-15 см	НРК 16:16:16 200 кг /га (фон) (контроль)	77,9	18,1	14,3	7,0	39,4	10,6	10,5	4,6	25,7	0,8
	Фон + Аммофос NP 12:52	85,6	12,9	20,0	8,7	41,6	9,9	15,6	5,8	31,3	0,9
	Фон + ЖКУ 11:37	83,0	21,6	18,5	6,3	46,4	14,2	13,5	4,6	32,2	1,1
Отвальная вспашка на глубину 20-22 см	НРК 16:16:16 200 кг /га (фон) (контроль)	58,0	7,0	20,1	3,4	30,5	3,7	15,2	1,8	20,7	0,6

	Фон + Аммофос NP 12:52	59,7	18,0	14,9	6,4	39,3	10,5	9,2	3,2	22,9	0,6
	Фон + ЖКУ 11:37	66,8	12,1	14,8	5,0	31,9	8,5	9,3	3,1	20,9	0,7

Учитывая, что опыт по применению минеральных удобрений на гречихе был двухфакторным, были получены следующие данные по эффективности их применения на гречихе (Таблица 3).

Таблица 3. - Эффективность минеральных удобрений на гречихе

вариант	Схема обработки почвы	Схема минерального питания	доза, кг/га	затраты руб./га		урожайность, ц/га	прибавка урожайности, ц/га	дополнительный доход, руб./га
				удобрения	дизтопливо			
1	Безотвальная обработка почвы на глубину 12-15 см	Контроль	200			10,9		
2		Аммофос NP 12:52	71	2882		12,9	2	7118
3		ЖКУ 11:37	100	3620		12,9	2	6380
4	Отвальная вспашка на глубину 20-22 см	Контроль	200		420,75	7,8		
5		Аммофос NP 12:52	71	2882	420,75	7,9	0,1	-2803,4
6		ЖКУ 11:37	100	3620	420,75	8,9	1,1	1459,25

При тех же затратах на удобрения ЖКУ 11:37 и аммофос NP 12:52, что и на ячмене яровом, в связи применением двух приемов основной обработки почвы, возросли затраты на дизтопливо на вариантах с отвальной вспашкой в среднем на 421 руб./га. С учетом низкой урожайности культуры в 2021 году и произведенными затратами, был рассчитан дополнительный доход от применения удобрений на гречихе при цене её реализации 50 тысяч рублей за тонну. В результате расчетов получилось, что в условиях 2021 года наибольшей прибавки от применения удобрений удалось достичь с применением аммофоса и ЖКУ по безотвальной обработке почвы (7118 руб./га и 6380 руб./га соответственно).

В результате проведенных исследований было установлено, что в условиях Орловской области на темно-серых лесных среднесуглинистых

почвах на фоне отвальной вспашки гречиха достоверно снижала урожайность в среднем на 3,1- 5 ц/га в сравнении с безотвальной обработкой. Система питания повлияла на урожайность гречихи в условиях 2021 года в меньшей степени. Наибольшие прибавки урожайности удалось получить на фоне безотвальной обработки почвы и применения аммофоса в дозе 71 кг/га и ЖКУ в дозе 100 кг/га. Прибавка на этих вариантах составила 2 ц/га в сравнении с контролем. Наибольшей прибавки от применения удобрений на гречихе удалось достичь с применением аммофоса и ЖКУ по безотвальной обработке почвы.

#### Литература:

1. Боева, Н.Н. Агротехнические особенности возделывания гречихи в условиях черноземных почв Курской области / Н.Н. Боева, В.П. Чистякова, Т.В. Гаврилова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018.-№7. -С. 73-77.
2. Бобкова, Ю.А. Изменение урожайности и качества полевых культур в зависимости от приема основной обработки почвы / Ю.А. Бобкова // Вестник аграрной науки. 2019.-№3(78). - С. 3-8.
3. Зотиков, В.И. О повышении эффективности производства зерна гречихи в России / В.И. Зотиков, З.И. Глазова // Зернобобовые и крупяные культуры. -2015. - № 1(13). - С. 75-78.
4. Парахин, В.Н. Гречиха: Биологические возможности и пути их реализации/ Н.В. Парахин // Вестник Орел ГАУ. - 2010. - № 4. - С. 4-8.

УДК 631.81:635.1/.8

### **ОГРАНИЧЕНИЕ ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕЛЕННЫХ, ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ И ЭФИРНО-МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР**

Босак Виктор Николаевич, д-р с.-х. наук, профессор  
Сачивко Татьяна Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент  
Акулич Михаил Петрович, старший преподаватель  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
Горки, Республика Беларусь, bosak1@tut.by

*Изучены дозы азотных удобрений, обеспечивающие содержание нитратов в зеленой массе в пределах ПДК при возделывании зеленых, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур.*

*Ключевые слова: азотные удобрения, нитраты, зеленая масса, зеленные, пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры.*

### **LIMITING THE DOSES OF NITROGEN FERTILIZERS IN THE CULTIVATION OF GREEN, SPICY-AROMATIC AND ESSENTIAL-OIL PLANTS**

Bosak Viktor Nikolaevich, DSc (Agriculture), Professor  
Sachivko Tatsiana Vladimirovna, PhD (Agriculture), Associate professor  
Akulich Mikhail Petrovich, Senior Lecturer

*Doses of nitrogen fertilizers that ensure the content of nitrates in the green mass within the limits of standards for the cultivation of green, spicy-aromatic and essential-oil plants were studied.*

*Key words: nitrogen fertilizers, nitrates, green mass, green, spicy-aromatic and essential-oil plants.*

Зеленные, пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры используются в различных отраслях экономики. При их возделывании, наряду с показателями урожайности, большая роль отводится качеству товарной продукции, которая используется как непосредственно для питания человека, так и сырья для различных секторов промышленности [7].

Качество товарной продукции зеленых, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур в значительной степени определяет ее востребованность и конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках, агрономическую и экономическую целесообразность возделывания в разных регионах.

Качество растениеводческой продукции определяется целым рядом факторов: биологическими и сортовыми особенностями возделываемых культур, почвенно-климатическими условиями, агротехническими приемами, среди которых применение удобрений имеет первостепенное значение [1–6, 8–13].

Среди показателей качества зеленых, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур одним из важнейших является содержание нитратов в зеленой массе, избыточное содержание которых может оказать неблагоприятное воздействие на здоровье человека [2, 4, 5, 11].

Исследования по изучению влияния азотных удобрений на накопление нитратов при выращивании зеленых, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур проводили на протяжении 2014–2022 гг. в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» на окультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве.

В исследованиях изучали районированные новые сорта зеленых, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур селекции УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»: базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.) сорт Володар, базилик тонкоцветный (*Ocimum tenuiflorum* L.) сорт Источник, огуречная трава (бораго) (*Borago officinalis* L.) сорт Блакіт, пажитник голубой (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) сорт Росквіт, горчица черная (*Brassica nigra* Koch.) сорт Дарунак, герань крупнокорневищная (*Geranium macrorrhizum* L.) сорт Танюша, душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) сорта Завіруха и Аксаміт, иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.) сорт Завея, лук душистый (*Allium odorum* L.) сорт Водар, лук многоярусный (*Allium × proliferum* (*Allium cepa* × *Allium fistulosum*)) сорт Узгорак, рута душистая (*Ruta graveolens* L.) сорт Смаляніца, а также традиционные виды зеленых, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур: укроп пахучий

(*Anethum graveolens* L.) сорт Грибовский, кориандр посевной (*Coriandrum sativum* L.) сорт Летний бриз, салат листовой (*Lactuca sativa* L.) сорт Американский коричневый и петрушка (*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss) сорт Курчавая [7].

Схемы опытов включали варианты без применения удобрений, варианты с внесением под предпосевную культивацию  $N_{20-90}P_{40-50}K_{70-80}$  (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий), а также варианты с подкормкой посевов  $N_{20-30}$ .

Как показали результаты исследований, применение возрастающих доз азотных удобрений оказало существенное влияние на накопление нитратов в зеленой массе исследуемых пряно-ароматических и зеленных культур.

Согласно Гигиеническому нормативу «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов» (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 21 июня 2013 г. № 52 в ред. от 22.11.2016 № 120), ПДК содержания нитратов в листовых овощах в Республике Беларусь составляет 2000 мг/кг [9].

Превышение содержания нитратов выше ПДК в отдельные годы исследований отмечено при внесении доз азота, превышающих 60 кг/га д.в. При этом однолетние зеленные, пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры накапливали нитраты более интенсивно, чем многолетние.

Учитывая показатели качества продукции, при возделывании изучаемых зеленных, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур рекомендуется внесение минерального азота в дозах, не превышающих  $N_{60}$  на фоне  $P_{40-50}K_{70-80}$ .

#### Литература:

1. Борисов, В.А. Система удобрения овощных культур / В.А. Борисов. – Москва: Росинформагротех, 2016. – 392 с.
2. Босак, В.М. Удасканаленне сістэмы ўгнаення вострасмакавых і зяленіўных культур / В.М. Босак, Т. У. Сачыўка // Ботанические сады и дендрологические парки высших учебных заведений. – Горки: БГСХА, 2016. – С. 12–13.
3. Босак, В.Н. Агрэаэканамічная эфектыўнасць прымянення ўдобраў у зернопрпаішном севабороте / В.Н. Босак, О.Ф. Смяяновіч // Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. – Брест, 2006. – С. 38–41.
4. Босак, В.Н. Влияние минеральных удобрений на накопление нитратов и урожайность пряно-ароматических и зеленных культур / В.Н. Босак, Т.В. Сачивко, М.П. Акулич // Овощеводство. – 2019. – Т. 27. – С. 18–24.
5. Босак, В.Н. Влияние удобрений на накопление нитратов пряно-ароматическими и зеленными культурами / В.Н. Босак, Т.В. Сачивко, М.П. Акулич // Овощеводство и бахчеводство: исторические аспекты, современное состояние, проблемы и перспективы развития. – Обухов, 2019. – С. 52–54.
6. Босак, В.Н. Содержание нитратов в растениеводческой продукции в зависимости от погодных условий и применения удобрений на дерново-

подзолистой легкосуглинистой почве / В.Н. Босак, Е.Г. Мезенцева, Т.В. Дембицкая // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 2. – С. 167–171.

7. Генетические ресурсы растений. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры: рекомендации / Т.В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 22 с.

8. Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.

9. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В.Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.

10. Применение удобрений при возделывании овощных культур: рекомендации / В.В. Скорина [и др.]. – Минск: БГТУ, 2012. – 16 с.

11. Сачивко, Т.В. Агроэкономическая эффективность применения минеральных удобрений и регуляторов роста при возделывании эфирно-масличных и пряно-ароматических культур / Т.В. Сачивко, В.Н. Босак // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2021. – Т. 55. – С. 112–119.

12. Сачивко, Т.В. Химические аспекты качественного состава зеленой массы базилика / Т.В. Сачивко // Современные методы обучения в химическом и экологическом образовании. – Горки: БГСХА, 2015. – С. 51–54.

13. Bosak, V. Influence of long-term application of fertilizers on crop rotation productivity and fertility of Podzoluvisol / V. Bosak, A. Smeyanovich // Practical Solutions for Managing Optimum C and A Content in Agricultural Soils III. – Prague, 2005. – P. 6.

УДК 631.17:633

## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Внукова Зоя Михайловна, студент

Орловский государственный аграрный университет

имени Н. В. Парахина, Орёл, Россия

zoyavnukova@gmail.com

Питель Татьяна Семеновна, канд. экон. наук, доцент

Орловский государственный аграрный университет

имени Н. В. Парахина, Орёл, Россия

ts.pitel@orelsau.ru

*Сельское хозяйство является в любой стране очень важной отраслью, так как именно она обеспечивает продовольственную безопасность государства. В любой стране эта область экономики сильно зависит от почвенно-климатических условий, поэтому любая страна вынуждена в той или иной степени поддерживать свое аграрное производство. При переводе сельского хозяйства в более интенсивный режим производства необходимо использовать инновационный путь развития, что особенно важно в условиях современных экологических и демографических проблем.*

*Ключевые слова: ресурсосберегающие технологии, сберегающее земледелие, растениеводство, агропроизводство.*

## RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN CROP PRODUCTION

Vnukova Zoya Mikhailovna, student

Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russia  
zoyavnukova@gmail.com

Tatiana S. Pitel, Candidate of Sciences, Associate Professor  
Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russia  
ts.pitel@orelsau.ru

*Agriculture is a very important industry in any country, since it is it that ensures the food security of the state. In any country, this area of the economy is highly dependent on soil and climatic conditions, so any country is forced to maintain its agricultural production to one degree or another. When transferring agriculture to a more intensive production mode, it is necessary to use an innovative way of development, which is especially important in the conditions of modern environmental and demographic problems.*

*Key words: resource-saving technologies, conservation agriculture, crop production, agricultural production.*

Сберегающее земледелие является одним из самых долгосрочных видов ресурсосбережения. При грамотном и рациональном его использовании и введении можно достичь максимальных показателей минимизации затрат, сокращения ущерба экономике и экологии.

Так же значительно повышается эффективность производства и результаты труда. Снижение затрат вызвано использованием методов точного земледелия с использованием специальной аппаратуры, которая позволяет сократить расходы химикатов, топлива, времени, обладающей расширенными возможностями работы в ночное время суток и при плохих погодных условиях.

Ресурсосберегающие технологии — это технологии, позволяющие уменьшить затраты ресурсов, то есть себестоимость на производство единицы продукции.

Ресурсосберегающая деятельность в растениеводстве опирается на полное восстановление плодородия земель после изъятия из почвы сельскохозяйственными культурами питательных веществ. Это обеспечивается путем внесения органических, минеральных удобрений, бактериальных удобрений, а также торфа и сапропеля [5].

Сегодня рекомендуется внедрять технологии ресурсосберегающего земледелия, так как они могут гарантировать развитие сельскохозяйственного производства и повысить конкурентоспособность АПК. При данных технологиях достигается экономия горюче-смазочных материалов в два три раза, трудозатрат - до трёх раз, расходы на ремонт и обслуживание техники сокращаются более чем вдвое, сохраняется плодородие почвы с одновременным улучшением экологической обстановки [1].

Рассмотрим несколько ресурсосберегающих мероприятий для улучшения качества угодий.

Современные системы капельного полива – представляют собой гибкие шланги с капельницами, которые выравнивают подачу воды по всей длине шланга. Вода подаётся прямо к корням, экономно и с одновременными подкормками в малых дозах, охватывая сразу до 10 рядов (фертигация) [4].

Существует множество способов утилизации органических отходов. Например, переработка навоза в биогумус с помощью дождевых червей. Более дешёвый способ переработки органических отходов - микробиологический. Исследования показали, что при такой переработке навоза микробный состав продуктов намного лучше, чем в самом навозе. Вместо двух-трёх лидирующих видов - 17-22 полезных видов, численность которых более выровнена. Это - признак стабильности и сбалансированности микробного ценоза. Доступных питательных элементов здесь также больше, чем в обычных компостах [4].

Сберегающее земледелие — это объективная необходимость, связанная с экономическими и экологическими предпосылками, это более совершенная система возделывания культур, требующая специальных орудий и машин, специальных мероприятий по защите растений и севооборотов.

Сберегающие технологии — это одна из самых важных стратегий жизнеобеспечения с точки зрения гарантирования ресурсов и продовольствия во всем мире. Система сберегающего земледелия названа агроэкологической революцией XXI в. и будет активно развиваться и все более широко внедряться в агропроизводство.

#### Литература:

1. Акмаров П.Б. Эффективность использования производственных ресурсов коллективными хозяйствами// Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2002. - №4.-с. 14-15
2. Гусаков, Ф. А. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве. Практикум / Ф.А. Гусаков, Н.В. Стальмакова. - М.: Академия, 2017. - 288 с.
3. Сузьменко В.А. Региональные аспекты энергопотребления АПК // АПК: экономика и управление. 2001. - № 1. - С.52-57.
4. Миндрин А.С. Энергосбережение в сельском хозяйстве // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2006. - №5. - С. 11-14.
5. Регуш В.В., Пацкалев А.Ф. Восстановление и развитие технического потенциала сельского хозяйства. М.: РАСХН, 2003. - 284 с.
6. Сафонов, Л.Ф. Системы земледелия: учебник для вузов / А.Ф. Сафонов [и др.]; под ред. А.Ф. Сафонова. - М.: КолосС. 2017. - 447 с.

УДК 633.11

## **МОНИТОРИНГ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В АГРОЦЕНОЗАХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

Демиденко Галина Александровна, д-р биол. наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
demidenkoekos@mail.ru

*В статье рассмотрены результаты мониторинга агроценозов по совершенствованию интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы в Красноярской лесостепи.*

*Ключевые слова: интенсивная технология, яровая пшеница, урожайность, полевой опыт, Красноярская лесостепь.*

## **MONITORING OF THE USE OF INTENSIVE TECHNOLOGY IN THE CULTIVATION OF SPRING WHEAT IN THE AGRO-CENOSES OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE**

Demidenko Galina Aleksandrovna, Doctor of Biological Sciences, Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University", Krasnoyarsk, Russia  
demidenkoekos@mail.ru

*The article discusses the results of monitoring of agrocenoses to improve the intensive technology of cultivation of spring wheat in the Krasnoyarsk forest-steppe.*

*Key words: intensive technology, spring wheat, yield, field experience, Krasnoyarsk forest-steppe.*

Яровая пшеница является одной из основных сельскохозяйственных культур в мире [8,9]. Технология – мобильный фактор, с широким диапазоном переменных, во многом напрямую связанный с антропогенными факторами. Использование интенсивная технология в сельском хозяйстве позволяет улучшать количество и качество продукции при возделывании яровой пшеницы в агроценозах Красноярской лесостепи при использовании факторов интенсификации производства.

Земледельческие агроценозы Красноярской лесостепи, в основном, представлены зерновыми культурами, основная площадь их возделывания принадлежит яровой пшенице [1,2].

Повышение урожайности зерновых культур и улучшение качество зерна – актуальная задача растениеводства сибирского региона в современных условиях.

Цель исследования: агроэкологический мониторинг применения интенсивной технологии при возделывании яровой пшеницы в агроценозах Красноярской лесостепи

Материалы и методы. Полевые исследования факторов интенсификации сельскохозяйственного производства на урожайность и качество зерна яровой

пшеницы проводились в ООО «Емельяновское» Красноярского края. Лабораторные исследования выполнены в Инновационной лаборатории «Мониторинг сельскохозяйственных и лесных культур» в ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ».

При проведении полевого опыта использовалась методика проведения полевого опыта с основами статистической обработки данных Б.А. Доспехова [4].

Основной методом исследования - агроэкологический мониторинг, в составную часть которого входит применение агроэкологических технологий при выращивании сельскохозяйственных культур.

Объектом исследования является яровая пшеница сорта Кантегирская 89. Сорт среднеспелый. Высота стеблестоя составляет 83-110 см. Устойчивость сорта к полеганию – 4.5 балла. Отличием сорта является высокий темп роста в начальный период, засухоустойчивость в период налива зерна, выживаемость при уборке урожая. Относится к сильным пшеницам. Имеет отличные хлебопекарные качества.

Результаты и их обсуждение. Применение интенсивной технологии при возделывании яровой пшеницы в агроценозах Красноярской лесостепи отражено в исследованиях авторов [3,5-7]. Почвенный покров Красноярской лесостепи, в основном, представлен черноземами (обыкновенными и выщелоченными).

Агрохимическая характеристика чернозема выщелоченного показывает его высокое почвенное плодородие (Таблица 1).

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика выщелоченного чернозема Красноярской лесостепи

Тип почвы	Гумус, %	pH солевой	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/100 г	K <sub>2</sub> O мг/100 г	Гидролитическая кислотность
Чернозем выщелоченный среднегумусный среднесуглинистый (Ап)	8.4	6.7	23.2	16.0	1

Анализ таблицы 1 показал, что гумусовый (пахотный) горизонт выщелоченного чернозема Красноярской лесостепи имеет: высокое содержание гумуса; нейтральную реакцию почвенного раствора; обеспеченность фосфатами - повышенная; содержание обменного калия – высокое; содержание гигроскопической влаги колеблется от 3.7 до 3.9.

Одним из типичных севооборотов при возделывании пшеницы является полевой зернопаровой: 1. Чистый пар 245 га; 2. Пшеница + донник 245 га; 3. Донник 245 га; 4. Пшеница 245 га; 5. Овес 245 га. Общая площадь севооборота – 1225 га.

В данном севообороте предшественником является чистый пар и донник.

Чистые пары выполняют важные агротехнические функции: накопление, сохранение и рациональное использование почвенной влаги; мобилизация питательных веществ в почве; борьба с сорняками, вредителями и болезнями культурных растений.

Интенсификация производства при применении интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы в агроценозах Красноярской лесостепи, предусматривает использование минеральных и органических удобрений.

Азотные удобрения (мочевина), вносим вразброс с обязательной заделкой, чтобы избежать газообразные потери вследствие разложения с образованием  $\text{NH}_3$ .

Фосфорные удобрения (двойной суперфосфат) вносим локально с семенами при посеве

Расчетные нормы NPK под программируемую урожайность пшеницы позволят восполнить вынос питательных веществ с запланированным урожаем культуры (Таблица 2).

Таблица 2 - Расчетные нормы NPK под программируемую урожайность пшеницы

Культура	Урожайность, т/га	Нормы NPK, кг/га			Нормы перегноя, т/га
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ,	K <sub>2</sub> O	
Пшеница сорта Кантегирская 89	3,5	42.2	37.6	32.6	26.9

Применение расчетные нормы внесение перегноя в поля севооборота в дозе 26.9 т/га, позволит в почве полностью покрыть недостаток калия и, частично, недостаток азота и фосфора.

Применение защиты растений от и болезней, сорняков, вредителей. Поля с степенью засоренности 2-3 бала обрабатываются гербицидами. Применяя химические средства, придерживаются нормам расхода препарата в пределах регламентов, установленных с учетом рекомендаций по охране окружающей среды.

Решения о необходимости применения фунгицидов зависит от степени поражения инфекцией листьев растений: первое опрыскивание проводят при проявлении начальных признаков болезни (бурой ржавчины или септориоза); повторное - по сигналам пунктов прогноза Станции защиты растений. Сроки обработки посевов зерновых культур приходится на вторую половину вегетации (начало колошения – налив зерна).

Обработку инсектицидами начинают при наступлении экологического порога вредоносности.

На степных участках Красноярской лесостепи, как и других лесостепях юга Красноярского края, чистые пары как предшественники в верхнем метровом слое обеспечивают накопление запасов продуктивной влаги, что безусловно приводит к повышению урожайности пшеницы. Донник, как

представитель многолетних бобовых трав, обладает азотфиксирующей способностью. То есть оказывает комплексное воздействие на улучшение почвенного плодородия, продуктивность севооборота и урожайность последующих культур.

Интенсивная технология предусматривает: размещение посевов в системе севооборота по чистым парам и второй культурой после пара; возделывание высокоурожайных сортов яровой пшеницы с хорошим качеством зерна (сбалансированное обеспечение растений минеральным питанием (с учетом их содержания в почве); в период вегетации дробное внесение азотных удобрений (по данным растительной и почвенной диагностики); применение защиты растений от и болезней, сорняков, вредителей; регулирование роста растений (выполнение всех технологических приемов, направленных на накопление влаги, создание благоприятных условий для развития культуры, защиты почв от эрозии).

При выращивании пшеницы с применением интенсивной технологии предусматривается использование технологической колее (совмещение применение инсектицидов и фунгицидов с гербицидами и азотными подкормками). Это позволяет снизить затраты средств и труда вследствие уменьшения числа обработок посевов.

Заключение. В агроценозах Красноярской лесостепи применение интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы обеспечивает прибавку урожая пшеницы на 39-40 %. Для продовольственной безопасности и повышения качества продуктов сельскохозяйственного производства, необходимо рациональное использование минеральных удобрений.

#### Литература:

1. Агропромышленный комплекс Красноярского края в 2011 – 2015 гг. Красноярск: КрасГАУ, 2016 - 217 с.
2. Ведров, Н.Г. Селекция и семеноводство полевых культу/ Н.Г. Ведров Красноярск: КрасГАУ, 2005. - 130 с.
3. Демиденко, Г.А. Применение интенсивной технологии при возделывании яровой пшеницы Кантегирская 89 на семена в Красноярской лесостепи / Г.А. Демиденко// Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы Международной научно-практической конференции. Часть 2. Том 1. Красноярск. 2021. - С. 431 – 433.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Агропромиздат. 1985. - 351 с.
5. Романов, В.Н. Применение интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи / В.Н. Романов, Г.А. Демиденко, Г.Д. Дружинин// Вестник КрасГАУ. 2021. - № 4. - С.21-26.
6. Келер, В.В. Аспекты повышения продуктивности и рентабельности производства зерна пшеницы в Красноярском крае/ В.В. Келер, С.В. Хижняк// Вестник КрасГАУ. 2019. - № 6. - С.28-34.

7. Романов В.Н. Урожай и качество зерна яровой пшеницы при использовании азотных удобрений в агроценозах Красноярской лесостепи/ В.Н. Романов, Г.А. Демиденко// Вестник КрасГАУ. 2020.- № 4. - С.31-36.

8. Cope J.T., Thurlow D.L., Evans E.M., Touchton J.T. Fertility requirements of wheat // Research report series 1983. - №2. - P. 9-11.

9. Franz I. M. Integrated plant protection concept // Gesunde Pflanzen, BRD. 1978. - V.30. - P.177-181.

УДК 631.559: 633.367.2

**УРОЖАЙНОСТЬ ВЕГЕТАТИВНОЙ МАССЫ СОРТОВ ЛЮПИНА  
УЗКОЛИСТНОГО СЕЛЕКЦИИ ФНЦ «ВИК ИМ. В.Р. ВИЛЬЯМСА»**

Емелев Сергей Александрович, канд. с.-х. наук, доцент  
Вятский государственный агротехнологический университет, Киров, Россия  
emeleffsergej@yandex.ru

Лыбенко Елена Сергеевна, канд. с.-х. наук, доцент  
Вятский государственный агротехнологический университет, Киров, Россия  
elenalybenko@rambler.ru

*В статье обосновывается необходимость изучения и внедрения в производство сортов люпина узколистного иногородней селекции в условиях Кировской области.*

*Ключевые слова: люпин узколистный, сорта, урожайность, зеленая масса, сухое вещество.*

**VEGETATIVE MASS YIELD OF VEGETATIVE MASS VARIETIES OF  
NARROW-LEAVED LUPIN SELECTION FEDERAL WILLIAMS  
RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION & AGROECOLOGY**

Emelev Sergey Alexandrovich, ph.d. s.-x. sciences, associate professor, department  
of plant biology, breeding and seed production, microbiology  
Vyatka State Agrotechnological University, Kirov, Russia

Lybenko Elena Sergeevna, ph.d. s.-x. sciences, associate professor, department of  
general agriculture and crop production  
Vyatka State Agrotechnological University, Kirov, Russia

*The article substantiates the need to study and introduce into production varieties of narrow-leaved lupine of non-resident selection in the conditions of the Kirov region.*

*Key words: narrow-leaved lupine, varieties, productivity, green mass, dry matter.*

Люпин узколистный – единственный вид из однолетних люпинов, способный давать устойчивые урожаи в условиях Кировской области. Люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) принадлежат к семейству бобовые Fabaceae (Leguminosae), включающему важные пищевые и кормовые культуры. Семена люпина узколистного богаты белком, содержащим значительное

количество эссенциальных аминокислот. Это позволяет рассматривать их как альтернативный источник белка [1, 2, 6, 10].

В последнее время люпин представляет интерес как сельскохозяйственная культура, сидеральное удобрение, а также для борьбы с эрозией почвы [9, 10]. Кроме того, он позволяет сократить использование удобрений за счет способности фиксировать азот из воздуха [2, 10, 11].

Использование люпина для целей животноводства ограничивает содержание в нем алкалоидов, особенно хинолизидиновых и индольных форм. В зависимости от содержания алкалоидов все сорта люпина можно разделить на 2 группы: «горькие» (общее содержание обычно находится в пределах 1,0-4,5 г) и «сладкие» [11].

Алкалоиды люпинов влияют на центральную нервную систему животных. При кормлении их продуктами с высоким содержанием алкалоидов происходит потеря аппетита из-за горького вкуса. Это вызывает снижение потребления корма и снижает темпы роста. Малоалкалоидный люпин находит свое применение для кормления сельскохозяйственных животных [3, 4, 5, 7].

Из однолетних люпинов в Кировской области можно выращивать только люпин узколистный. Он может быть использован в качестве корма в виде семян, зеленой массы и силоса. Отсюда следует, что люпин узколистный можно рассматривать важным резервом увеличения производства высокобелковых кормов [6, 9].

Цель исследования – оценить урожайность зелёной массы сортов люпина узколистного в условиях Кировской области.

Материалом для исследования являлись 8 сортов люпина узколистного селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Опыт был заложен на территории агротехнопарка ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ в 2022 г. Почвы участка дерново-среднеподзолистые, типичные для основной территории Кировской области. Содержание гумуса составило 1,97%, подвижного фосфора – 223 и обменного калия – 154 мг/кг почвы. В качестве стандарта использован горох Указ, относящийся к штамбовому типу. Выбор его обусловлен большими площадями, занятыми этой культурой в структуре кормовых культур, выращиваемых в Кировской области. Норма высева люпина из расчета 1,3 млн. всхожих семян на га. Сорта были высеяны в 4-кратной повторности, учетная площадь делянки составила 4,5 м<sup>2</sup>. Размещение делянок систематическое (ступенчатое) в два яруса.

Технология возделывания общепринятая в условиях Кировской области для культур, выращиваемых с целью получения зеленой массы. Математическую обработку полученных результатов (изменчивости количественных признаков, существенности различий между вариантом и стандартом) устанавливали с помощью критерия Стьюдента и НСР (наименьшая существенная разница) [8].

Май 2022 года был холоднее обычного, отклонение от средненаблюдаемого показателя составило -2,7°С, это отразилось на появлении всходов и скорости роста в начальный период развития. В июне среднемесячная температура находилась на уровне нормы, однако количество

выпавших осадков на 50% превысило средние показатели. В июле преобладала теплая, временами жаркая, сухая или с редкими в первой и третьей декадах, но с частыми дождями во второй декаде погода.

Высота растений, используемых для получения зеленого корма, является важным показателем и имеет с урожайностью прямую зависимость.

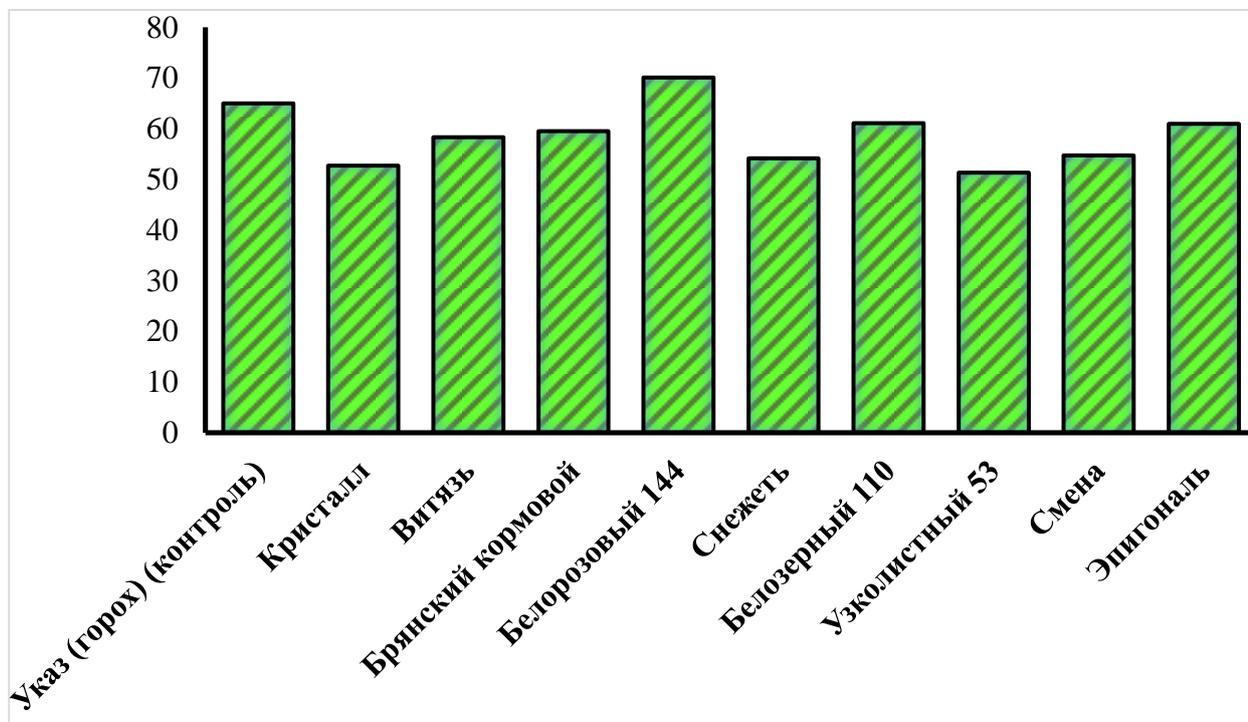


Рисунок 1 – Высота растений люпина узколистного, см

Высота растений гороха Указ, используемого в качестве контроля, составила 65 см. Практически все сорта люпина узколистного оказались ниже гороха на 6-21%. Только сорт Белорозовый 144 смог сформировать более высокие растения (70,1 см).

В таблицах 1 и 2 приведена урожайность зеленой массы и сухого вещества сортов люпина узколистного.

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы сортов люпина узколистного селекции ВИК

Сорт	Урожайность зеленой массы, ц/га		
	среднее	± к Указ,	± к Указ, %
Указ (горох) (стандарт)	445,8	—	—
Кристалл	629,0	+183,3	+41,1
Витязь	681,8	+236,0	+52,9
Брянский кормовой	714,5	+268,8	+60,3
Белорозовый 144	749,5	+303,8	+68,1
Снежить	655,3	+209,5	+47,0
Белозерный 110	611,0	+165,3	+37,1
Узколистый 53	583,0	+137,3	+30,8

Смена	702,3	+256,5	+57,5
Эпигональ	579,3	+133,5	+29,9
НСР <sub>05</sub>		43,6	
НСР <sub>01</sub>		58,1	

Таблица 2 – Урожайность сухого вещества сортов люпина узколистного селекции ВИК

Сорт	Сбор сухого вещества, ц/га		
	среднее	± к Указ, ц/га	± к Указ, %
Указ (горох) (стандарт)	141,1	—	—
Кристалл	132,0	-9,1	-6,4
Витязь*	130,7	-10,4	-7,4
Брянский кормовой	146,6	+5,5	+3,9
Белорозовый 144	156,1	+15,0	+10,6
Снежень	131,8	-9,3	-6,6
Белозерный 110	132,8	-8,3	-5,9
Узколистный 53	104,7	-36,4	-25,8
Смена	135,0	-6,1	-4,3
Эпигональ	109,2	-31,9	-22,6
НСР <sub>05</sub>		12,3	
НСР <sub>01</sub>		16,4	

По урожайности зеленой массы все сорта люпина узколистного достоверно превзошли горох посевной. Среднее превышение урожайности сортов люпина узколистного по сравнению с горохом составило более 45%. Это связано, прежде всего, с большей степенью облиственности растений люпина. Максимальное значение урожайности отмечено у сортов Белорозовый 144 (749,5 ц/га), Брянский кормовой (714,5 ц/га) и Смена (702,3 ц/га).

Урожайность сухого вещества является наиболее объективным показателем у кормовых культур. По сбору сухого вещества большинство сортов люпина оказались менее урожайными по сравнению с горохом. Достоверно ниже контроля отмечены показатели у сортов Узколистный 53 и Эпигональ (на 25,8 и 22,6% соответственно). Вероятно, условия 2022 г. не позволили сортам раскрыть весь свой генетический потенциал в условиях Кировской области. Достоверное превышение отмечено лишь у сорта Белорозовый 144. Прибавка к контролю у него составила 15,0 ц/га, или 10,6%.

#### Литература:

1. Агеева, П.А. Актуальные требования к новым сортам узколистного люпина в условиях меняющегося климата/ П.А. Агеева, Н.А. Почутина // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. – № 1 (17). – С. 99-103.
2. Артюхов, А.И. Люпин – важная составляющая часть стратегии самообеспечения России комплементарным белком / А.И. Артюхов, А.В. Подобедов // Кормопроизводство. – 2012. – № 5. – С. 3-4.

3. Буряков, Н.П. Безалкалоидный люпин сорта Дега в кормлении коров / Н.П. Буряков, Е.О. Прохоров // Кормопроизводство. 2017. – № 1. – С. 40-44.
4. Буряков, Н.П. Использование безалкалоидного люпина в кормлении лактирующих коров /Н.П. Буряков, Е.О. Прохоров// Сыроделие и маслоделие. 2017. – № 3. – С. 53-56.
5. Голушко, В. Люпин – альтернатива сое/ В. Голушко, А. Голушко //Животноводство России. 2016. – №. 1. – С. 49-50.
6. Елисеев, С.Л. К вопросу о возделывании люпина узколистного на зерно в Предуралье/ С. Л. Елисеев // Аграрный вестник Урала. 2010. – № 5 (71). – С. 38-40.
7. Мишуров, Н.П. Перспективные технологии повышения качества комбикормов/ Н.П. Мишуров, С.А. Давыдова, А.А. Давыдов // Техника и технологии в животноводстве. 2019. – №4 (36). – 205-211.
8. Моисейченко, В.Ф. Основы научных исследований в агрономии / В.Ф. Моисейченко, М.В. Трифонова, А.Х. Заверюха и др. – М.: Колос, 1996. – 336 с.
9. Юферева, Н.И. Изучение сортов люпина узколистного на зерно в условиях Кировской области / Н.И. Юферева, Т.А. Леконцева, Е.С. Стаценко // Пермский аграрный вестник. 2019. – № 4 (28). – С. 81-88.
10. Gladstones, J.S. Developments in Lupinusangustifolius breeding/ J.S. Gladstones // Proc. 4-th Intern. Lupin Conf. Geraldton, Australia, 1986. – Pp. 25-30.
11. Trugo, L.C. Lupin /L.C.Trugo, D.von Baer, E.von Baer // Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition), Academic Press, 2003. – Pp. 3623-3629.

УДК 631.17

### **ФАКТОРЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Ибиев Гани Закаевич, канд. экон. наук, доцент  
Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия  
gibiev@rgau-msha

Платоновский Николай Геннадьевич, канд. экон. наук, доцент  
Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия  
platonovsky@rgau-msha.ru

*В статье приведены факторы, которые влияют на внедрение ресурсосберегающих технологий, определена конкретизация внешних и внутренних факторов, оказывающих влияние на применение ресурсосберегающих технологий. Рассмотрена специфика финансовых ресурсов.*

*Ключевые слова: факторы, ресурсы, финансовые ресурсы, внешние и внутренние факторы, ресурсосберегающие технологии.*

## RESOURCE-SAVING FACTORS IN THE ACTIVITIES OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

Ibiev Gani Zakaevich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics, Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia

Platonovsky Nikolay Gennadievich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Management, Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia

*The article presents the factors that influence the introduction of resource-saving technologies, defines the specification of external and internal factors that influence the use of resource-saving technologies. The specifics of financial resources are considered.*

*Keywords: factors, resources, financial resources, external and internal factors, resource-saving technologies.*

В условиях рыночных отношений в процессе производства продукции сельского хозяйства особо актуальным становится вопрос формирования и обеспечения хозяйствующего субъекта необходимыми ресурсами предприятия для получения материальных благ и услуг. В связи с этим появляется необходимость применения ресурсосберегающих технологий не только в сельском хозяйстве, но и во всех отраслях народного хозяйства. Особо значимым и актуальным это проявляется в процессе производства продукции растениеводства. Отсюда и вытекает ряд важных проблем растениеводства, которые необходимо решить [7].

В любой предпринимательской деятельности необходимы факторы производства (ресурсы) для производства материальных благ и выполнении услуг. На эффективность использования имеющихся ресурсов предприятия непременно оказывают влияние группа факторов. Они являются действенной силой, которая определяет их потенциальной и функциональной возможности, способности для эффективного вовлечения производство [1].

В сельском хозяйстве влияние факторов имеет свою специфику, в отличие от других отраслей народного хозяйства, есть отрасли в сельском хозяйстве, где выращивают трудоемкие виды продукции, например в отрасли плодоводства, в данной отрасли необходимо внедрение инновационных технологий [5]. В аграрном хозяйстве необходимо учитывать ряд важных особенностей таких как:

- сезонный характер производства продукции;
- использование живых организмов;
- территориальная рассредоточенность хозяйствующих субъектов по различным зонам страны;
- произведенная продукция идет дальнейшее переработке и др.

С учетом данной специфики и особенностей отрасли сельского хозяйства факторы разделяются на внешние и внутренние, по мере влияния на

производимую продукцию их выделяют главные и дополнительные, по степени влияния на конечные результаты выделяют активные и пассивные и т.д. [2].

Одним из важнейших факторов в сельскохозяйственном производстве - это повышение урожайности возделываемых зерновых культур. Во - вторых, снизить себестоимость и повысить уровень рентабельности производимой продукции растениеводства, а также обеспечить восстановление и повышение почвенного плодородия [6].

На современном этапе в условиях рыночных отношений особый акцент делается на формирование и привлечение финансовых ресурсов для производства продукции сельского хозяйства. Именно финансовые ресурсы являются львиной долей в структуре ресурсов предприятия, они определяют важнейшую роль в сфере формирования и обеспечения хозяйства необходимыми ресурсами [8].

При определении структуры ресурсов в рыночном сегменте сельского хозяйства, во внимание должны быть приняты следующие факторы, которые в первую очередь влияют на финансовые ресурсы предприятия:

- денежные способности потока компании: Фиксированные расходы компании включают в себя процентные выплаты, дивиденды по привилегированным акциям, и они зависят от суммы займа, ценных бумаг и условий оплаты.

- гибкость: бизнес не может работать в статическом виде. Когда среда изменяется, соответственно, компания должна измениться, чтобы выжить. Для этой цели должна быть гибкость в структуре финансовых ресурсов [8].

- масштаб компании: это не самый важный фактор и имеет низкое значение в формировании структуры финансовых ресурсов.

Обычно малые и средние хозяйства не имеют возможности задействовать в своем инвестпроекте банковские и инвестиционные структуры на льготных условиях кредитования. Между тем у большого и крупного бизнеса в арсенале имеются свои рычаги воздействия на данные структуры в целях получения инвестиции и банковских кредитов в процессе формирования финансовых ресурсов [8].

Факторы, которые оказывают влияние на структуру финансовых ресурсов, могут быть как внутренними, так и внешними, поскольку любая структура бизнеса является объектом и участником рыночных отношений в сфере производства материальных благ и услуг [2].

Внешние факторы имеют большое влияние на формирование структуры финансовых ресурсов абсолютно любой фирмы в рыночном сегменте сельского хозяйства. Внешние факторы, такие как политическая и экономическая ситуация в обществе особенно актуальны для Российской экономики [1].

На рисунке 1 представлена классификация факторов и степень их влияния на структуру финансовых ресурсов в рыночном сегменте сельского хозяйства.



Рисунок 1 – Внешние факторы, влияющие на формирование финансовых ресурсов в рыночном сегменте сельского хозяйства

Следующие факторы внешней среды, влияющие на структуру финансовых ресурсов во внутренней сфере фирмы или предприятия в аспекте рынка по производству минеральных удобрений и химических веществ, является информационным сигналом для инвесторских и банковских структур [6].

Так называемые рыночные факторы из группы развития и конкуренции находятся во взаимодействии и взаимозависимости друг от друга. Положительная динамика и последовательная точка роста в перспективе отрасли химической промышленности зависит от конъюнктуры рынка, где субъектами рыночных отношений являются как потребитель так и инвестор или банковская структура [3]. Конкурентные предложения на рынке также напрямую связаны со спросом на продукцию конкретной фирмы и соответственно, чем выше конкурентные предложения на аналогичные товары или услуги на рынке, тем ниже спрос у фирмы и соответственно тем меньше денежный поток и ниже скорость оборота товаров. И как пропорциональная зависимость растет потребность в привлеченных денежных средствах [2].

Факторы внутренней среды, которые влияют на структуру финансовых ресурсов фирмы или компании в сегменте сельскохозяйственного рынка, показаны на рисунке 2.



Рисунок 2 – Внутренние факторы, влияющие на структуру финансовых ресурсов фирмы в рыночном сегменте сельского хозяйства

Факторы внутренней среды, которые оказывают влияние на структуру финансовых ресурсов компании в сегменте сельскохозяйственного рынка, напрямую зависят от факторов внешней среды факторов и, по сути, являются их ответной реакцией [7].

Факторы внутренней среды, такие как прогноз спроса на продукцию, оборачиваемость запаса и информация о доходах и общей суммы операционных затрат напрямую влияют о решение по структуре капитала организации. Низкая эластичность спроса и оборачиваемость провоцируют мощный отток денежных средств в запасы продукции и соответственно, таким образом, формируя их дефицит, пополнить который можно при помощи заемных денежных средств [4].

Резюмируя вышеизложенные исследования, можем сказать, что все факторы, которые прямым или косвенным образом влияют на величину денежного потока компании, оказывают свое влияние на структуру финансовых ресурсов хозяйствующих субъектов в аграрном секторе страны.

#### Литература:

1. Безносков, Г. А. Современные представления об экономическом механизме ресурсосбережения // Вестн. КРАУНЦ. Сер. Гуманитарные науки. 2013. – № 2. – С. 23–33.
2. Далисова, Н.А., Степанова, Э.В. Диверсификация сельскохозяйственного производства на основе ресурсосбережения // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2018. – № 6. – С. 58-68.
3. Драгайцев, В.И. Организационно–экономический механизм ресурсосбережения в сельском хозяйстве / В.И. Драгайцев // Техника и оборудование для села. – 2009. – № 3. – С. 12–15.
4. Золотарева, Е.Л. Ресурсосберегающие технологии – приоритетное направление развития растениеводства / Е.Л.Золотарева, К.В. Архипов // Экономика сельского хозяйства и перерабатывающих предприятий. – 2012. – №1. – С. 51–53.
5. Ибиев, Г. З. Современное состояние и перспективы развития отрасли плодоводства на инновационной основе / Г. З. Ибиев, А. В. Гришин // Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 7. – С. 71-74.
6. Ибиев, Г. З. Эффективное развитие зернового производства в регионе // Доклады ТСХА: Сборник статей, Москва. Выпуск 288: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – С. 420-423.
7. Ибиев Г. З. Перспективы внедрения ресурсосберегающих технологий в сельскохозяйственных предприятиях России / Г. З. Ибиев, С. А. Скачкова, О. А. Савоськина [и др.]// Проблемы развития АПК региона. – 2021. – № 4(48). – С. 67-78.
8. Агропромышленный комплекс России: Agriculture 4.0: В 2 томах / Е. Д. Абрашкина, Е. Г. Антонова, Н. В. Арзамасцева [и др.]. Том 1. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 509 с.

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Ибиев Гани Закаевич, канд. экон. наук, доцент  
Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия  
gibiev@rgau-msha

Савоськина Ольга Алексеевна, д-р с.-х. наук, профессор  
Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия  
osavoskina@rgau-msha.ru

Поддымкина Людмила Михайловна, канд. с.-х. наук, доцент  
Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия  
poddimkina@rgau-msha.ru

*В работе определено понятие «ресурсосберегающие технологии», влияние ресурсосберегающих технологий на повышение эффективности использования ресурсов предприятия для производства продукции растениеводства, приведены также цифровые технологии.*

*Ключевые слова: ресурсосберегающие технологии, цифровизация, цифровые технологии, точное земледелие, интенсификация.*

**RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN CROP PRODUCTION**

Ibiev Gani Zakaevich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics, Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia

Savoskina Olga Alekseevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agriculture and Methods of Experimental Business of the Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia

Poddymkina Lyudmila Mikhailovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – K.A. Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

*The paper defines the concept of "resource-saving technologies", the impact of resource-saving technologies on improving the efficiency of using enterprise resources for the production of crop production, digital technologies are also given.*

*Keywords: resource-saving technologies, digitalization, digital technologies, precision agriculture, intensification.*

Одной из главных задач ресурсосбережения на предприятиях сельскохозяйственного производства – это своевременное выполнение в точно срок всех технико-технологических операций в процессе получения продукции.

Под понятием «ресурсосберегающие технологии» предполагают - совокупность последовательных технологических операций, обеспечивающих производство продуктов с минимальным потреблением каких - либо ресурсов (энергии, сырья, материалов и др.) для технологических целей[5].

Интенсификация производства один из важнейших направлений в процессе ресурсосбережения при формировании и обеспечения ресурсов в деятельности предприятия. Интенсификация предполагает всевозможные сочетания и вложения средств производства в процессе производства продукции сельского хозяйства, с учетом их экономного и эффективного использования[4]. Кроме того необходимо отметить, интенсификация человеческого труда операторов технических систем, а это требует напряжения различных органов человека в психологическом плане, которые влечет за собой весьма жестких требований к точности управления сельскохозяйственной техникой и оборудованием.

Согласно экспертным оценкам ООН в 21 веке, учитывая растущее народонаселение в мире, необходимо наращивать продукцию сельскохозяйственного производства на 70-75%. Исходя из этого, неперенным условием является повышение производительности труда во всех отраслях народного хозяйства, в том числе и в отрасли сельского хозяйства. Достигнуть данное значение можно за счет внедрение ресурсосберегающих технологии путем цифровизации, средств коммуникации и инновационного подхода в сфере производства продукции. Можно сказать, что наступила эра глобализации цифровых технологий, которая определяется потоками данных, в которых содержатся информационные идеи и инновационные нововведения, новшества и изобретения [6].

По мнению многих экспертов, конец 2020 года намечался, как пограничный в процессе перевода экономики нашего государства на платформу цифровых технологий, которые позволили бы стране, экономическим структурам и всему обществу нашей страны перейти на интенсивный путь развития [5].

В Государственной программе нашей страны, которая называется «Цифровая экономика Российской Федерации», четко и прямо дается все действия связанные с развитием экономики страны за счет цифровизации, кроме сказано, что: «...данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности, что повышает конкурентоспособность страны, качество жизни граждан, обеспечивает экономический рост и национальный суверенитет» [1].

Приоритетной в данной программе является, что в отраслевом стандарте аграрного сектора необходимо модернизировать старые технологии, которые являются морально устаревшим и их непременно надо заменить, обновить на новые более прогрессивные системы интернета вещей, точного земледелия, геопозиционирования, комплексного управления парком техники и т.д., при этом надо будет учесть, что уровень применения цифровых технологий в сельском хозяйстве все еще остается низким, занимая 13-е место в мире. По данным Минсельхоза России, в России только 15 % пашни обрабатывается с

применением цифровых технологий. Предполагается, что к 2026 году рынок сельскохозяйственной информации и компьютерных технологий должен вырасти не менее чем в 5 раз, в том числе за счет поддержки различных проектов и агростартапов [3].

В современных условиях, которые складываются под воздействием глобализации всей мировой экономики, устойчивое развитие аграрного сектора, обеспечение продовольственной независимости страны [1], повышение экспортного потенциала [5], необходим перевод весь АПК нашей страны в конкурентоспособную высокотехнологичную отрасль с высокой производительностью труда и низкими непроизводительными затратами. Технологический прорыв, вот неотъемлемая часть внедрения в сельскохозяйственное производство цифровых технологий, что определяет актуальность данного исследования [8].

Одним из самых современных направлений цифровизации в сельскохозяйственной отрасли является точное (координатное) земледелие («PrecisionFarming»), которое требует междисциплинарного подхода, где ключевую роль играет правильная организация сбора (аэрофотосъемка) и обработки данных полевых сенсоров, возможно даже применение по обработке данных длительного полевого опыта на одном и том же участке земли при различных условиях окружающей среды [6]. Создание концепции «умного поля» как облачного сервиса по сбору и обработке и генерации информации точного земледелия, позволит выявить оптимальные управляющие решения различного уровня и перейти к цифровому земледелию («DigitalFarming») [1].

Согласно статистике, высокоточные сельскохозяйственные элементы используются в 1600 хозяйствах по всей стране, занимая площадь более 76 миллионов гектаров. В ТОП 5 регионов по числу продвинутых хозяйств вошли: Воронежская, Липецкая, Орловская, Самарская, Курганская области.

В цифровом земледелии, кроме технологии «Precision Farming», используются и интеллектуальные сети, в т.ч. и инструменты управления данными [1].

Одним из способов снижения уровня импортозависимости и повышения продовольственной безопасности страны является внедрение технологий, основанных на современных и инновационных физических методах. Внедрение и использование физических методов по данным опытных исследований перспективны для использования во многих технологиях обработки сельскохозяйственного сырья. Активному внедрению данных методов препятствует недостаточно отработанные методики и научно обоснованные рекомендации их промышленного применения [2].

Основными элементами в системе ресурсосбережения – это, в первую очередь, экономические аспекты, техническая часть, технологичность и экологизация, именно они составляют основу ресурсосбережения (рис. 1).

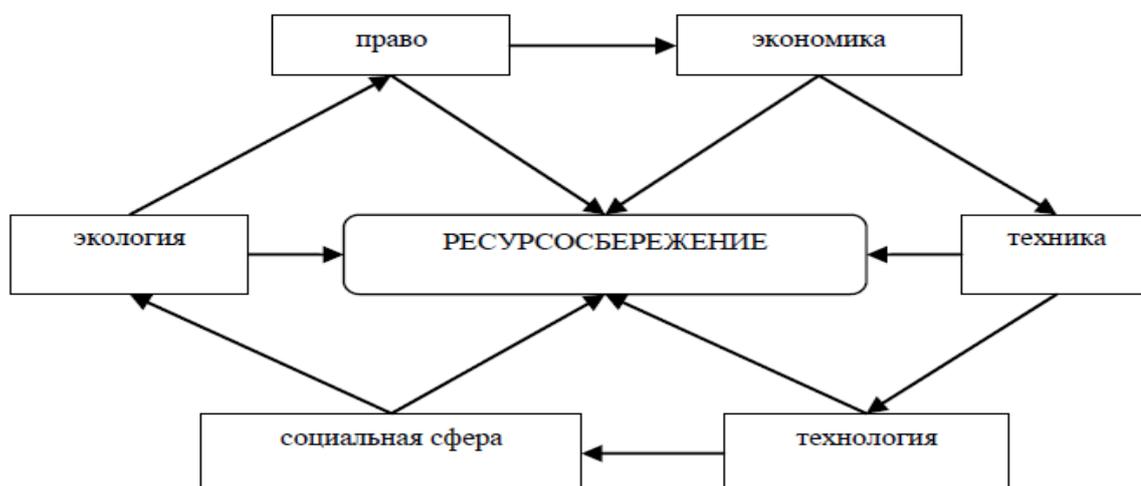


Рисунок 1 - Центральные элементы ресурсосберегающего развития АПК

Инновационные ресурсосберегающие технологии являются важнейшим фактором экономического развития агропромышленного комплекса (рис. 2).

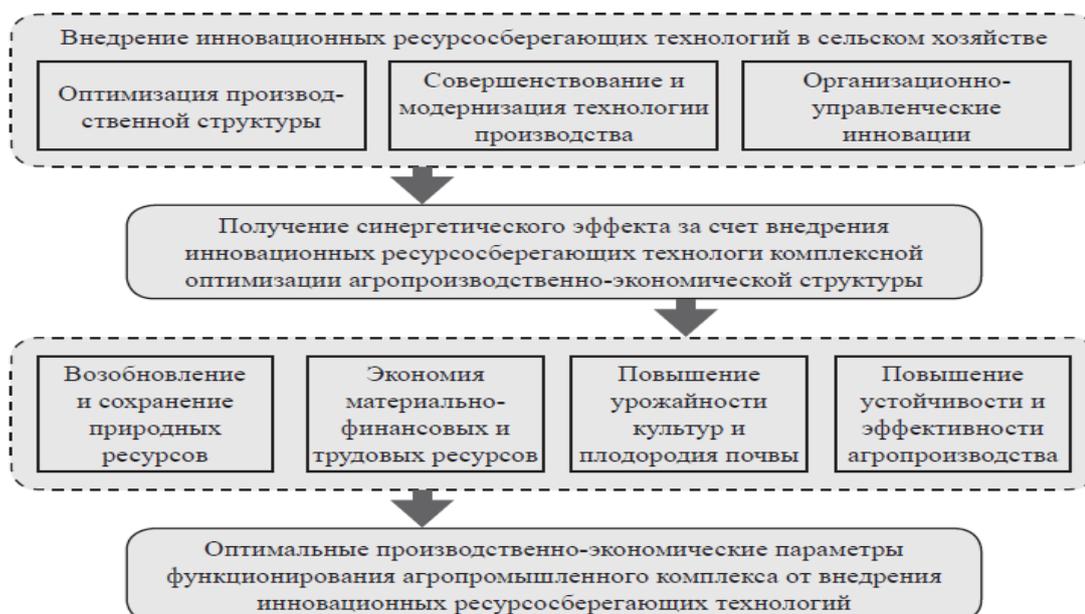


Рисунок 2 – Инновационно-ресурсосберегающие технологии как фактор эффективного развития аграрного сектора страны

Одной из главных задач для эффективного развития отрасли сельского хозяйства, в том числе и отрасли растениеводства - это минимизация производственных затрат в процессе производства продукции [4]. Кроме этого, необходимо снизить затраты связанные с реализацией, произведенной продукции. В первую очередь надо развивать логистику предприятия, под которой предполагается своевременная доставка готовой продукции должного качества до потребителя, а также обеспечение выполнения этого процесса с минимальными затратами всех видов ресурсов. Выполнение данных требований позволит снизить использование материальных и финансовых ресурсов предприятия, что приведет к увеличению выручки в ходе реализации продукции, роста прибыли и рентабельности предприятия [7].

Главная цель ресурсосберегающих технологий заключается в том, чтобы при наличии минимальных производственных (а также, финансовых, трудовых и материальных) ресурсов получать более качественные показатели, а также иметь повышенную экономическую отдачу от каждой единицы.

#### Литература:

1. Войтюк, В.А. Перспективы развития цифровизации в отрасли растениеводства / В сб.: Студенчество России: век XXI. Материалы VII Всероссийской молодежной научно-практической конференции. 2020. – С. 149-154.
2. Драгайцев, В.И. Организационно-экономический механизм ресурсосбережения в сельском хозяйстве / В.И. Драгайцев // Техника и оборудование для села. – 2009. – № 3. – С. 12–15.
3. Золотарева, Е.Л., Архипов, К.В. Ресурсосберегающие технологии – приоритетное направление развития растениеводства // Экономика сельского хозяйства и перерабатывающих предприятий. – 2012. – №1. – С. 51–53.
4. Ибиев, Г. З. Эффективное развитие зернового производства в регионе / Г. З. Ибиев // Доклады ТСХА: Сборник статей, Москва. Выпуск 288: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – С. 420-423.
5. Ибиев, Г. З. Перспективы внедрения ресурсосберегающих технологий в сельскохозяйственных предприятиях России / Г. З. Ибиев, С. А. Скачкова, О. А. Савоськина [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2021. – № 4(48). – С. 67-78.
6. Федоров, А.Д., Кондратьева, О.В., Слинко, О.В. Состояние и перспективы развития цифровизации сельского хозяйства / Техника и оборудование для села. 2018. – № 9. – С. 43-48.
7. Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: материалы Международной научной конференции [Электронный ресурс] / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2020. – 372 с.
8. Ресурсосберегающие технологии в растениеводстве. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.mcx-consult.ru](http://www.mcx-consult.ru).

УДК 631.5

**ВЛИЯНИЕ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА  
TERRION SR 2010 НА ТВЕРДОСТЬ ПОЧВЫ**

Ивченко Владимир Кузьмич, д-р с.-х. наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
v.f.ivchenko@mail.ru

Полосина Валентина Анатольевна, канд. с.-х. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
Polosina.va@mail.ru

Михайлова Зоя Ивановна, канд. биол. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
ZOYA2127676@ya.ru

Луганцева Мария Владимировна, канд. биол. наук  
Институт повышения квалификации работников лесного хозяйства,  
Дивногорск, Россия  
marialuganceva@mail.ru

*В статье авторы рассматривают вопрос о влиянии зерноуборочного комбайна Terrion на изменение величины показателя твердости чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи.*

*Ключевые слова: чернозем выщелоченный, твердость почвы, зерноуборочный комбайн, обработка почвы, ячмень.*

**INFLUENCE OF THE UNDERCARRIAGE OF THE GRAIN HARVEST  
TERRION SR2010 ON SOIL HARDNESS**

Ivchenko Vladimir Kuzmich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
Polosina Valentina Anatolyevna, Ph.D. s.-x. Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
Mikhailova Zoya Ivanovna, Ph.D. biol. Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
Lugantseva Maria Vladimirovna, Ph.D. biol. Sciences  
Institute for advanced training of forestry workers, Divnogorsk, Russia

*In the article the authors consider the issue of the influence of the Terrion combine harvester on the change in the hardness index of the leached chernozem of the Krasnoyarsk forest-steppe.*

*Key words: leached chernozem, soil hardness, combine harvester, tillage, barley.*

Почве присущи определенные агрофизические свойства, которые играют огромную роль в жизни растений. Вот почему таким показателям, как твердость почвы придается такое особо пристальное внимание.

С увеличением антропогенной нагрузки на почву отмечается деградация почвенного плодородия, что негативно влияет на уровень урожайности сельскохозяйственных культур.

Использование современных технологий возделывания полевых культур посредством применения энергоемких агрегатов не всегда положительно сказывается на агрофизических свойствах почвы, и, в частности, на таком показателе, как твердость.

Как известно [1], под твердостью понимают сопротивление почвы проникновению в нее различных тел – корней, орудий обработки или твердых предметов. А это значит, что величина твердости почвы во многом обуславливает условия развития корневых систем сельскохозяйственных растений. Так, исследованиями [2] установлено, что переуплотнение чернозёма выщелоченного отрицательно сказывается на росте и развитии озимой пшеницы после озимого рапса.

Величина данного показателя в значительной степени зависит от типа почвы, ее физических свойств.

Следует отметить, что этот показатель представляет существенный интерес не только для агрономов, но и для инженеров-механиков, так как конструирование новых сельскохозяйственных машин и агрегатов невозможно без учета знания твердости почвы.

Вопрос о влиянии применяемых технологий на величину показателя твердости почвы особенно актуален в современной земледелии, в связи с тем, что повсеместно отмечается переход на ресурсосбережение, особенно при проведении основной обработки почвы [3].

Ранее проведенными исследованиями в условиях Красноярской лесостепи [4] установлено, что твердость почвы под посевами полевых культур возрастает с глубиной как на вариантах с вспашкой, так и без ее проведения. Следует отметить, что на варианте без проведения вспашки этот показатель выше, чем на варианте с вспашкой.

Цель исследования – определить воздействие ходовой части зерноуборочного комбайна Terrion SR2010 в период уборки урожая ячменя на варианте без проведения основной обработки почвы.

Исследования проводились в зернопаропропашном севообороте в полевом опыте в условиях учебно-опытного хозяйства «Миндерлинское» ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет». Схема опыта включала четыре варианта: отвальная вспашка, плоскорезное рыхление, поверхностная и нулевая обработка почвы (без проведения основной обработки почвы). В работе представлены результаты исследований на варианте без проведения основной обработки почвы, по следу комбайна и вне следа комбайна.

Измерение твердости почвы в нашем опыте проводили в полевых условиях с помощью ручного пенетromетра EJKELKAMP на глубину до 30 см с интервалом 5 см. Измерения производили конусом с размером поперечного сечения 1 см<sup>2</sup>. На исследуемом варианте измерения выполняли в 20 местах.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелого гранулометрического состава. Черноземы выщелоченные имеют хорошие агрофизические свойства и благоприятны для возделывания сельскохозяйственных культур.

Методика проведения исследований соответствовала требованиям общепринятых методов [5].

Установлено (рисунок 1), что в почве изучаемых вариантов отмечается повышение показателя твердости почвы с глубиной от 1,0 до 2,3 МПа (вне следа комбайна) и от 2,0 до 2,6 МПа (по следу комбайна).

Анализ воздействия ходовой части зерноуборочного комбайна Terrion SR2010 свидетельствует, что наиболее сильное влияние на изменение показателя твердости чернозема выщелоченного происходит в верхнем, 0-5 см слое в варианте по следу комбайна. При этом твердость почвы повышается в 2 раза.

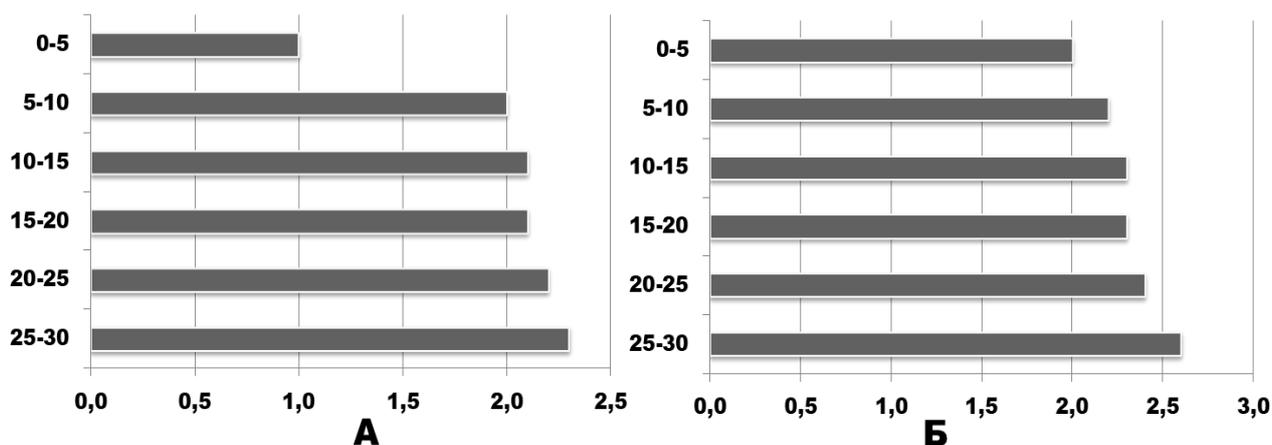


Рисунок. – Показатели твердости почвы до прохождения (А) и по следу (Б) комбайна Terrion SR2010, МПа

Примечание: по оси ординат – глубина от поверхности, см  
по оси абсцисс – твердость, МПа

Начиная с глубины 5-10 см степень влияния зерноуборочного комбайна Terrion SR2010 хотя и снижается, однако остается выше по всей глубине изучаемого слоя почвы по сравнению с вариантом вне следа комбайна.

Считаем, что полученные данные следует учитывать при возделывании зерновых культур в условиях Красноярской лесостепи.

#### Литература:

1. Бекетов, А.Д. Земледелие восточной Сибири. / А.Д. Бекетов, В.К. Ивченко, Т.А. Бекетова // Учеб. пособие. Краснояр. Гос. Аграр. Ун-т. – Красноярск, 2010. – 388 с.
2. Дридигер В.К. Влияние типа почвы и её плотности на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / В.К. Дридигер, Р.С. Стукалов, А.Г. Матвеев // Земледелие, 2017, - №2. - С. 19-22.

3. Брылев, С.В. Итоги работы и перспективы развития отрасли растениеводства Красноярского края «Инновационные технологии производства продукции растениеводства». Под общ. ред. Брылева С.В. Красноярск, 2011. –С. 3-10.

4. Ивченко В.К. Влияние приемов основной обработки почвы на агрофизические показатели чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи / В.К. Ивченко, В.А. Полосина, А.А. Штеле // Вестник КрасГАУ, 2019. - №7.- С. 50-58.

5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

УДК 631.589.2

### **ГИДРОПОНИКА КАК РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Карпюк Татьяна Викторовна, канд. биол. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
tkarpyuk@yandex.ru

*В статье рассматриваются особенности гидропонного выращивания растений как ресурсосберегающей технологии в растениеводстве.*

*Ключевые слова: гидропоника, гидропонные наполнители, преимущества гидропонного выращивания.*

### **HYDROPONICS AS A RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY IN CROP PRODUCTION**

Karpyuk Tatyana Viktorovna, Cand. of Biological Sciences, associate professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article discusses the features of hydroponic plant cultivation as a resource-saving technology in crop production.*

*Key words: hydroponics, hydroponic fillers, advantages of hydroponic cultivation.*

Гидропоника (от греч. ύδωρ — «вода» и πόνος — «работа») – это метод выращивания растений без использования почвы. При выращивании растений традиционными методами корни растений находятся в почве. Кроме закрепления растения в почве (заякоривания), корневые системы выполняют функции всасывания, проведения воды и минеральных веществ, синтеза биологически активных веществ и запасания питательных веществ.

При гидропонном способе выращивания привычное высаживание растений в грунт заменяется специальными субстратами или водными растворами. Вода с растворёнными в ней питательными веществами в гидропонике применяется в качестве «ванн» или «душа», периодически орошающих сосуд с растениями или распыляемых прямо на корни [3].

Вместо почвы в гидропонных установках часто используется слой-наполнитель. Идеальные наполнители химически нейтральны, имеют пористую структуру и способны быстро осушаться. В качестве гидропонных наполнителей используются следующие материалы: вермикулит, древесные опилки, песок, торфяниковый мох, минеральная вата, перлит и керамзит.

Перлит получают из вулканической породы путём нагревания до очень высоких температур. Порода образует пористый белый субстрат, используемый в гидропонике. Перлит можно использовать россыпью, в горшках или упакованным в тонкие пластиковые пакеты (так называемые «мешки роста», т.к. растения выращивают непосредственно в этих мешках). Растения в таких мешках выращивают с использованием капельной системы орошения.

Минеральная вата изготавливается из базальтовой породы. Она тоже нагревается до высокой температуры, но затем расщепляется на волокна, напоминающие изоляционный материал. Эти волокна фасуются в форме кубических или квадратных пластин для гидропоники. Вата, расфасованная в форме кубов, обычно используется для разведения растений, а пластины применяются так же, как «мешки роста» с перлитом. Корни растения прорастают сквозь нижнюю часть пластины.

Часто в качестве наполнителя гидропоники используется керамзит. Керамзит имеет нейтральный кислотно-щелочной баланс и превосходную пористость, используется в системах периодического затопления.

В последнее время системы гидропоники активно используются среди производителей сельскохозяйственной продукции, т.к. гидропоника не является затратным методом выращивания растений. Это обусловлено тем, что корневая система у растений при погружении в субстрат разрастается слабо. Корни остаются достаточно маленькими, и это позволяет экономить на материалах и занимаемых площадях. Помимо этого, наблюдается экономия воды (до 80 %). Отсутствие почвы в гидропонном саду одновременно устраняет вредных, патогенных микроорганизмов. При гидропонном выращивании все факторы роста доводят практически до идеальных условий, добиваясь при этом довольно высоких результатов. Данная технология позволяет заниматься выращиванием круглогодично [1].

Огромный плюс гидропоники заключается в возможности компьютеризации всего процесса выращивания культур, что значительно сокращает трудозатраты. Основной процесс контролируется при помощи компьютерных программ и автоматики. В их задачи входит: расчет концентрации удобрений, которые будут подаваться в водный раствор; контроль температуры воздуха и влажности в помещении; включение-выключение вентиляции; полив растений.

К культурам, которые хорошо зарекомендовали себя при гидропонном способе выращивания, относят: зелень (базилик, петрушка, кинза, укроп, рукола, мята и др.); комнатные растения (фикус, плющ, циссус, аспарагус и др.); овощные культуры (помидоры, фасоль, спаржа, помидоры, баклажаны, кабачки, шпинат, огурцы); ягоды (клубника, ежевика, земляника) [2].

Метод гидропоники в последнее время набирает все большую

популярность. Однако следует отметить, что культуры, чья корневая система образует клубни и корневища, не пригодны для выращивания на гидропонных установках. Для получения высоких и стабильных урожаев культивируемых растений необходимо строго соблюдать точность в приготовлении минеральных растворов в соответствии с биологическими требованиями культуры и типами используемых гидропонных установок.

#### Литература:

1. Болтовский С.Н., Баймухамбетов С.Р., Демчук Е.В. Плюсы и минусы гидропоники // Новая наука: Современное состояние и пути развития. 2016. – № 12-4. – С. 46-48.
2. Курылева Н.В., Юрина А.В. Гидропоника – как метод выращивания зеленых культур // Молодежь и наука. 2016. – № 5. – С. 69.
3. Малинина Т.А., Новиков В.А., Молоканова М.С. Гидропоника как альтернатива выращивания посадочного материала // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2020. – Т. 8. – № 1 (48). – С. 91-94.

УДК 631.589.2

### **ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ГИДРОПОННОЙ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ**

Карпюк Татьяна Викторовна, канд. биол. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
tkarpyuk@yandex.ru

*В статье рассмотрены особенности различных типов гидропонной системы питания и дана их оценка.*

*Ключевые слова: системы питательного слоя, периодического затопления, капельного полива; фитильная система, «водная культура», аэропоника.*

### **EVALUATION OF DIFFERENT TYPES OF HYDROPONIC POWER SYSTEM**

Karpyuk Tatyana Viktorovna, Cand. of Biological Sciences, associate professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article discusses the features of various types of hydroponic power system and gives their assessment.*

*Key words: nutrient layer systems, periodic flooding, drip irrigation; wick system, "water culture", aeroponics.*

Развитие гидропонного выращивания различных культур связано с тем, что плодородный слой почвы со временем становится все менее пригодным для земледелия. Помимо решения проблемы нехватки качественного грунта, гидропоника позволяет круглогодично выращивать чистые и здоровые культуры.

В гидропонике обогащенный питательными веществами раствор доставляется непосредственно к корневой системе. В некоторых гидропонных системах вместо почвы используется нейтральный промежуточный наполнитель (минеральная вата, керамзит, перлит, вермикулит и т.д.) Подобные наполнители умеют удерживать жидкость, благодаря своей структуре, позволяя, таким образом, растениям поглощать питательный раствор более длительное время.

Существует шесть основных типов гидропонных систем [1, 2]. В некоторых гидропонных системах, например, в системах с питательным слоем (N.F.T.), не используются никакие промежуточные слои, а корни растений находятся в подвешенном состоянии в установке. Именно с этой системой и ассоциируется само понятие гидропоники. В N.F.T. – системах поток питательного раствора постоянен либо включается автоматически через короткие промежутки времени. Питательный раствор выталкивается к поддону с растениями (обычно в форме трубы либо короба) помпой или насосом, протекает по корням растений, а затем стекает обратно в резервуар.

В данном случае, обычно, не используется никакого промежуточного наполнителя, кроме воздуха, что помогает экономить на смене наполнителя после сбора урожая. Как правило, растение содержится в небольшом пластиковом стаканчике, а корни касаются питательного раствора. N.F.T.-системы восприимчивы к отключениям электроэнергии, а также поломкам насоса.

Работа таких систем основана на временном притоке питательного раствора в сосуд или поддон с растениями, а затем оттоке его обратно в резервуар. Метод также называют «Методом притока и оттока». Многие системы, имеющиеся в продаже, имеют именно такой принцип работы.

Система с фитилем – самый простой тип гидропонной системы. Система пассивна, в ней нет движущихся частей. Питательный раствор из резервуара подается к растению при помощи фитилей. В такой системе можно использовать разнообразные виды наполнителей. Наиболее популярны прослойки из перлита, вермикулита, смеси Pro-Mix или кокосового волокна.

Самый большой недостаток этой системы в том, что большие и влаголюбивые растения нуждаются в большем количестве питательного раствора, но не могут получить его в полной мере при помощи фитиля. Такие растения могут испытывать серьезные проблемы с питанием и даже погибнуть. В таком случае нужно вовремя обнаружить проблему и перевести на другую систему питания.

Система «водная культура» – самая простая из всех активных гидропонных систем. Поддерживающая растения платформа, обычно изготавливается из пенопласта и плавает прямо по поверхности питательного раствора. Воздушный насос с помощью пузырьков насыщает раствор кислородом, который растение поглощает с помощью корней в достаточном количестве.

Водная культура – это альтернативный способ выращивания салатов, а так же быстрорастущих влаголюбивых растений. Не многие растения хорошо

растут в таком типе систем. Такой тип гидропонных систем хорошо подходит для получения начальных навыков при гидропонном выращивании. Самый большой недостаток систем этого типа заключается в том, что они не подходят для больших и долголетних растений.

Работа системы периодического затопления осуществляется с помощью погруженного в воду насоса, соединённого с датчиком времени. Когда таймер приводит в действие насос, питательный раствор выталкивается в сосуд с растениями. Когда таймер выключает насос, раствор самотеком стекает обратно в резервуар. Таймер настраивается на включение несколько раз в день, в зависимости от вида растений, температуры и влажности, и типа используемого промежуточного слоя.

Система капельного полива – очень гибкая система, которая может быть использована с самыми разными прослойками-наполнителями. Поддон для растений может быть заполнен камнями, гравием, гранулированным базальтом и другими наполнителями. Многие предпочитают использовать отдельные горшки, заполненные каким-либо наполнителем. Это облегчает перестановку растений, добавление и извлечение их из системы.

Главный недостаток этой системы состоит в том, что при использовании некоторых наполнителей (гравий, керамзит, перлит) система становится чувствительна к отключению электроэнергии и неполадкам насоса или таймера. Могут засориться шланги подачи раствора. Корни могут быстро высохнуть, если прервать цикличность водоснабжения. Эту проблему можно частично решить при использовании наполнителей, впитывающих воду (керамзит, вермикулит, кокосовое волокно или специальные смеси, например Pro-mix или Faffard).

Аэропонная система, возможно, наиболее технологичный тип гидропонного садоводства. Как и в N.F.T. – системе под промежуточным слоем наполнителя находится воздух. Свисающие корни увлажняются питательным раствором при помощи специальных форсунок-распылителей.

Распыление раствора обычно происходит через каждые несколько минут. Так как корни находятся в воздушном пространстве, они могут быстро высохнуть в случае прерывания процесса увлажнения. Как и в других гидропонных системах, снабжение раствором контролирует таймер, только аэропонные системы имеют частые циклы подкачки, происходящей каждые две минуты.

Рассмотренные гидропонные системы могут иметь множество различных конфигураций, различные размеры, а также могут быть изготовлены из различных материалов.

Красноярский государственный аграрный университет специализируется на экспериментальной культивации разнообразных сельскохозяйственных культур в разных условиях. Студенты получают практические навыки работы в закрытом грунте, замкнутых системах, биотестировании и многих других направлениях. В инновационной лаборатории гидропонных исследований, которая оснащена специализированными установками, светодиодными фитосветильниками, системами автоматизации сельскохозяйственных технологических процессов размножают не только сельскохозяйственные культуры, но и декоративные цветочные, что позволяет включиться в процесс

изучения «умных» технологий будущим ландшафтными архитекторами. На базе данной лаборатории студенты Красноярского государственного аграрного университета имеют возможность получать практические навыки по сити-фермерству, или растениеводству в городских условиях.

Литература:

1. Керина Э.Н., Бырдин П.В., Аверина Г.А. Современная индустрия гидропонных систем: типы, технологии и практика применения в мире // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки - развитию регионов Сибири. 2011. – Т. 2. – С. 215-223.
2. Курылева Н.В., Юрина А.В. Гидропоника – как метод выращивания зеленых культур // Молодежь и наука. 2016. – № 5. – С. 69.

УДК 631.15:633/635

**ЦИФРОВЫЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ: ПРОБЛЕМЫ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Королькова Антонина Павловна, канд. экон. наук, ведущий научный сотрудник  
Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, п. Правдинский, Россия  
52\_kap@mail.ru

Худякова Елена Викторовна, д-р экон. наук, зав. кафедрой  
Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева,  
Москва, Россия, khud.elena2017@yandex.ru

Горячева Анастасия Витальевна, научный сотрудник  
Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, п. Правдинский, Россия  
nastya040890@mail.ru

*В статье рассматриваются проблемы кадрового обеспечения процессов цифровизации АПК и востребованных компетенций специалистов для внедрения цифровых технологий в растениеводстве.*

*Ключевые слова: растениеводство, кадровое обеспечение, ресурсосбережение, цифровые технологии, компетенции, сельское хозяйство.*

**DIGITAL RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN CROP  
PRODUCTION: STAFFING PROBLEMS**

Korolkova Antonina Pavlovna, Candidate of Economic Sciences,  
Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on  
Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex  
Khudyakova Elena Viktorovna, Doctor of Economics, Head of the Department  
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
Moscow, khud.elena2017@yandex.ru

*The article deals with the problems of staffing in digitalization of the agro-industrial complex and the demanded competencies of specialists for the introduction of digital technologies in crop production.*

*Key words: crop production, staffing, resource conservation, digital technologies, competencies, agriculture.*

Ресурсосберегающие технологии на базе внедрения цифровых решений в настоящее время выступают определяющими факторами повышения эффективности производства благодаря рациональному использованию природных, материально-технических, финансовых и трудовых ресурсов [4].

Под цифровыми технологиями в сельском хозяйстве чаще всего понимают механизмы автоматизации производства сельскохозяйственной продукции и сбора данных для мониторинга состояния сельскохозяйственных культур, скота, различных отдельных элементов сельскохозяйственного процесса, а также управления финансами и отслеживания коммерческих сделок. Процесс цифровизации включает в себя также внедрение компьютерных систем сбора и обработки информации, электронных средств взаимодействия между контрагентами и государственными органами и инновационных средств разработки прогнозов развития производства [7].

Данные по направлениям использования технологий сбора, обработки и анализа больших данных представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Удельный вес организаций по направлениям использования технологий сбора, обработки и анализа больших данных (от общего числа обследованных организаций) в 2020 г., %

Виды больших данных	Направления использования				
	преимущественно для продаж и маркетинга	преимущественно для производственного процесса	преимущественно для безопасности	преимущественно для других целей	не используется
Данные, передаваемые между различным оборудованием, считываемые с цифровых датчиков или радиочастотных меток и др.	0,5	2,8	0,3	0,3	95,7
Данные учетных систем предприятия, таких как ERP, CRM, SCM, HRIS и т.п.	0,6	2,6	0,1	0,2	96,1

Данные геолокации, получаемые, в том числе с использованием портативных устройств	0,8	3,0	0,2	0,4	95,3
Данные веб-сайта организации	1,6	1,6	0,1	0,4	95,9
Данные операторов сотовой связи	0,9	2,7	0,2	0,5	95,3
Данные, полученные из социальных сетей	1,3	1,6	0,1	0,4	96,3
Дистанционное зондирование Земли	0,6	1,5	0,0	0,1	97,4
Иные данные	0,6	1,4	0,1	0,3	97,1

Источник: данные Росстата.

Данные табл. 1 показывают, что подавляющая часть сельскохозяйственных организаций (от 95 до 98% от обследованных) не использует технологии сбора, обработки и анализа больших данных, поступающих из различных источников. Наибольшее количество – порядка 3% – обследованных сельскохозяйственных организаций используют различные данные: геолокации, передаваемые между различным оборудованием, считываемые с цифровых датчиков или радиочастотных меток, операторов сотовой связи для совершенствования производственного процесса.

Одной из главных причин сложившегося положения в использовании информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) является недостаток кадров. Обследования, проведенные НИУ ВШЭ в 2019 г., показали, что лишь 0,3 % занятых в сельском хозяйстве – специалисты по ИКТ, 2,2% – интенсивно использовали в производственном процессе ИКТ, при среднем значении по экономике – 2,3 и 9,7% соответственно [7, 8]. В качестве сдерживающих факторов на первые места эксперты ставят недостаток финансов, квалифицированных кадров, информации и разрозненность информационных систем. Отмечаются функциональные проблемы, связанные с недостаточной производительностью имеющегося технического обеспечения для обработки больших массивов данных и др. [3, 2]

Для внедрения инновационных ресурсосберегающих технологий в растениеводстве современный рынок спутниковых систем навигаций предлагает многообразие программных продуктов и оборудования (табл. 2).

Таблица 2 – Цифровые решения в растениеводстве и производители оборудования и программных продуктов

Технология	Производитель
Параллельное вождение	АвтоГраф, Amazon, Claas Raven АгроШтурман, АгроНавигация, Trimble
Дифференцированный посев	Cognitive Agro Pilot , АвтоГраф , АгроШтурман, Cropio, Amazon, Field-IQ (Trimble), John Deere
Дифференцированное орошение	ООО Адаптивные инновационно-интеллектуальные технологии
Дифференцированное опрыскивание	Trimble, AMATRON (Amazjn), Cropio

сорняков	
Дифференцированное внесение удобрений	Agrofly, WeedSeeker (Trimble)
Дифференцированная обработка почвы по почвенным картам	АНТ, Геоскан, АгроДронГрупп, ГлоНАШ, ГЕОМИР
Измерение содержания хлорофилла в сельхозкультурах перед уборкой урожая	АНТ, ГЕОМИР, ЦентрПрограммСистем, Панорама

Чтобы эффективно использовать оборудование и программные продукты специалист должен обладать необходимыми компетенциями. Анализ потребности работодателей, проведенный на основе анкетирования [5, 6], позволил определить основные компетенции, которыми должен владеть специалист в области цифровых технологий в растениеводческой отрасли:

- знать основные тренды развития современных цифровых технологий в растениеводстве;

- обладать навыками оценки эффективности цифровой трансформации растениеводства и работы с информационными системами управления аграрным производством (ERP-системами);

- использовать мобильные приложения для визуального контроля состояния посевов, информационные системы для разработки производственных планов и контроля выполнения работ, а также подготовки отчетов;

- быть в курсе передового опыта применения цифровых технологий в агрономии (в России и за рубежом).

В области растениеводства, как за рубежом, так и в России, нашли применение следующие цифровые решения:

- составление цифровых карт и планирование урожайности;
- дифференцированные процессы (обработка почвы, внесение удобрений, посев, опрыскивание);

- мониторинг состояния посевов, в том числе с использованием дистанционного зондирования Земли (аэро- или спутниковая фотосъемка), и качества урожая;

- локальный отбор проб почвы в системе координат, определение границ поля с использованием спутниковых систем навигации;

- большие данные (Big Data);

- системы параллельного вождения (беспилотные тракторы (комбайны), искусственный интеллект для АПК;

- интернет вещей (Internet of Things, IoT).

В зависимости от уровня развития цифровизации в растениеводстве требования к компетенциям, например агрономов, по регионам отличаются. Так, в регионах с высоким уровнем цифровизации востребованными для агрономов являются следующие компетенции:

- обладание навыками составления и анализа электронных карт дифференцированного внесения удобрений и средств защиты растений, мобильных приложений для визуального контроля состояния посевов.

Использование информационных систем для разработки производственных планов и контроля выполнения работ, а также для подготовки отчетов;

- наличие навыков работы с портативными приборами (N Tester, GreeSeeker, SPAD Chlorophyll Meter и др.) для принятий оперативных управленческих решений в растениеводстве, а также с информационными системами управления аграрным производством (ERP- системами);

- проведение оценки эффективности цифровой трансформации растениеводства. Разработка методов оценки, планирования урожайности культур на основе многофакторного анализа геопространственной информации в разрезе полей севооборотов с учетом внутри полевой организации и разделения на отдельно обрабатываемые однородные участки.

Еще более высокие требования предъявляются к цифровым компетенциям, которыми должен обладать главный агроном: пользоваться специализированными информационными сервисами для планирования бизнес-процессов в растениеводстве; использовать управленческие информационные системы; анализировать с помощью информационных систем информационные потоки о работе возглавляемого направления деятельности; работать в системе электронного документооборота организации; использовать информационные системы оперативного управления производством (MES/MOM – Manufacturing Execution/Operation management); использовать информационные сервисы системы поддержки принятия решений для оперативного управления; использовать информационные сервисы системы поддержки принятия решений делового администрирования; использовать информационные справочно-правовые системы для анализа эффективности производства; использовать информационные системы управления персоналом; использовать корпоративные информационные системы (ERP-системы) для управления производством [6,1].

Таким образом, решение проблем внедрения цифровых ресурсосберегающих технологий в растениеводстве лежит в плоскости совершенствования подготовки кадров, разработки механизмов господдержки технического и программного обеспечения потребителей в АПК для получения и обработки больших массивов данных.

#### Литература:

1. Карпузова Н. В., Чернышева К. В., Королькова А. П. Совершенствование управления сельскохозяйственной организацией в условиях информационной экономики // Техника и оборуд. для села. – 2021. – № 2 (284). – С. 44-47.

2. Колесников А. Риски и угрозы внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве // Экономика сел. хоз-ва России. – 2021. – №6. – С.11-19.

3. Новиков В.Г., Шайтан Б.И. Шаги цифровизации // Информ. бюл. Минсельхоза России. – 2022. – № 3. – С.17-18.

4. Степных Н., Нестерова Е., Заргарян А. Влияние цифровизации управления агротехнологиями на эффективность использования ресурсов // АПК: экономика, управление. – 2020. – №8. – С.46-65.

5. Худякова Е. В., Степанцевич М.Н., Горбачев М.И. Основные проблемы цифровой трансформации сельского хозяйства и пути их решения // Известия Междунар. академии аграрного образования. – 2022. – № 62. – С. 156-160.

6. Худякова Е.В., Шитикова А.В., Степанцевич М.Н. Цифровая трансформация сельского хозяйства и компетентностная модель выпускника аграрного вуза // Известия Междунар. академии аграрного образования. – 2022. – № 60. – С. 91-95.

7. Чернышева К.В., Королькова А.П., Карпузова Н.В., Афанасьева С.И. Использование информационно-аналитических систем в экономике и менеджменте АПК // Техника и оборуд. для села. – 2022. – № 1 (295). – С. 43-48.

8. Chernysheva K., Karpuzova N., Korolkova A. В сборнике: European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. Proceedings of the Conference on Land Economy and Rural Studies Essentials (LEASECON 2021). 2022. – С. 603-609.

УДК 634.73

**АДАПТАЦИЯ К УСЛОВИЯМ *EX VITRO* И К УСЛОВИЯМ  
ОТКРЫТОГО ГРУНТА РОССИЙСКИХ СОРТОВ КЛЮКВЫ  
БОЛОТНОЙ (*OXYCCOCUS PALUSTRIS* L.)**

Макаров Сергей Сергеевич, старший научный сотрудник  
Центрально-Европейская лесная опытная станция, Кострома, Россия  
makarov\_serg44@mail.ru

Чудецкий Антон Игоревич, ведущий инженер  
Центрально-Европейская лесная опытная станция, Кострома, Россия  
a.chudetsky@mail.ru

Кульчицкий Андрей Николаевич, магистрант  
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,  
Архангельск, Россия  
5060637@mail.ru

*В статье приведены результаты исследований по адаптации растений клюквы болотной, полученных методом клонального микроразмножения, к нестерильным условиям ex vitro и к условиям открытого грунта на выработанном торфянике.*

*Ключевые слова: клюква болотная, клональное микроразмножение, in vitro, ex vitro, адаптация, субстрат, микориза, биопрепараты, приживаемость.*

**ADAPTATION TO *EX VITRO* AND OPEN GROUND CONDITIONS  
OF RUSSIAN CULTIVARS OF EUROPEAN CRANBERRY  
(*OXYCCOCUS PALUSTRIS* L.)**

Makarov Sergey Sergeyevich, Senior Researcher,  
Central European Forest Experimental Station, Kostroma, Russia  
Chudetsky Anton Igorevich, Leading Engineer

Central European Forest Experimental Station, Kostroma, Russia  
Kulchitsky Andrey Nikolaevich, Undergraduate Student  
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk,  
Russia

*The article presents the results of studies on the adaptation of European cranberry plants obtained by clonal micropropagation to non-sterile conditions of ex vitro and to open ground conditions in an exhausted peat bog.*

*Key words: European cranberry, clonal micropropagation, in vitro, ex vitro, adaptation, substrate, mycorrhiza, biological preparations, survival rate.*

В настоящее время создание промышленных плантаций лесных ягодных растений в России имеет большое практическое и актуальное значение, поскольку позволяет решить целый ряд проблем лесного и сельского хозяйства, таких как постоянно возрастающий спрос на ягодную продукцию хозяйственно ценных в лекарственном и пищевом отношении видов, рекультивация нарушенных нелесных земель, истощение естественных запасов ягодников и т.д. На сегодняшний день промышленные плантации клюквы имеются лишь в ряде стран (Канада, США, Беларусь и др.). При этом для культивирования лесных ягодных растений в промышленных масштабах необходимы использование оздоровленного сортового посадочного материала и применение специальной агротехники выращивании [5; 9]. При выращивании на плантациях (в частности на выработанных торфяниках) клюква болотная значительно повышает свою урожайность, а ее культура более эффективна, чем эксплуатация естественных зарослей [6; 10; 11].

При создании ягодных плантаций целесообразно использовать метод клонального микроразмножения, позволяющий в короткие сроки в лабораторных условиях получать большое количество генетически однородного и оздоровленного посадочного материала. Адаптация растений-регенерантов к почвенным нестерильным условиям *ex vitro* – самый ответственный этап и заключительный процесс клонального микроразмножения. Для адаптации пробирочных растений в почвогрунт самым благоприятным временем года считается период со 2-й декады марта до 1-й декады июня, когда растения с хорошо развитой корневой системой с 5–7 листьями способны адаптироваться к условиям *ex vitro*. Во многих случаях условия *ex vitro* характеризуются гибелью растений, которые вынуждены переходить с гетеротрофного питания на автотрофное, что связано со структурной и функциональной перестройкой организма в новых условиях культивирования [1; 8]. Для улучшения роста и развития культивируемых растений при их адаптации к почвенным условиям также используются препараты биологического происхождения, содержащие в своей основе микоризу (грибкорень) или грибы, образующие микоризу с корнями растений (симбиоз). Микориза обладает мощным противогрибковым и противомикробным действием, способствует улучшению приживаемости растений, усилению корнеобразования, повышению устойчивости растений к

болезням и к стрессу из-за неблагоприятных погодных условий и неправильного уровня кислотности (рН) почвы, повышению плодородия почвы, улучшению общего иммунитета растений, ускорению роста и развития корней и цветения, увеличению урожайности плодово-ягодных растений. Повышение концентрации биогенных элементов в субстрате за счет внесения минеральных подкормок снижает степень микоризации корней, при этом также повышается эффективность поглощения воды и питательных веществ [7; 13].

Цель исследований – изучить влияние субстрата и использования биопрепаратов микоризного типа на приживаемость и биометрические показатели растений клюквы болотной российской селекции, полученных методом клонального микроразмножения, при адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* и в условиях открытого грунта.

В качестве объектов исследования использовали растения клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* L.) сортов российской селекции (Дар Костромы, Фомич), полученные методом клонального микроразмножения на базе Центрально-европейской ЛОС ВНИИЛМ [3; 4; 12]. Для выращивания в культуре *in vitro* использовали питательные среды Woody Plant Medium (WPM) и Андерсона (AN). На этапе адаптации к условиям *ex vitro* полученные растения с хорошо развитой корневой системой доставали пинцетом из пробирки и промывали корни в 1% растворе  $\text{KMnO}_4$  (слабо розовый цвет) для предотвращения развития патогенной микрофлоры. Укорененные растения пересаживали в кассеты с объемом ячейки 81,7 и 100  $\text{cm}^3$  с различными по составу субстратами и поливали водой. Затем растения опрыскивали водой из пульверизатора и надевали колпачки. Предварительно субстраты проливали 5%-ным раствором перманганата калия и оставляли на 14 дней в темном месте. В качестве субстратов использовали: торф верхового (рН<sub>KCl</sub> – 2,8...3,5) и переходного (рН<sub>KCl</sub> – 3,8...4,5) типа; смесь торфа с песком (в соотношении 1:1); кокосовый субстрат. Кассеты с адаптируемыми растениями ставили в условия освещения 8000 лк, температуры +25°C и влажности 80...90%. Ежедневно в течение 14 суток растения опрыскивали водой, после чего проводили первую подкормку 1/5 минеральным составом среды WPM. Через 10 суток провели первую ревизию растений. Дальнейшее их выращивание проходило по принятой для данного вида агротехнике [2]. Кроме того, субстрат промачивали растворами препаратов биопрепараты БиоМикориза и Микогель, содержащих арбускулярный микоризный инокулянт *Rhizophagus irregularis*, в концентрациях 0,1 и 0,2 мл/л; в качестве контрольного варианта использовали промачивание субстрата водой. Одновременно с этим заложили опыты с мульчированием посадок мхом сфагнумом (слой – до 1 см). Учитывали приживаемость растений по отношению количества выживших к количеству высаженных. Повторность опыта 3-кратная.

В результате исследований установлено, что при пересадке растений-регенерантов для адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* в разные сроки (через каждые 10 дней) приживаемость клюквы болотной на субстрате из верхового торфа в марте составила 46%, в апреле – 74%. Наилучшая приживаемость растений клюквы болотной отмечена в мае (80–98%). Через месяц после пересадки в нестерильные условия *ex vitro* отмечено, что

наибольшая приживаемость клюквы болотной сортов Дар Костромы и Фомич выявлена на субстрате из верхового торфа (92–96%), а наименьшие показатели приживаемости (44–46%) отмечены в варианте с использованием кокосового субстрата.

Далее исследования проводили на субстрате из верхового торфа с добавлением биопрепаратов микоризного типа. Выявлено, что обработка торфяного субстрата различными препаратами оказала влияние на приживаемость адаптируемых к нестерильным условиям *ex vitro* растений клюквы болотной. В контрольном варианте, где субстрат промачивали чистой водой, приживаемость оказалась самой низкой (48–50%). В вариантах с использованием каждого из препаратов в концентрации 0,2 мг/л приживаемость адаптируемых растений была выше, чем при внесении их в питательную среду в концентрации 0,1 мг/л. При этом самая высокая приживаемость растений наблюдалась в вариантах с добавлением в субстрат из верхового торфа, содержащего микоризу препарата Микогель в концентрации 0,2 мг/л и достигала: у сорта Дар Костромы – 94%, у сорта Фомич – 100% (табл. 1).

Таблица 1 – Приживаемость (%) растений клюквы болотной *ex vitro* в зависимости от обработки субстрата из верхового торфа биопрепаратами

Вариант опыта	Дар Костромы		Фомич	
	0,1 мг/л	0,2 мг/л	0,1 мг/л	0,2 мг/л
Торф + Микогель	86	94	90	100
Торф + Биомикориза	68	78	90	92

В опытах с мульчированием мхом *Sphagnum* L. посадок адаптируемых растений клюквы болотной самые высокие показатели приживаемости (94,2–98,0%) выявлены на торфяном субстрате с добавлением раствора препарата Микогель. В зависимости от сорта существенных различий по приживаемости не отмечено.

Адаптированные к нестерильным условиям *ex vitro* растения клюквы болотной, полученные методом клонального микроразмножения, пересаживали в условия открытого грунта на участок выработанного торфяника верхового типа. Растения высаживали во 2-й декаде мая по схеме 0,4×0,4 м. Через месяц после пересадки приживаемость исследуемых составила 100%. На следующий год, после зимовки, сохранность высаженных растений также составила 100%. По результатам учетных работ, проведенных в августе на следующий год после пересадки, были получены данные биометрических показателей (табл. 2).

Таблица 2 – Средние биометрические показатели растений клюквы болотной, полученных *in vitro*, через год после адаптации на участке выработанного торфяника верхового типа

Сорт	Биометрические показатели		
	Количество побегов, шт.	Средняя длина побегов, см	Суммарная длина побегов, см
Дар Костромы	5,0±0,56	35,3±0,46	176,5±0,78
Фомич	4,8±0,49	20,7±0,34	99,4±0,66
НСР <sub>05</sub>	0,92	0,84	0,81

Таким образом, на этапе адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* самая высокая приживаемость клюквы болотной отмечена на субстрате из верхового торфа. Приживаемость адаптируемых к условиям *ex vitro* растений клюквы болотной оказалась максимальной при обработке субстрата раствором препарата Микогель в концентрации 0,2 мг/л. Применение мульчирования сфагнумом заметно повышает адаптацию клюквы болотной к нестерильным условиям на всех субстратах.

#### Литература:

1. Бутенко, Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе [Текст] / Р.Г. Бутенко. – М.: ФБК-Пресс, 1999. – 160 с.
2. Выращивание лесных ягодных растений в условиях *in vitro* лабор. практикум [Текст] / Сост. С.С. Макаров, Е.А. Калашникова, И.Б. Кузнецова, Р.Н. Киракосян. – Караваево: Костромская ГСХА, 2019. – 48 с.
3. Макаров, С.С. Особенности клонального микроразмножения клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.) [Текст] / С.С. Макаров, И.Б. Кузнецова, М.Т. Упадышев [и др.] // Техника и технология пищевых производств (Food Processing: Techniques and Technology). – 2021. – Т. 51. – № 1. – С. 67–76.
4. Макаров, С.С. Побегообразование клюквы болотной при клональном микроразмножении [Текст] / С.С. Макаров, И.Б. Кузнецова, Г.В. Тяк // Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2020. – № 4 (61). – С. 168–173.
5. Макаров С.С. Проблемы использования и воспроизводства фитогенных пищевых и лекарственных ресурсов леса на землях лесного фонда Костромской области [Текст] / С.С. Макаров, Е.С. Багаев, С.Ю. Цареградская, И.Б. Кузнецова // Лесной журнал. – 2019. – № 6. – С. 118–131.
6. Рекомендации по созданию плантаций клюквы в европейских районах СССР [Текст]. – Гомель, 1977. – 25 с.
7. Селиванов, И.А. Микосимбиотрофия как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза [Текст] / И.А. Селиванов. – М.: Наука, 1981. – 232 с.
8. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия: учеб. [Текст] / В.С. Шевелуха [и др.]; под ред. В.С. Шевелухи. – М.: URSS, 2015. – 715 с.
9. Тяк Г.В. Биологическая рекультивация выработанных торфяников путем создания посадок лесных ягодных растений [Текст] / Г.В. Тяк, Л.Е. Курлович, А.В. Тяк // Вестник Казанского гос. аграрного ун-та. – 2016. – Т. 11. – № 2. – С. 43–46.
10. Тяк, Г.В. Костромской опыт рекультивации выработанных торфяников путем создания плантаций ягодных растений [Текст] / Г.В. Тяк, В.А. Макеев, Г.Ю. Макеева, Л.В. Бочарова // Костромская земля в жизни Великой России: мат-лы межрегион. науч.-практ. конф. (г. Кострома, 20–21 мая 2014 г.). – Кострома, 2014. – С. 235–237.
11. Черкасов, А.Ф. Клюква [Текст] / А.Ф. Черкасов, В.Ф. Буткус, А.Б. Горбунов. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 214 с.
12. Makarov, S.S. Obtaining High-Quality Planting Material of Forest Berry Plants by Clonal Micropropagation for Restoration of Cutover Peatlands [Text] / S.S.

Makarov, I.B. Kuznetsova, A.I. Chudetsky, S.A. Rodin // Lesnoy zhurnal [Russian Forestry Journal]. – 2021. – No. 2. – P. 21–29.

13. Read, D.J. The Mycorrhizal Mycelium [Text] / D.J. Read // Mycorrhizal Functioning: An Integrative Plant-fungal Process / M.F Allen (ed.). – 1992. – P. 102–133.

УДК 634.722

## **ОЦЕНКА СОРТОВ СМОРОДИНЫ КРАСНОЙ ПО БИОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ЯГОД В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

Мистратова Наталья Александровна, канд. с.-х. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
mistratova@mail.ru

Бопп Валентина Леонидовна, канд. биол. наук, в.н.с.  
Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства -  
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия  
vl\_kolesnikova@mail.ru

Кириченко Никита Алексеевич, студент 3-го курса  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
mr.opelsin@mail.ru

Ханипова Вера Александровна, канд. биол. наук, директор  
Научно-исследовательский испытательный центр  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
gasi.vera@yandex.ru

*В статье дается оценка сортов смородины красной (Красная Андрейченко, Ася, Дана) по сахаро-кислотному индексу и содержанию витамина С. Показано преимущество сорта Красная Андрейченко по исследуемым параметрам.*

*Ключевые слова: смородина красная, сорт, сахара, кислотность, сахаро-кислотный индекс, биохимические параметры, Красноярская лесостепь.*

## **EVALUATION OF RED CURRANT VARIETIES ON BIOCHEMICAL INDICATORS OF BERRIES UNDER THE CONDITIONS OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE**

Mistratova Natalya Aleksandrovna, Ph.D. s.-x. Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
mistratova@mail.ru

Bopp Valentina Leonidovna, Ph.D. biol. sciences, leading researcher  
Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture - a separate subdivision of the FRC  
KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia  
vl\_kolesnikova@mail.ru

Kirichenko Nikita Alekseevich, 3rd year student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
mr.opelsin@mail.ru

Khanipova Vera Aleksandrovna, Ph.D. biol. sciences, director  
Research Testing Center Krasnoyarsk State Agrarian University  
gasi.vera@yandex.ru

*The article evaluates the varieties of red currant (Krasnaya Andreichenko, Asya, Dana) according to the sugar-acid index and the content of vitamin C. The advantage of the Krasnaya Andreichenko variety in terms of the studied parameters is shown.*

*Key words: red currant, variety, sugar, acidity, sugar-acid index, biochemical parameters, Krasnoyarsk forest-steppe.*

В условиях Красноярского края большее внимание уделяется ягодным культурам [1]. Смородина красная более долговечна и менее требовательна к условиям произрастания, чем другие виды смородины, отличается высокой (примерно в 1,5 раза больше) и регулярной урожайностью, повышенной устойчивостью к наиболее опасным вредителям и болезням [3, 7]. Кроме того, она достаточно зимостойка, засухоустойчива и ее плоды долго сохраняются на ветвях после созревания, не осыпаются и сохраняют вкус [4, 8]. Хорошо размножается стеблевыми черенками, что обеспечивает доступность посадочного материала [6]. Отличается высокими технологическими качествами ягод, что ставит ее в один ряд с лучшими плодовыми и ягодными культурами [5]. В красной смородине накапливается до 10 % сахаров, имеются органические кислоты, минеральные вещества, они богаты витаминами С и Р. Ягоды ее используют в виноделии и кондитерской промышленности, так как в них содержится большое количество пектина – до 0,43 % [2].

На биохимический состав ягод смородины влияют сортовые особенности, почвенно-климатические условия выращивания, степень зрелости и другие факторы.

Цель исследований – оценить ягоды сортов смородины красной по биохимическим показателям в условиях Красноярской лесостепи.

Отбор образцов ягод для биохимического исследования проводился в 2022 году в ООО «Садовый центр Аграрного университета» в лесостепной зоне Красноярского края (Березовский район), руководствуясь Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [9]. Объекты исследований – сорта смородины красной Красная Андрейченко (контроль), Дана и Ася. Определение содержания в ягодах сахаров, кислотности, витамина С проводили в Научно-исследовательском испытательном центре ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ по общепринятым методикам, используя ГОСТ ISO 750-2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности; ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей.

Накопление сахаров и титруемая кислотность определяют вкус ягод. Сахара в ягодах красной смородины представлены в основном глюкозой и фруктозой, сахароза отсутствует, или ее очень мало. Количество сахаров очень изменчиво и во многом зависит от сорта и погодных условий. Благодаря

низкому содержанию сахаров (< 10%) красную смородину могут употреблять люди, страдающие сахарным диабетом [2]. Общая сумма сахаров у ягод исследуемых сортов варьирует от 6,3 до 7,5 % (таблица). Наибольшее содержание сахаров отмечено у сорта Ася – 7,5 %, что превышает контрольный сорт Красная Андрейченко на 0,7 %, а сорт Дана на 1,3 %.

Таблица 1 – Биохимический состав ягод смородины красной, 2022 г.

Сорт	Сахара, %	Общая кислотность, %	Сахаро- кислотный индекс	Витамин С, мг%
Красная Андрейченко (контроль)	6,8	2,0	3,4	38,2
Дана	6,3	3,4	1,9	34,7
Ася	7,5	2,6	2,9	33,2

Ягоды красной смородины имеют специфический кислый вкус, поэтому, чем ниже количество титруемых кислот, тем лучше оказывается вкус ягод. В зависимости от генотипа показатель кислотности ягод изучаемых сортов находился в диапазоне от 2,0 % (Красная Андрейченко) до 3,4 % (Дана). Для переработки и особенно замораживания желательны плоды с общей кислотностью более 0,9 %, плоды с низкой кислотностью пригодны в основном для свежего потребления.

Фактическая кислотность превышает нормативные показатели. Так по данным описания сортов оригинаторов, содержание кислот у ягод сорта Ася составляет 2,1 %, у сорта Дана – 2,5 %. На формирование сахаров и кислотность ягод значительное влияние оказывает гидротермический режим вегетационного периода. Во влажное и прохладное лето в плодах повышается кислотность. Погодные условия 2022 г., характеризовавшиеся невысокими среднесуточными температурами вегетационного периода, способствовали более высокому накоплению кислот.

Для оценки вкуса ягод используют сахаро-кислотный индекс. Показатель представляет собой частное от деления массовой доли сахаров на массовую долю кислот. Оценка сахаро-кислотного индекса наиболее широко на практике используется при оценке технологической пригодности для переработки растительного сырья [10]. Чем выше этот показатель, тем лучше десертные свойства ягод. Ранжирование сортов по сахаро-кислотному индексу распределилось в следующем порядке: Красная Андрейченко >Ася>Дана.

Ценность ягод смородины красной в значительной степени определяется наличием витамина С. Анализ фактических данных по содержанию витамина С в ягодах сортов смородины красной показал изменчивость данного показателя у изученных образцов от 33,2 до 38,2 мг%. У сортов Дана и Ася накопление аскорбиновой кислоты в ягодах ниже на 3,5 - 5,0 мг% соответственно в сравнении с контрольным сортом Красная Андрейченко.

Таким образом, оценка сахаро-кислотного индекса, как результирующего показателя, определяющего вкус ягод, а также содержание витамина С, отражающего питательную ценность ягод, показывает преимущество контрольного сорта Красная Андрейченко.

#### Литература:

1. Бопп В.Л., Кузьмина Е.М., Мистратова Н.А. Плодоводство Сибири: учеб.пособие // Краснояр. гос. аграр. ун-т. Плодоводство Сибири: учеб.пособие. - Краснояр. гос. аграр. ун-т. – 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск, 2020. – 390 с.
2. Дулов М.И. Биохимический состав и товарно-потребительские качества плодов смородины красной. В книге: Теоретические и прикладные проблемы науки о человеке и обществ. – Петрозаводск, 2022. – С. 249-265
3. Глебова Е.И., Мандрыкина В.И. Смородина. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 80 с.
4. Коробкова Т.С., Сабарайкина С.М., Сорокопудов В.Н. Красная смородина в Якутии. – Белгород, 2008. – 175 с.
5. Куминов Е.П., Жидехина Т.В. Смородина. – Харьков: Фолио; М.: ООО «Издательство АСТ», 2003. – 255 с.
6. Мистратова Н.А. Ризогенез одревесневших черенков смородины красной в зависимости от используемых стимуляторов роста // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: матер. межд. науч.-практ. конф. – Краснояр. гос. аграр. ун-т., 2020. – С. 289-291.
7. Потехин А.А., Мистратова Н.А. Плодоводство: вредители плодовых и ягодных культур: уч. пособие; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 186 с.
8. Сорокопудов В.Н., Тохтарь Л. Биологические особенности красной смородины при интродукции. – Саарбрюккен, 2013. – 200 с.
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, ВНИИСПК, 1999. – С. 417-444.
10. Уфимцева Л.В., Глаз Н.В., Лезин М.С. Сахаро-кислотный индекс при оценке вкусовых качеств сортообразцов жимолости / Ученые записки Челябинского отделения Русского ботанического общества. – Челябинск., 2020. – С. 123-127.

УДК 634.1.03

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УДОБРЕНИЙ ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ РАЗМНОЖЕНИИ ГРУШИ ВЕГЕТАТИВНЫМ СПОСОБОМ**

Мистратова Наталья Александровна, канд. с.-х. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
mistratova@mail.ru

Захарцева Марина Викторовна, студентка 2-го курса  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
zahartsevamarina@yandex.ru

*В статье рассматривается влияние удобрений длительного действия Osmocote Pro и AVA на рост и развитие саженцев груши сорта Чижовская. Установлено, что использование удобрений Osmocote Pro при выращивании посадочного материала груши с закрытой корневой системой методом зимней прививки наиболее эффективно отразилось на увеличении биометрических параметров надземной фитомассы растений.*

*Ключевые слова: груша, саженцы, зимняя прививка, Osmocote Pro, AVA.*

## **THE USE OF LONG-TERM FERTILIZERS WHEN REPRODUCING PEARS BY THE VEGETATIVE METHOD**

Mistratova Natalya Aleksandrovna, Ph.D. s.-x. Sciences, Associate Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
mistratova@mail.ru

Zahartseva Marina Viktorovna, 2nd year student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
zahartsevamarina@yandex.ru

*The article discusses the effect of Osmocote Pro and AVA long-acting fertilizers on the growth and development of Chizhovskaya pear seedlings. It was found that the use of Osmocote Pro fertilizers when growing pear planting material with a closed root system by winter grafting most effectively affected the increase in the biometric parameters of the aboveground plant phytomass.*

*Key words: pear, seedlings, winter vaccination, Osmocote Pro, AVA.*

Груша в мире является второй культурой из семечковых по валовому производству плодов. Она выращивается более чем в 80 странах мира. В России ее насаждения сосредоточены в основном в европейской части [8]. В Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионе благоприятные условия для выращивания груши складываются в низкогорье Алтая и в Красноярском крае в предгорье Западного Саяна. Исследования ученых позволяют утверждать, что груша в отдельных регионах Сибири может быть важнейшей плодовой культурой с высокой рентабельностью производства плодов [16]. Достаточное количество тепла и влаги позволяют получать урожаи с лучших сортов груши до 50 т/га. Груша ценится за высокую урожайность, ежегодное плодоношение,

достаточную устойчивость к болезням и вредителям, а также высокое качество плодов [14; 2].

На северной границе ареала могут расти и плодоносить лишь наиболее зимостойкие сорта груши, привитые на устойчивые подвои, приспособленные к местным климатическим условиям [3; 9]. Питомники Красноярского края выращивают крайне мало саженцев груши, что ведет к устойчивому дефициту местного посадочного материала, как с открытой, так и с закрытой корневой системой и ставит в затруднительное положение, как садоводов-любителей, так и садоводов-профессионалов.

При выращивании качественных саженцев садовых растений за один вегетационный период, соответствующих требованиям стандарта, возникает необходимость использовать элементы интенсификации: орошение, применение удобрений, стимуляторов, а также удобрений [1; 10; 11; 12].

Цель исследования – изучить возможность использования удобрений длительного действия при выращивании посадочного материала груши за один вегетационный период.

Опыт проводился в 2022 году на фитоучастке кафедры растениеводства, селекции и семеноводства Красноярского ГАУ. Объекты исследований – зимние прививки груши, подготовленные в марте в лабораторных условиях при температуре 18-20 °С. Прививки проводили способом улучшенной копулировки. Место соединения компонентов плотно завязывали лентами из поливинилхлоридной пленки шириной 1 см. Привитые черенки парафинировали расплавленным парафином при температуре 55-65 °С. Подвоем служила груша уссурийская (*Pyrus ussuriensis*). В качестве привоя использовали грушу – сорт Чижовская. Данный сорт популярен и востребован среди садоводов Красноярского края. До появления зеленого конуса прививки хранили при температуре 0...-2° С. Срок посадки прививок в открытый грунт 10 мая. При появлении «зеленого конуса» у привоя прививки высаживали в пакеты с субстратом (объем 2 л). В качестве субстрата использовали торф нейтрализованный (рН<sub>СК1</sub> 5,2-6,5) «ФАСКО» (производитель ООО «Гарден Ритейл Сервис», г. Солнечногорск). Перед высадкой вносили удобрение Osmocote (производитель Everris (ICL), Нидерланды) в дозе 2,5 г/л почвы. Удобрение Osmocote Pro содержит (%): N-17, P-11, K-10, Mg-2; B-0,01, Cu-0,023, Fe-0,007, Mn-0,04, Mo-0,01, Zn-0,01. Osmocote характеризуется как удобрение 3-го поколения, обеспечивающее растение питательными веществами на протяжении всего периода роста – 3-4 мес.. Кроме удобрения Osmocote использовали удобрение AVA (г. Санкт-Петербург), содержащее фосфор – 49-55%, калий – 17-19%, кальций – 12-14% и 12 микроэлементов, рекомендуется как удобрение пролонгирующего действия. Удобрение AVA также вносили совместно с мочевиной (N<sub>50</sub>). Повторность опыта 3-х кратная. Варианты: 1) контроль (без удобрений); 2) AVA; 3) AVA+N<sub>50</sub>; 4) Osmocote Pro. Закладку опытов, наблюдения и учеты проводили, руководствуясь Программно-методическими указаниями по агротехническим опытам с плодовыми и ягодными культурами [15]. Качество посадочного материала определяли согласно ГОСТ Р 53135-2008 [4]. Математическая обработка

результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы MSExcel [6].

На варианте с Osmocote Pro наблюдался положительный эффект от внесения удобрений длительного действия – биометрические параметры надземной фитомассы отличались от контроля и вариантов с внесением удобрений AVA (таблица 1 и рисунок 2).

Таблица 1 – Влияние удобрений длительного действия на биометрические параметры надземной фитомассы саженцев груши, сентябрь 2022 г.

Вариант	Среднее количество побегов, шт	Средняя длина побега, см	Среднее количество листьев на одном растении, шт
1. Контроль	1,6	18,9	26,8
2. AVA	2,0	23,6	37,6
3. AVA+N <sub>50</sub>	1,8	22,7	30,8
2. Osmocote Pro	<b>2,0</b>	<b>26,9</b>	<b>40,0</b>
HCP <sub>05</sub>	0,6	5,3	10,2



**Контроль**



**AVA**



**AVA+N<sub>50</sub>**



**Osmocote Pro**

Рисунок 2 – Влияние удобрений длительного действия на развитие надземной фитомассы саженцев груши, 20.09.2022 г.

Показатель среднего количества побегов на варианте с использованием Osmocote Pro больше контроля на 0,4 шт (2,0 шт). Средняя длина одного побега составила 26,9 см, что выше относительно контрольного варианта на 8,0 см (26,9 см) и вариантов с добавлением пролонгирующих удобрений на 3,3-4,2 см.

Известно, что формирование элементов продуктивности в питомнике определяется во многом листовым аппаратом [7]. Площадь листовой пластинки хотя и является генетически закрепленным признаком, однако, колебание данных величин возможно в определенных пределах и зависит от различных факторов. При этом пищевой режим играет немаловажную роль. Увеличение минерального питания при выращивании саженцев плодово-ягодных культур в питомнике достоверно повышает размеры листовых пластин посадочного материала и содержание хлорофилла в них, что, в конечном итоге, предопределяет более высокий потенциал саженцев [5; 22].

Показатель среднего количества листьев на варианте с применением удобрения Osmocote Pro составил 40,0 шт, что больше в 1,5 раза относительно контроля и математически подтверждено ( $НСР_{05}=10,2$ ). На вариантах с использованием удобрений АВА как в чистом виде, так и в смеси с мочевиной показатели среднего количества листьев на одном растении также превышали контроль, но были меньше относительно варианта с Osmocote Pro.

Таким образом, применение удобрений длительного действия Osmocote Pro при выращивании посадочного материала груши с закрытой корневой системой методом зимней прививки положительно влияет на развитие биометрических параметров надземной фитомассы растений.

#### Литература:

1. Безух Е.П. Совершенствование приемов производства посадочного материала плодовых культур // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства, 2014. – С. 46-59.
2. Бопп В.Л., Кузьмина Е.М., Мистратова Н.А. Плодоводство Сибири: учеб. пособие // Краснояр. гос. аграр. ун-т. Плодоводство Сибири: учеб. пособие. - Краснояр. гос. аграр. ун-т. – 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск, 2020. – 390 с.
3. Бурмистров Л.А. Грушевый сад. – Л.: Лениздат. 1991. – 127 с.
4. ГОСТ Р 53135-2008 Посадочный материал плодовых, ягодных, субтропических, орехоплодных, цитрусовых культур и чая. - М.: Стандартиформ, 2009.
5. Гурьянова Ю.В., Рязанова В.В. Формирование площади листьев и содержание хлорофилла в листьях при минеральном питании // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2012. - №4. – С. 30-31.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. Ерошенко Ф.В. Ассимиляционная поверхность, хлорофилл и первичные процессы фотосинтеза высокорослых и короткостебельных сортов озимой пшеницы // Вестник КрасГАУ. 2010. №8. С. 33-37.

8. Колесникова В.Л., Кузьмина Е.М. Садоводство Сибири: уч. пособие. - Красноярск: КрасГАУ. - 2006. - 324 с.
9. Мистратова Н.А., Бопп В.Л. Влияние пролонгирующих удобрений на развитие микоризы на корнях черенков облепихи и товарность саженцев // Вестник КрасГАУ. – 2017. - №2(125). – С. 3-9.
10. Мистратова Н.А., Кириченко Н.А., Самарокова А.В. Слива китайская: морфометрические параметры саженцев при использовании удобрений длительного действия // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: сборн. матер. Междун. научной конференции. – Красноярск, 2020. – С. 246-250.
11. Мистратова Н.А., Яшин С.Е., Брюханов Е.В. Влияние удобрений Osmocote на биометрические параметры саженцев сливы с закрытой корневой системой // Проблемы современной аграрной науки: матер. межд. научн. конф., Красноярск, 2021. – С. 32- 35.
12. Мистратова Н.А. Использование удобрений длительного действия при вегетативном размножении яблони в условиях Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2021. - №5. – С. 65-73.
13. Мистратова Н.А. Площадь ассимиляционного аппарата саженцев *Ribes nigrum* L. при использовании растворов наночастиц биогенного ферригидрита // Современные направления развития садоводства в Сибири: матер. межд. научн.-практ. конф., ФГБНУ ФАНЦА, Барнаул, 2021. – С. 82-85.
14. Потехин А.А., Мистратова Н.А. Плодоводство: вредители плодовых и ягодных культур: уч. пособие; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 186 с.
15. Программно-методические указания по агротехническим опытам с плодовыми и ягодными культурами / подред. Н. Д. Спиваковского. – Мичуринск, 1956. – 184 с.
16. Северин В.Ф, Байкова Г.Н. Груша в Красноярском крае и предгорье Западного Саяна: монография. – Абакан: ООО «Книжное издательство «Бригантина», 2014. – 184 с.

## **РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Неменушчая Людмила Алексеевна, ст. науч. сотрудник

Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, п. Правдинский, Россия  
nela-21@mail.ru

*В статье автором показаны направления ресурсосбережения, основанные на переработке отходов, приведен обзор различных видов продукции, изготовленной из растительных отходов с помощью технологий рециклинга.*

*Ключевые слова: вторичные материальные ресурсы, рециклинг, растительные отходы, ресурсосбережение*

## **RESOURCE CONSERVATION IN CROP PRODUCTION**

Nemenushchaya L.A. sen. res. scientist,

Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Engineering and Technical Provision of Agro-Industrial Complex,  
Pravdinsky v., Russia  
nela-21@mail.ru

*In the article, the author substantiates the directions of resource conservation based on waste recycling, provides an overview of various types of products made from plant waste using recycling technologies.*

*Key words: secondary material resources, recycling, plant waste, resource conservation.*

При уборке и переработке растениеводческой продукции образуется большое количество отходов, которые в эффективном ресурсосберегающем производстве должны рассматриваться и использоваться как вторичные материальные ресурсы. Данные ресурсы представляют собой органические остатки растений (стебли, солома, корзинки, початки, лузга, шелуха, скорлупа и др.). Поскольку развитие растениеводства направлено на повышение объемов производства продукции, возрастет и количество отходов. Их рециклинг необходим и способен значительно повысить эффективность, конкурентоспособность и экологичность отрасли.

В таблице 1 рассмотрим некоторые перспективные технологии рециклинга сельскохозяйственных растительных отходов с целью получения ценной и востребованной продукции [1-11].

Таблица 1 - Виды и характеристики перспективных сорбентов из растительных отходов

Вид продукции, разработчики	Характеристика
<p>Сорбенты для очистки от органических загрязнителей МХТИ им. Д.И. Менделеева, г. Москва, Кубанский ГТУ, г. Краснодар, Тверской государственный университет, г. Тверь, Белгородский ГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Полоцкий государственный университет им. Е. Полоцкой, г. Новополоцк, Беларусь, Наманганский государственный университет, Институт общей и неорганической химии, Республика Узбекистан, г. Ташкент</p>	<p>Получают из кукурузных початков, скорлупы грецкого ореха, сливы, околоплодников редьки масличной; шелухи гречихи, ячменя, риса; стеблей и корневищ хлопковых растений, частей древесины. Наиболее частая технология обработки – пиролиз. При применении достигается результат очистки ниже уровня ПДК загрязняющих веществ. Эффективность сравнима с использованием эталонных сорбентов.</p>
<p>Энтеросорбент Дальневосточный федеральный университет, Институт химии Дальневосточного отделения РАН, г. Владивосток</p>	<p>Получают из подсолнечной лузги путем обработки растворами щелочей и воздействием отрицательных температур после увлажнения. Сорбционная активность подтверждена опытным путем и превышает сорбционную активность энтеросорбента «Полифепана» или с ней соизмерима.</p>
<p>Биоэмульгаторы Воронежский государственный университет, г. Воронеж</p>	<p>Получают из отходов переработки растительных масел. Полученные эфиры полиглицерина и жирных кислот характеризуются необходимыми качественными показателями и по своим функциональным свойствам соответствуют существующим коммерческим аналогам.</p>
<p>Моющая паста «Полиса» для чистки сильнозагрязненных твердых поверхностей, жиросодержащая добавка в комбикорм Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого, г. Гомель, Беларусь</p>	<p>Получают из пастообразной фильтровочной и поглотительной отработанной массы с высоким содержанием ценных органических примесей.</p>

<p>Кормовые гранулы, обогащенные жировитаминными добавками для корма крупного рогатого скота, птиц, рыб, биотопливо Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж</p>	<p>Получают из растительных отходов масличных культур. Применение гранул ускоряет рост молодняка, укрепляет иммунитет, повышает яйценоскость птиц. Биотопливо из лузги является отличной альтернативой для сельскохозяйственной техники, применяемой в фермерских хозяйствах, за счет отсутствия негативного воздействия на экологию.</p>
<p>Пищевые волокна и среды для культивирования микроорганизмов Кубанский ГАУ имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар</p>	<p>Получают из плодовых и семенных оболочек масличных культур.</p>
<p>Белково-липидные кормовые продукты и масла Кубанский ГТУ, г. Краснодар</p>	<p>Получают при экструдировании и прессовании вторичного масличного сырья из отходов очистки семян подсолнечника. Не уступают по содержанию сырого жира жмыхам соответствующих семян, но с более низкой массовой долей протеина.</p>

Как показал анализ информационных источников, переработка растительных отходов перспективна, результаты исследований подтверждают конкурентоспособность и востребованность данной продукции. Производство нового ассортимента полезной продукции с использованием сельскохозяйственных растительных отходов, благодаря экологической чистоте, практически неограниченным сырьевым ресурсам позволит снизить нагрузку на окружающую среду и получить значительный экономический эффект.

#### Литература:

1. Майорова Е.И., Булавка Ю.А., Якубовский С.Ф. Модификация нефтяных сорбентов из растительного сырья // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1 (9). С. 275-277.
2. Темирханов Б.А., Султыгова З.Х., Ужахова Л.Я. Синтез сорбентов из отходов растительного сырья с целью очистки сточных вод от нефти // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2015. № 7-1. С. 77-81.
3. Мьинт С.В., Сое Н.Л., Мое З., Тху М., Тху М.М., Нистратов А.В., Клушин В.Н. Термический рециклинг растительных отходов Мьянмы с

получением углеродных адсорбентов // Башкирский химический журнал. 2020. Т.27. №1. С.61-67.

4. Убайдуллаева Н.Н., Салиханова Д.С., Дехконов Р.С. Исследование угольного адсорбента композиции на основе местного растительного сырья для очистки сточных вод // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2022. 7(100). Электронный ресурс URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14070> (дата обращения: 30.09.2022).

5. Пирузян А.В., Боковикова Т.Н., Найденов Ю.В. Перспективный сорбент на основе отходов растительного сырья для очистки жиросодержащих сточных вод // Современные проблемы науки и образования. – 2008. – № 10.; Электронный ресурс URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=3859> (дата обращения: 03.11.2022).

6. Столповская Н.В., Зорина А.В., Ляпун Д.В., Шихалиев Х.С., Шихалиева К.Д. Разработка ресурсосберегающих способов получения натуральных эмульгаторов на основе отходов переработки растительных масел // Инновации и «зеленые» технологии. Региональная научно-практическая конференция: сборник материалов и докладов. Составители Т.С. Кобзарь, С.В. Сердюкова. - 2018. - С. 46-50.

7. Старостина И.В., Порожняк Е.В., Никитина А.Е., Плотникова О.А., Костина Е.К., Калашникова К.А. Шламовый отход стадии винтеризации растительных масел - основные направления переработки и утилизации // Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды. Материалы докладов Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор И.В. Старостина. - 2018. - С. 163-172.

8. Василенко В.Н., Фролова Л.Н., Михайлова Н.А., Драган И.В., Щепкина А.А. Способ комплексной переработки масличных культур // Патент на изобретение RU 2704447 С1, 28.10.2019. Заявка № 2018132666 от 13.09.2018.

9. Буряков Н.П. Использование продуктов переработки масличных культур в кормлении птицы. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2016621042, 02.08.2016. Заявка № 2016620791 от 08.06.2016.

10. Копылов М.В., Болгова И.Н., Клейменова Н.Л., Терёхина А.В., Желтоухова Е.Ю. Разработка ресурсосберегающей технологии комплексной переработки масличных культур на сырьевые компоненты // Ползуновский вестник. 2019. - № 2. - С. 7-11.

11. Мустафаев С.К., Смычагин Е.О. Разработка новой технологии по переработке отходов очистки семян подсолнечника // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». - 2017. - № 7. - С. 493-500.

УДК 664.664

## **ТЕХНОЛОГИИ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ И КАСТОМИЗАЦИИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ**

Резниченко Ирина Юрьевна, д-р техн. наук, профессор  
Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, Кемерово, Россия

E-mail: irina.reznichenko@gmail.com

Фролова Нина Анатольевна, д-р техн. наук, профессор  
Амурский государственный университет, Благовещенск, Россия  
ninelfr@mail.ru

*Рассмотрена технология кастомизации и персонализации на примере кондитерских изделий функциональной направленности с применением растительного сырья. Показано отсутствие стандартных терминов на технологии кастомизации и персонализации.*

*Ключевые слова: технологии кастомизации, преимущества, функциональные изделия, специализированная продукция*

## **TECHNOLOGIES OF PERSONALIZATION AND CUSTOMIZATION OF FUNCTIONAL CONFECTIONERY PRODUCTS**

Reznichenko Irina Yuryevna, doctor of technical sciences, professor of  
Kuzbass State agricultural Academy, Russia, Kemerovo city

Frolova Nina Anatolyevna, doctor of technical sciences, professor, Amur State  
University, Russia, Blagoveshchensk city

*The technology of customization and personalization is considered on the example of functional confectionery products using vegetable raw materials. The absence of standard terms for customization and personalization technologies is shown.*

*Key words: customization technologies, advantages, functional products, specialized products*

Четвертая промышленная революция Индустрия 4.0 изменяет не только производство, но и нашу повседневную жизнь. Современные технологии немислимы без таких новых инструментов и методов как искусственный интеллект, машинное зрение, интернет вещей, 2D и 3D- печать, био- и нейротехнологии.

Качество 4.0 (Quality 4.0) можно рассматривать как требования к управлению качеством для Индустрии 4.0. Качество 4.0 связывает новые технологии с традиционными методами управления качеством в рамках СМК – систем менеджмента качества. При этом Качество 4.0 (Quality 4.0) не заменяет их, а строится на их материале и включает составляющие, характеризующие данные о продукте (*data*), их критерии качества (*analytics*), систему менеджмента качества (*connectivity*), сотрудничество для инноваций (*collaboration*), соответствие современным требованиям по удовлетворению

физиологических потребностей человека в основных пищевых веществах (*compliance*).

Одной из форм развития концепции *Quality 4.0* является направление, связанное с технологией кастомизации продукции, так как данная концепция подразделяет технологии, практики и процедуры, позволяющие производителям разрабатывать, управлять и поддерживать стандарты качества на всех этапах технологической цепи.

На термин «кастомизация» отсутствует стандартное определение, что сказывается на неоднозначном понимании самого термина. Существуют понятие персонализации, на данное определение также отсутствует стандартизированный термин. Обе технологии (персонализации и кастомизации) на первый взгляд схожи, однако между ними есть различия.

Производство функционального и специализированного назначения можно рассматривать как кастомизированную продукцию, предназначенную для употребления, как всеми категориями населения, так и определенной группой людей. В рамках решения задач, поставленных программой «Долголетие» и национальным проектом «Демография» укрепление общественного здоровья выделяется как первостепенная задача.

Разработка пищевой продукции, рекомендуемой для коррекции пищевого статуса (включая специализированное питание) уменьшения риска алиментарных заболеваний ориентирована на внедрение в производство технологий общедоступных и востребованных пищевых продуктов, к которым относят сахаристые кондитерские изделия. Пищевая ценность сахаристых изделий обусловлена наличием углеводов и отсутствием биологически ценных веществ, в связи с чем, обогащение данной продукции актуально. Особую значимость приобретают технологии обогащения натуральными растительными добавками, подтвердившими свою функциональную эффективность [1]. Предложены технологии карамели, мармелада и ириса с включением в рецептуру продуктов переработки ягодного сырья Дальневосточного региона, доказана эффективность их применения [2]. Дальнейшие разработки направлены на определение индивидуальных групп потребителей в рамках реализации технологий персонализации и кастомизации.

Обобщая информацию, необходимо отметить, что требуется дать четкие стандартные определения технологиям персонализации и кастомизации, в силу того, что они очень близки по своей сути и так эти технологии - технологии ближайшего будущего.

#### Литература:

1. Степакова, Н.Н. Растительное сырье Дальневосточного региона как источник биологически активных веществ/Н.Н. Степакова, Т.Ф. Киселева, Н.В. Шкрабтак// Пищевая промышленность. 2020.- № 3.- С. 16-21.

2. Праскова, Ю.А. Биологически активные вещества *Vitis amurensis* Rupr. для профилактики преждевременного старения/Ю.А. Праскова, Т.Ф. Киселева //Техника и технология пищевых производств. 2021.- Т.51.- № 1.-С.159-169.

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Сабодах Ирина Валерьевна, канд. физ.-мат. наук, доцент  
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
sabodax@mail.ru

Плисецкая Наталья Александровна, студентка  
Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
plisetskayan@gmail.com

*В статье рассмотрены способы ресурсосбережения в отрасли растениеводства, применение которых способствует повышению производительности труда, урожайности сельскохозяйственных культур, снижению затрат на единицу продукции.*

*Ключевые слова: агропромышленный комплекс, растениеводство, ресурсосберегающие технологии, эффективность, обработка почвы.*

**ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL FOUNDATIONS OF  
RESOURCE SAVING IN PLANT PRODUCTION**

Sabodakh Irina Valeryevna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
Associate Professor of the Department of Economic and Financial Security,  
Institute of Business Process Management  
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia  
sabodax@mail.ru

Plisetskaya Natalya Alexandrovna,  
Student of the Department of Economic and Financial Security,  
Institute of Business Process Management  
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia  
plisetskayan@gmail.com

*The article discusses ways of resource saving in the crop industry, the use of which helps to increase labor productivity, crop yields, and reduce costs per unit of output.*

*Key words: agricultural sector, plant growing, resource-saving technologies, efficiency, tillage.*

Сельское хозяйство и, в частности, растениеводство является одной из главных отраслей экономики страны. Эффективность производства продукции растениеводства обеспечивает продовольственную безопасность страны и влияет на удовлетворение потребностей населения в продуктах питания. Сельское хозяйство на данном этапе остается одной из наиболее консервативных отраслей экономики. Большинство агропромышленных предприятий все еще производят продукцию по традиционным технологиям, что вкупе с использованием преимущественно устаревших машин и оборудования делает валовый сбор продукции зависимым в основном от

факторов неопределенности – погодных условий и состояния почвы. В результате рентабельность предприятий находится на низком уровне. В связи с этим вопрос о применении ресурсосберегающих технологий в растениеводстве становится особенно актуальным [1].

Ресурсосберегающие технологии предполагают внедрение высокопроизводительной техники и инновационных технологий земледелия для снижения затрат на производство единицы продукции. Организационно-технологические основы ресурсосбережения в растениеводстве составляют следующие элементы:

- нулевая обработка почвы (No-Till);
- минимальная обработка почвы (Mini-Till);
- полосная обработка почвы (Strip-Till);
- рациональная организация трудовых процессов;
- биологизация земледелия, т.е. когда предпочтение отдается биологическим препаратам, а химические средства применяются только при необходимости;
- закупка и выведение новых сортов, дающих большую урожайность при прочих равных;
- подготовка кадров к работе на новой высокопроизводительной технике и внедрению инновационных процессов [3].

В настоящее время одним из основных способов снижения затрат энергии и ресурсов является переход с предусматривающей вспашку отвальным плугом традиционной обработки почвы на минимальные способы. Нулевая, минимальная и полосная обработка почвы имеют потенциал для повышения продуктивности и качества почвы, в основном за счет накопления в почве органических веществ.

Рассмотрим особенности каждого способа обработки.

Нулевая обработка почвы (No-till) представляет собой способ, при котором почва не обрабатывается, а мульчируется, т.е. покрывается слоем органических веществ для защиты и улучшения ее свойств. При данном методе осуществляется прямой посев в нарезаемые специальной сеялкой борозды с одновременным внесением удобрений. Сохранение структуры почвы оставляет нетронутыми места обитания дождевых червей, насекомых-хищников и опылителей, а также микроорганизмов. При использовании No-till технологии увлажненный слой почвы получается толще, чем при вспашке, поэтому нулевая обработка почвы особенно эффективна в засушливый год.

Минимальная обработка почвы (Mini-till) также является безотвальной технологией, где вместо вспашки предусмотрено рыхление на глубину 30-32 см. Посев также, как и при No-till, происходит с одновременным внесением удобрений. Вместе с уборкой урожая происходит измельчение комбайнами растительных остатков, которые сохраняются на поверхности, хоть и в меньшем объеме, чем при использовании No-till. При данном способе почва хорошо держит влагу, что делает ее предпочтительной для территорий слабой увлажненности.

Полосная обработка почвы (Strip-till) предусматривает обработку почвы одновременно с посевом на 25 см., при этом, 2/3 поля остаются нетронутыми. Strip-till сочетает в себе преимущества пахоты (прогрев и просушка почвы) с защитой почвы за счет рыхления только посевных полос. Междурядья взаимодействуют с рыхленными полосами, обеспечивая обменные процессы, нормализуя жизнедеятельность организмов и восстанавливая плодородность почвы. Система капилляров не разрушается, поэтому циркуляция влаги остается интенсивной. Кроме того, при этой технологии удобрения используются более эффективно и экономно, чем в первых двух технологиях, за счет внесения их именно туда, где они больше всего нужны – к корням растений.

Безусловно, существуют и недостатки минимальных способов обработки почвы. Так, одной из главных проблем, особенно в первые годы применения технологии, становится возрастание количества сорняков и вредителей, за счет чего растет необходимость внесения пестицидов практически вдвое. Не менее важен факт того, что переход на минимальные способы обработки требует современной, часто дорогой техники, а также грамотных специалистов. Также для определенных видов почвы, например, для влажных и тяжелых грунтов, данная система обработки невозможна или является лишь вспомогательной. Тем не менее, недостатки альтернативных методов обработки в долгосрочной перспективе нивелируются, а достоинства продолжают существовать. Так за 5–6 лет количество сорняков на поле удается минимизировать, дорогая техника окупается, а плодородие почвы увеличивается в 1,5–2 раза [2].

Таким образом, преимущества использования данных ресурсосберегающих технологий состоят в экономии средств на топливе, трудовых и материальных ресурсах, в упрощении технологического цикла, в повышении уровня плодородия почвы и получении стабильных урожаев независимо от погодных условий. Переход на ресурсосберегающие технологии позволит достичь устойчивого развития отрасли и повышения продовольственной безопасности страны.

#### Литература:

1. Васильева, О.А. Внедрение ресурсосберегающих технологий в производство продукции растениеводства / О.А. Васильева, И.В. Бабаян // Агрофорсайт. 2020. - № 2 (26). - С. 3.
2. Кокунова, И.В. Особенности реализации технологий No-till и Strip-till / И.В. Кокунова, А.Н. Мышлякова // Сельское хозяйство – драйвер развития. Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. 2022. - С. 32-37.
3. Ториков, В.Е. Ресурсосбережение в сфере сельского хозяйства / В.Е. Ториков, В.А. Погонышев, Д.А. Погонышева // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. - № 1 (34). - С. 24-32.

УДК 661.152.3

## **ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Горшкова Анастасия Сергеевна, магистр 1 курса направления подготовки  
35.04.04 - Агрономия

Сорокина Марина Владимировна, магистр 2 курса направления подготовки  
35.04.03 - Агрохимия и агропочвоведение

Сидорова Анна Валерьевна, бакалавр 2 курса направления подготовки  
35.03.04 - Агрономия,

Батурина Наталия Михайловна, бакалавр 2 курса направления подготовки  
Сидорова Е.К.\*, ассистент кафедры земледелия, агрохимии и агропочвоведения  
Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина,  
Орел, Россия

\*miss.ewgeniy@yandex.ru

*В статье автор приводит экспериментальные данные, полученные при изучении влияния современных комплексных удобрений на урожайность ячменя ярового в условиях Орловской области.*

*Ключевые слова: ячмень яровой, комплексные минеральные удобрения, урожайность.*

## **THE INFLUENCE OF MODERN COMPLEX FERTILIZERS ON THE YIELD OF SPRING BARLEY IN THE CONDITIONS OF THE OREL REGION**

Gorshkova Anastasia Sergeevna, 1st year Master of the field of training 35.04.04 -  
Agronomy,

Sorokina Marina Vladimirovna, 2nd year master of the field of training 35.04.03 -  
Agrochemistry and agro soil science,

Sidorova Anna Valeryevna, Bachelor of the 2nd year of the direction of training  
35.03.04 Agronomy,

Baturina Natalia Mikhailovna, Bachelor of the 2nd year of the direction of training  
35.03.04 Agronomy,

Supervisor: Sidorova E.K., Assistant of the Department of Agriculture,  
Agrochemistry and Agricultural Science

Orel State Agricultural University named after N.V. Parakhin

*In the article, the author cites experimental data obtained in the study of the effect of modern complex fertilizers on the yield and quality of spring barley in the conditions of the Oryol region.*

*Key words: spring barley, complex mineral fertilizers, yield.*

Ячмень (Hordeum) – важнейшая зернофуражная культура разностороннего использования [1,2,3]. Применение минеральных удобрений позволяет более полно реализовать потенциал культуры. Однако при ведении сельскохозяйственного производства необходимо грамотно разрабатывать

систему удобрений растений, чтобы оптимизировать питание растений при минимальных затратах удобрений и сократить негативное воздействие на окружающую среду. Кроме того, ассортимент минеральных удобрений постоянно пополняется [4]. Поэтому сравнительное изучение влияния различных видов новых комплексных удобрений на урожайность и качество ярового ячменя является актуальным.

В связи с вышесказанным, целью исследования стало изучение влияния комплексных минеральных удобрений на урожайность и качество зерна ячменя ярового в почвенно-климатических условиях Орловской области.

Опыт был заложен в структурном подразделении ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ имени Н.В. Парахина», НОПЦ «Интеграция», с. Лаврово Орловский район в 2021 году. Почва участка темно-серая лесная, среднесуглинистая с содержанием гумуса 2,2%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 4,5, K<sub>2</sub>O – 12,3, pH почвенного раствора 5,2.

Применялись комплексные минеральные удобрения производства компании «ФосАгро» (ЖКУ 11:37, Аммофос 12:52, NPK(S) 15-15-15(10)+B(1), сульфат аммония компактированный), внесенные весной перед посевом под ячмень яровой сорта Атаман.

Опыт представлен пятью вариантами применяемых удобрений в трехкратной повторности. Предшественник – гречиха. Тестируемые удобрения вносили в почву в дозах, соответствующих схеме опыта (табл. 1).

Таблица 1 - Схема опыта на ячмене яровом

Вариант	Норма внесения, кг/га	Способ внесения
1.Контроль: фон (NPK (16:16:16))	200	предпосевной
2. фон + ЖКУ (NP 11:37)	100	предпосевной
3.фон+Аммофос (NP 12:52)	71	предпосевной
4.фон+NPK(S) 15:15:15(10)+B(1)	246	предпосевной
5.фон+Аммофос 12:52+сульфат аммония компактированный	7122	предпосевной

Удобрения по вариантам опыта на ячмене яровом вносили: фон 5 мая 2021 года. Опытные варианты: 6 мая 2021 года. После внесения удобрений была проведена их заделка Catros 7501T. Посев осуществляли 7 мая 2021г. Сеялка AMAZONE D9 60. Норма высева ячменя: 5 млн./га. Глубина заделки: 4-5 см. Междурядья: 12,5 см. Площадь опытного участка - 0,1 га. Размер опытной деланки: 6\*11,1=66,6 м<sup>2</sup>.

Семена ячменя предварительно были протравлены Альфа-протравителем, ТКС в дозе 0,4 л/т и Контадор Макси 0,5 л/т. Расход рабочей жидкости – 10 л/т.

Программа проведения исследований включала следующие пункты:

- Фенологические наблюдения в течение всего вегетационного периода;
- Определение урожайности ярового ячменя по вариантам опыта.

Согласно программе исследований, на опыте с яровым ячменём проводились плановые работы:

В фазу полных всходов ячменя ярового определялась густота стояния растений (20.05.2021).

В фазу кущения ячменя проводились учеты по определению высоты растений и индекса кущения по вариантам опыта (по 10 типичным растениям) (8 июня 2021г).

В фазу начала колошения посева ячменя обрабатывались баковой смесью: инсектицид Шаман (0,8 л/га) + фунгицид Кристалл (1 л/га).

В фазу колошения ячменя определялись морфологические параметры (2 июля 2021 г.).

Метеорологические условия вегетационного периода изучаемой культуры в 2021 году имели некоторые отклонения от среднемноголетних данных. Так, первая декада мая была на 1,6 градуса холоднее средних многолетних значений. В третьей декаде апреля и первой декаде мая выпало количество осадков, в два раза выше средней многолетней нормы. В целом вегетационный период 2021 года характеризовался неравномерностью распределения осадков по месяцам, что негативно сказалось на организации посева и вегетации культуры. Это привело к сдвигу сроков посева опытной культуры – ячменя ярового на более поздние сроки. Ячмень был посеян лишь 7 мая 2021 года. Сухая и жаркая погода в летние месяцы также сказалась на урожайности ярового ячменя.

Урожайность сельскохозяйственных культур является основным фактором, который определяет объем производства продукции растениеводства [5]. Поэтому данному показателю уделяется большое внимание.

В проведенном нами опыте с внесением различных комплексных минеральных удобрений было установлено, что урожайность семян ярового ячменя в контрольном варианте с фоновым внесением NPK 15:15:15 200 кг/га составила 24,26 ц/га при стандартной влажности семян (табл. 2).

Таблица 2 - Урожайность ячменя по вариантам опыта, 2021 год

Вариант	Урожайность, ц/га
Контроль	24,26
ЖКУ 11:37	30,51
Аммофос 12:52	26,88
NPK(S) 15:15:15(10) + B	33,33
Аммофос 12:52 + сульфат аммония компактированный	25,68
НСР <sub>05</sub>	1,52

Прибавка урожайности ячменя наблюдалась на фоне внесения всех видов удобрений. Лишь на варианте с предпосевным внесением аммофоса 12:52 + сульфата аммония компактированного в норме 71 + 22 кг/га отличия по урожайности с контрольным вариантом были незначительными. Наибольшими

прибавками урожайности отмечались варианты с предпосевным применением ЖКУ 11:37 с нормой внесения 100 кг/га (6,25ц/га) и NPK(S) 15:15:15(10) + В с нормой внесения 246 кг/га (9,07 ц/га).

Исходя из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшими прибавками урожайности отмечались варианты с предпосевным применением ЖКУ 11:37 с нормой внесения 100 кг/га (6,25ц/га) и NPK(S) 15:15:15(10) + В с нормой внесения 246 кг/га (9,07 ц/га).

2. Высокие показатели урожайности ячменя на варианте с предпосевным применением ЖКУ были обусловлены лучшей сохранностью растений к уборке и высокой семенной продуктивностью индивидуальных растений.

#### Литература:

1. Бутяйкин, В. В. Основы агрономии / В. В. Бутяйкин. – Саранск: МОРДОВИЯ-ЭКСПО, 2013. – 88 с. – EDN UJYAZV.

2. Бутяйкин, В. В. Технологии в сельском хозяйстве / В. В. Бутяйкин, С. В. Истихин, А. В. Конаков. – САРАНСК: ООО "Референт", 2014. – 64 с. – EDN ULLPFR.

3. Мельникова О.В., Никулина Н.В., Вавуленкова С.Ю., Лавринова Е.Ю. Влияние плантафола и уровня минерального питания на урожайность и качество зерна ячменя ярового // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-plantafola-i-urovnya-mineralnogo-pitaniya-na-urozhaynost-i-kachestvo-zerna-yachmenya-yarovogo> (дата обращения: 02.11.2022).

4. Системы земледелия Ставрополя : монография / А.А. Жученко, В.И. Трухачев, В.М. Пенчуков, В.С. Цховребов, В.М. Передериева, О.И. Власова, А.Н. Есаулко, В.В. Агеев, А.И. Подколзин, О.Ю. Лобанкова, Г.Р. Дорожко, О.Г. Шабалдас, Т.Г. Зеленская, В.С. Сотченко, В.Н. Багринцева, В.К. Дридигер, Г.П. Полоус, В.Г. Гребенников, М.П. Жукова, А.И. Войсковой, Н.З. Злыднев, Р.М. Злыднева, О.Г. Ангилеев, А.Ю. Раков, А.А. Сентябрьев, М.А. Сирота; ред.: А.А. Жученко, В.И. Трухачев; Ставропольский гос. аграрный ун-т. — Ставрополь : АГРУС, 2011. — 844 с. : ил. — Библиогр.: с. 827-842. — ISBN 978-5-9596-0769-2. — URL: <https://lib.rucont.ru/efd/314413> (дата обращения: 02.11.2022)

5. Шоль, В. В. Анализ объемов производства основных видов продукции растениеводства / В. В. Шоль // Электронный научный журнал. – 2016. – № 10-3(13). – С. 231-234. – EDN XAΠOV.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБОГАЩЕННЫХ НОВЫХ ВИДОВ УДОБРЕНИЙ НА РАЗНЫХ ТИПАХ ПОЧВ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

Сорокина Ольга Анатольевна, д-р биол. наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
geos0412@mail.ru

Безруких Анна Михайловна, аспирант  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
bezrukix.anna@bk.ru

*Изучено влияние новых видов удобрений, обогащенных серой и другими элементами, в сравнении с традиционными минеральными удобрениями под горох сорта Радомир в модельных опытах на черноземе выщелоченном и серой лесной почве Красноярской лесостепи. Дана оценка условий питания и продуктивности фитомассы культуры.*

*Ключевые слова: горох, подвижная сера, обогащенные удобрения, реакция почвы, минеральный азот, продуктивность биомассы.*

## **EFFICIENCY OF ENRICHED NEW TYPES OF FERTILIZERS ON DIFFERENT SOIL TYPES OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE**

Sorokina Olga Anatolyevna, Doctor of Biological Sciences, Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
geos0412@mail.ru

Bezrukikh Anna Mikhailovna  
postgraduate student of the Department of Soil Science and Agrochemistry  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
bezrukix.anna@bk.ru

*The influence of new types of fertilizers enriched with sulfur and other elements was studied in comparison with traditional mineral fertilizers for Radomir variety peas in model experiments on leached chernozem and gray forest soil of the Krasnoyarsk forest-steppe. An assessment of the nutritional conditions and productivity of the crop phytomass is given.*

*Key words: peas, mobile sulfur, enriched fertilizers, soil reaction, mineral nitrogen, biomass productivity.*

В современных ресурсосберегающих агротехнологиях важнейшее значение придается замене односторонних туков на новые виды обогащенных удобрений, имеющих первостепенное значение для оптимизации и регулирования многоэлементного сбалансированного питания сельскохозяйственных растений. Эти удобрения могут быть обогащены как макро, так и микроэлементами, биологически активными веществами и т.д. [4,5]. Применение таких удобрений позволяет существенно сократить

количество применяемых агротехнологических операций, что ведет к экономии энергоресурсов [3].

На рынке удобрений в последнее время появились обогащенные серой одинарные и комплексные удобрения, которые для нашей почвенно-климатической зоны имеют важнейшее значение. Это связано с низкой обеспеченностью почв Сибирского региона подвижной серой, которая относится к одному из основных макроэлементов, имеющих многоцелевое физиолого-биохимическое значение в питании растений [1, 2, 8].

Цель исследований - оценить влияние новых видов обогащенных удобрений в сравнении с традиционными на условия питания и продуктивность гороха сорта Радомир в модельных опытах, проведенных на черноземе выщелоченном и серой лесной почве Красноярской лесостепи.

Горох является культурой белкового типа питания, требовательной к оптимизации питания азотом и серой, необходимым для синтеза белка [6, 7].

Модельные опыты закладывали в полиэтиленовых сосудах в четырехкратной повторности со следующей схемой:

- 1) контроль, без удобрений;
- 2) аммонийная селитра стандартная;
- 3) аммонийная селитра кальцинированная, обогащенная фосфором;
- 4) калийная селитра;
- 5) сульфат аммония, обогащенный азотом и серой;
- 6) сульфат аммония с гуматом калия;
- 7) нитроаммофоска с серой.

Продуктивность биомассы гороха учитывали в фазу ветвления. Для оценки условий питания в течение вегетации определили балл обеспеченности азотом методом тканевой диагностики. Содержание общего азота как основного показателя качества, от которого зависит количество протеина и белка в продукции определили методом мокрого озоления в сухой биомассе. Результаты учета статистически обработали. После снятия опытов в почве всех вариантов определили основные агрохимические показатели.

Обязательное требование при производстве и внедрении новых видов удобрений - их экологическая безопасность. Её можно установить, оценив влияние удобрений на агрохимические свойства почв, в первую очередь на реакцию почвы (по величине рН). Этот агроэкологический показатель является "индикаторным", так как реакция почвы очень быстро изменяется под воздействием антропогенных факторов, особенно при внесении удобрений.

Максимальное снижение величины рН и повышение кислотности чернозема выщелоченного отмечено при внесении физиологически кислого сульфата аммония с гуматом калия (табл. 1). Однако почти на всех вариантах опыта величина как актуальной, так и обменной кислотности находится в нейтральном или близком к нейтральному интервалу рН и практически не изменяется при внесении удобрений. Это доказывает экологическую безопасность изучаемых удобрений для почвы и создания оптимальных условий питания растений на черноземе выщелоченном Красноярской лесостепи.

Наиболее индикаторными формами минерального азота при оценке режима питания почвенным азотом являются нитратный и аммонийный азот, оптимальная обеспеченность которыми в процессе выращивания полностью определяет величину и качество урожая сельскохозяйственных культур.

На всех удобренных вариантах опыта установлена достаточно высокая обеспеченность почвы как нитратным ( $N-NO_3$ ), так и аммонийным ( $N-NH_4$ ) азотом, что связано с генетической особенностью черноземов. Под влиянием вносимых удобрений содержание обоих минеральных форм азота в почве оптимальное. Несмотря на то, что содержание аммонийного азота в большинстве вариантов опыта указывает на низкую обеспеченность этим элементом питания, по сумме обоих минеральных форм азота обеспеченность почвы высокая или очень высокая (табл.1).

Таблица 1 - Агрохимические свойства чернозема выщелоченного при внесении новых видов обогащенных удобрений под горох

Вариант	рН		Нитратный азот		Аммонийный азот		Сумма минерального азота	
	водное	солевое	мг/кг почвы	обеспеченность	мг/кг почвы	обеспеченность	мг/кг почвы	обеспеченность
Контроль, без удобрений	6,3	5,9	11,4	средняя	6,0	низкая	17,4	высокая
Аммонийная селитра стандартная	6,2	5,8	16,9	высокая	7,8	низкая	24,7	очень высокая
Аммонийная селитра кальцинированная	6,2	5,9	15,1	повышенная	6,8	низкая	21,9	очень высокая
Калийная селитра	6,25	5,8	13,8	повышенная	9,2	средняя	23,0	очень высокая
Сульфат аммония, обогащенный азотом и серой	6,3	5,9	13,8	повышенная	7,8	низкая	21,6	очень высокая
Сульфат аммония с гуматом калия	6,1	5,8	15,1	повышенная	9,2	средняя	24,3	очень высокая
Нитроаммофоска с серой	6,2	5,8	17,8	высокая	5,5	низкая	23,3	очень высокая

Серая лесная почва опытов характеризуется более кислой реакцией (табл. 2). При внесении удобрений, практически на всех удобренных вариантах, отмечается оптимизация реакции почвы. Не установлено подкисление как почвенного раствора по величине рН водное, так и почвенно-поглощающего комплекса по величине рН солевое. Обеспеченность нитратной и аммонийной формами азота низкая, что связано со слабой минерализационной способностью азотсодержащих органических соединений в почвах этого типа. Однако суммарное содержание обоих минеральных форм азота, участвующих в

питании растений, также оптимизируется, особенно при внесении новых видов обогащенных удобрений.

По сравнению со стандартными туками внесение удобрений, обогащенных питательными элементами, способствовало улучшению условий питания, о чем свидетельствуют повышение балла обеспеченности клеточного сока и содержания азота в сухом веществе растений гороха по результатам растительной диагностики. Установлена более высокая эффективность для гороха новых азотных удобрений, обогащенных элементами питания, особенно серой. Основное преимущество применения этих удобрений, по сравнению со стандартными, заключается в обеспечении многоэлементного сбалансированного питания.

Таблица 2 - Агрохимические свойства серой лесной почвы при внесении новых видов обогащенных удобрений под горох

Вариант	рН		Нитратный азот		Аммонийный азот		Сумма минерального азота	
	водное	солевое	мг/кг почвы	обеспеченность	мг/кг почвы	обеспеченность	мг/кг почвы	обеспеченность
Контроль, без удобрений	4,9	4,6	2,3	очень низкая	6,2	низкая	8,5	средняя
Аммонийная селитра стандартная	4,9	4,5	1,9	очень низкая	6,9	низкая	8,8	средняя
Аммонийная селитра кальцинированная	5,0	4,55	5,7	низкая	7,3	низкая	13,0	повышенная
Калийная селитра	5,2	4,6	7,4	низкая	7,7	низкая	15,1	повышенная
Сульфат аммония, обогащенный азотом и серой	5,0	4,6	5,5	низкая	7,7	низкая	13,2	повышенная
Сульфат аммония с гуматом калия	5,0	4,6	4,3	низкая	6,0	низкая	10,3	средняя
Нитроаммофоска с серой	5,1	4,6	1,3	очень низкая	8,0	низкая	9,3	средняя

Значения продуктивности биомассы растений в вариантах с сульфатом аммония, обогащенного гуматом калия, и удобрениями, обогащенными азотом и серой, составили прибавку по отношению к контролю до 47% табл. 3).

Таблица 3 – Влияние обогащенных азотных удобрений на условия питания и продуктивность биомассы гороха

Вариант	Чернозем выщелоченный				Серая лесная			
	г/сосуд		балл азота	общий азот, %	г/сосуд		балл азота	общий азот, %
	био масса	прибавка			био масса	прибавка		
Контроль, без удобрений	5,75	-	3,0	4,2	5,06	-	5,0	4,51

Аммонийная селитра стандартная	5,80	0,05	4,7	4,7	5,14	0,08	5,9	4,93
Аммонийная селитра кальцинированная.	5,90	0,15	5,2	5,0	5,17	0,11	4,9	4,51
Калийная селитра	5,85	0,10	3,5	4,5	5,46	0,40	5,2	4,57
Сульфат аммония, обогащенный азотом и серой	6,10	0,35	4,5	4,9	5,41	0,35	5,1	4,44
Сульфат аммония с гуматом калия	6,10	0,35	5,0	5,0	5,48	0,42	5,0	4,57
Нитроаммофоска с серой	5,85	0,10	5,3	5,4	5,05	- 0,01	5,6	4,48
НСР <sub>05</sub>	0,18			0,23				

Таким образом, продуктивность биомассы гороха на обоих типах почв увеличивалась при внесении новых видов обогащенных азотных удобрений. Горох сорта Радомир очень хорошо отозвался на внесение серосодержащих удобрений, особенно сульфата аммония, обогащенного азотом и серой и сульфата аммония с гуматом калия. На этих вариантах с удобрениями, содержащими серу, была получена статистически достоверная прибавка продуктивности биомассы культуры.

Нужно принять во внимание, что учет продуктивности растений был проведен в раннюю фазу развития вегетативных органов растений, которые не достигли еще максимальной способности поглощать питательные вещества почвы и удобрений. Поэтому можно прогнозировать дальнейшую активизацию усвоения питательных веществ, внесенных с обогащенными азотными удобрениями, в более поздние фазы развития растений гороха и увеличение продуктивности и качества продукции.

#### Литература:

1. Аристархов, А.Н. Сера в агроэкосистемах России: мониторинг содержания в почвах и эффективность ее применения / А.Н. Аристархов // Международный сельскохозяйственный журнал. 2016. №5. С. 39 – 47.
2. Маслова, И.Я. Диагностика и регуляция питания яровой пшеницы серой / И.Я. Маслова // Новосибирск: В.О. «Наука». Сибирская издательская фирма, 1993. - 124 с.
3. Павлова, Г.А. Рынок минеральных удобрений: проблемы, перспективы // АПК: экономика, управление. – 2008. – № 11. – С. 41–44.
4. Панасин, В. И. Комплексный подход к проблеме микроэлементов в земледелии / В. И. Панасин // Плодородие, 2006.-С.№ 5. - С. 37 - 39.
5. Пути сохранения и повышения плодородия почв Красноярского края. Рекомендации. / Красноярск, 2020. - 49 с.
6. Сорокина, О.А. Оценка акваринов и традиционных комплексных удобрений при внутрипочвенном внесении под горох / О.А. Сорокина, А.А. Труфанова // Агрехимический вестник, 2013, №3. – С. 34-37.

7. Труфанова, А.А. Продуктивность, химический состав гороха и свойства почвы при внесении комплексных удобрений (Акваринов) / А.А. Труфанова // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / VII Международная научно-практическая конференция. – Барнаул: РИО АГАУ, 2012. Кн.2. 220-223 с.

8. Ягодин, Б.А. Сера, магний и микроэлементы в питании растений / Б.А. Ягодин // Агрохимия. 1985. № 11. С. 117-127.

УДК 634.0.114

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗВРАТА ЗАЛЕЖЕЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ**

Сорокина Ольга Анатольевна, д-р биол. наук, профессор  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
geos0412@mail.ru

Попков Алексей Павлович, аспирант  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
popkov\_aleksey94@list.ru

*В статье излагаются причины вывода пахотных земель из сельскохозяйственного использования. Приводятся краткие научные результаты по трансформации плодородия почв залежей и оценке экономической эффективности возврата залежей в сельскохозяйственный оборот. Показан достаточно высокий уровень рентабельности при введении в пашню чистых залежей.*

*Ключевые слова, залежь, пашня, зарастание лесом, плодородие, затраты, рентабельность возврата*

## **EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE RETURN OF DEPOSITS TO AGRICULTURAL TURNOVER**

Sorokina Olga Anatolyevna, Doctor of Biological Sciences, Professor  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
geos0412@mail.ru

Popkov Aleksey Pavlovich, PhD student, Department of Soil Science and  
Agrochemistry  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
popkov\_aleksey94@list.ru

*The article outlines the reasons for the withdrawal of arable land from agricultural use. When using brief scientific results of the transformation of the soil fertility of fallows and the assessment of the economic efficiency of the return of fallows in agricultural circulation. A sufficiently high level of stability is shown when clean fallows are introduced into arable land.*

*Keywords: fallow, arable land, overgrowing with forest, fertility, costs, profitability, return.*

Почвенно-земельные ресурсы среди всех природных ресурсов нашей планеты являются материальной основой жизни и благосостояния человечества, занимая особое место. Угроза продовольственной безопасности населения планеты всегда была одной из основных глобальных проблем человечества. Поэтому сохранение, рациональное использование и воспроизводство плодородия почвы как основного её свойства является первостепенной задачей.

В последние десятилетия в России происходит постоянное уменьшение площадей сельскохозяйственных угодий, и в том числе пашни. Подобная тенденция сохраняется в настоящее время, но уже с меньшими темпами [6].

Проблема залежей многогранна, она касается политических, экономических и юридических аспектов использования земель [5]. Существуют группы объективно-субъективных причин вывода земель из сельскохозяйственного использования.

Экономические причины сокращения пахотных и посевных площадей в стране включают в себя много аспектов: диспаритет цен на топливо и сельскохозяйственную продукцию; недостаток сельскохозяйственной техники, ее старение и износ; недостаток средств для внесения удобрений; закупка большого количества продовольствия за рубежом [4,8].

Социально - экономические причины потери пахотных и посевных площадей в стране состоят в следующем: низкая зарплата работников АПК по сравнению промышленностью; удаленность полей от мест проживания населения; исчезновение мелких деревень и хуторов, концентрация населения в более крупных сельских населенных пунктах; использование бывшей пашни под населенные пункты, постройки. Усложнение социальной обстановки при снижении площади пашни связано с прекращением существования более 3 тысяч сельскохозяйственных предприятий, что привело к лишению рабочих мест, при котором начался отток трудоспособного населения из села в городские мегаполисы [3].

Экологические причины вывода земель из сельскохозяйственного оборота выступают дифференцирующим фактором на фоне экономического убывания производства. В первую очередь забросили земли, требующие больше материальных затрат в связи с малым естественным плодородием или деградацией [1].

Перевод в залежи пахотных земель и луговых угодий привел как в Российской Федерации, так и в Сибирском регионе к зарастанию лесом залежей южно - таежной и лесостепной зон [9]. Кроме того в настоящее время большие массивы заброшенных сельскохозяйственных угодий в засушливой степной зоне республик Хакасия и Тыва зарастают древесно - кустарничковыми породами, распространяемыми с предгорных территорий, а также лесных полос и редколесий [2]. Доля неиспользуемой пашни в Красноярском крае составляет почти 40 %. Эти земли выведены в залежь и в настоящее время представляют собою массивы, зарастающие многолетней травянистой растительностью, кустарником или деревьями.

Для аграрного сектора России перспективной приоритетной задачей предусмотрено повторное освоение в пашню земель, выведенных из оборота за последние 25 лет. В настоящее время опубликован закон о создании

государственного реестра сельскохозяйственных земель, появление которого поможет активизировать меры по вовлечению земельных ресурсов залежей в оборот. Для реализации его требуется комплексная оценка состояния этих земель. Поэтому изучение влияния освоения залежей на плодородие почвы актуально не только для сельского хозяйства, но также для экологии, экономики и дальнейшего рационального использования этих земель.

Исследования по изучению трансформации показателей плодородия темно-серых лесных почв при зарастании лесом проводили на трех сравниваемых объектах Казачинского района, расположенных в непосредственной близости друг от друга: чистая залежь, зарастающая сосновым лесом в возрасте 20 лет залежь, а также пашня с посевом яровой пшеницы Алтайская 70.

Проведен расчет экономической эффективности возврата залежи в сельскохозяйственный оборот в условиях этого района.

Установлена оптимизация показателей эффективного и потенциального плодородия почвы залежей по сравнению с пашней. Увеличивается содержание гумуса, аммонийного азота, подвижного фосфора и обменного калия. Пространственное варьирование физико-химических показателей серых почв Казачинского района очень низкое, особенно реакции почвы и степени насыщенности основаниями. Коэффициенты пространственного варьирования содержания гумуса существенно выше за счет неравномерного куртинистого распределения растительных остатков на поверхности почвы и в ее верхнем слое. В почве залежи под молодым сосновым лесом содержание влаги выше из-за меньшего испарения с затененной поверхности и сформировавшейся лесной подстилки. При зарастании залежи сосновым лесом наблюдается уплотнение почвы за счет развития корневой системы деревьев. Структурное состояние почв на пашне и в сосняке отличное. На залежи увеличивается доля глыбистой фракции, поэтому структурное состояние почвы несколько ухудшается [11]. По показателям почвенного плодородия массивы чистой и зарастающей сосновым лесом залежей могут быть введены в сельскохозяйственный оборот.

Следует обратить внимание что залежи, зарастающие лесом, требуют больших затрат при возврате в агроценозы, так как подлежат проведению культурно - технических мероприятий, в том числе раскорчевки, удалению древесной растительности, комлей и последующей глубокой обработки.

Для удаления древесно - кустарниковой растительности механическим способом используется тяжелая техника. Это рычажные и роторные корчеватели, кусторезы, мелиоративные бороны, кустарниково-болотные плуги, бульдозеры, фрезерные машины и др. Частично используются на хозяйственные нужды выкорчеванные деревья и кустарники или сжигаются, а также невысокий мелкий кустарник можно запахивать в почву, так как оно затем постепенно разлагается в почве. Химический способ является более эффективным для уничтожения древесно-кустарниковой растительности. Опрыскивание проводят чаще всего наземными опрыскивателями. При опрыскивании гербицидами системного действия гибнет не только надземная часть деревьев и кустарников, но и их корневая система. При этом корни утрачивают способность образовывать поросль. Для уничтожения древесно -

кустарниковой растительности доза гербицидов составляет до 3 кг д.в. на 1 га. при норме расхода воды для разбавления гербицидов – 200 л на 1 га. Деревья и кустарники, погибшие и засохшие после химической обработки удаляются на специально выделенные площадки и сжигаются.

В комплексе коренных методов улучшения залежей при глубоких стадиях сукцессии важным приемом является их очистка от мусора, хвороста и камней, а также уничтожение древесно-кустарниковой растительности и кочек. Необходимо проведение мероприятий по планировке поверхности почвы различными орудиями: фрезами, бульдозерами, скреперами и др., что является весьма затратным [7].

Таблица 1 - Рентабельность возврата в сельскохозяйственное использование залежей в Казачинском районе

Экономические показатели	Пашня	Объекты для освоения	
		чистая залежь	залежь под сосновым лесом
	культуры, сорта		
	пшеница Алтайская 70	овес Николка, Саян	овес Николка, Саян
Урожайность, ц/га	30	27	25
Цена реализации за 1 ц, руб.	1600	1200	1000
Выручено от реализации, руб.	48000	32400	25000
Затраты на 1 га, руб.	28993,6	34184,7	47733,2
Себестоимость 1 ц., руб.	500	450	900
Прибыль на 1ц., руб.	1000	750	400
Уровень рентабельности, %	200	166,7	44,4

Из таблицы 1 отчетливо видно, что рентабельность окультуренного поля с посевом яровой пшеницы Алтайская 70 составляет 200 %, свидетельствуя об экономической выгоде. Рентабельность возврата чистой залежи в сельскохозяйственный оборот несколько ниже и равна 166,7 %. При раскорчевке массива залежи, где вырос загущенный сосновый лес наблюдается более низкая рентабельность, составляющая 44,4 %. Это объясняется высокой себестоимостью культуртехнических работ. Для того чтобы перекрыть затраты можно воспользоваться субсидиями на проведение культуртехнических мероприятий, которые введены законом Красноярского края от 04.02.2016 N 10 – 4336.

Таким образом, установлен максимальный уровень рентабельности окультуренного поля с посевом яровой пшеницы Алтайская 70. Возврат чистой залежи в сельскохозяйственный оборот экономически менее выгоден. Раскорчевка и повторное освоение залежи, заросшей сосновым молодняком, показывает самую низкую рентабельность, за счет высоких затрат на культуртехнические работы. Такие массивы целесообразно оставлять как компонент агроландшафта, имеющий важное экологическое значение. Расширение площади пашни целесообразно проводить, в первую очередь,

путем распашки залежных черноземов и темно - серых лесных почв; во вторую – путем распашки залежных серых лесных и дерново-подзолистых почв.

#### Литература:

1. Антипова, Е.М. Эколого-географическая структура флоры северных лесостепей Средней Сибири / Е.М. Антипова // Хвойные бореальные зоны. – 2007. – №4-5. – С. 438 - 445.
2. Ганиятуллин, К.Г. Пространственная неоднородность вторичной аккумуляции гумуса в старопашотных горизонтах залежных светло - серых лесных почв / К.Г. Ганиятуллин, А.А. Шинкарев, А.Г. Фазылова, К.И. Кузьмина, А.А. Шинкарев (мл). // Учен. запод. Казан. Ун-та. Сер. Естеств. Науки. – 2012. – Т. 154, кн. 4. – С. 61 - 70.
3. Еремченко, О.З. Динамика процессов восстановления залежных солонцовых экосистем Южного Зауралья / О.З. Еремченко, Н.В. Орлова, Р.В. Кайгородов // Экология. – 2004. - № 2 - С. 99 - 106.
4. Захаренко, В. А. Тенденции роста бросовых земель, изменения и управления фитосанитарным состоянием агроэкосистем / В.А. Захаренко // Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: материалы Всероссийской научной конференции / М.: Почв. Ин - т. Им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2008. – С. 97 - 111.
5. Кирюшин, В. И. Технологическая модернизация земледелия России: предпосылки и условия / В.И. Кирюшин // Земледелие. 2015. № 6. - С. 6 - 10.
6. Козлов, А.В. Современное состояние отечественных залежных земель и перспективы их восстановления / А.В. Козлов, Д.А. Новиков, А.М. Машакин // Международный студенческий научный вестник. – 2015.
7. Косяненко, Л.П. Луговое кормопроизводство Сибири /Л.П. Косяненко. – Красноярск: Изд - во КрасГАУ, 2005. – 244 с.
8. Люри, Д.И. Закономерности вывода из оборота сельскохозяйственных земель России и мире и процессы постагрогенного развития залежей /Д.И. Люри, С.В. Горячкин, Т.Г. Нефедова, Е.А. Денисенко // Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: материалы Всероссийской научной конференции. М.: Почв. ин -т. им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2008 – С. 45 - 71.
9. Сорокина, О.А. Постагрогенная трансформация серых почв залежей / О.А. Сорокина, В.В. Токачук, А.Н. Рыбакова. Научная монография // Краснояр. гос. аграр. ун-т / Красноярск / изд-во ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ - 2016. --239 с.
11. Сорокина, О. А. Состояние растительности и показатели плодородия серых почв залежей, зарастающих лесом / О.А. Сорокина, А.П. Попков // Материалы Международной научной экологической конференции, посвященной Году науки и технологий. - Краснодар, Куб ГАУ, выпуск 29. – 2021. - С. 659-663.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРОСЛЕЙ  
В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Сторожева Ольга Владимировна, студент  
Воронежский государственный лесотехнический университет  
им. Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия  
storogeva2001@gmail.com

Шурупова Анастасия Владимировна, студент  
Воронежский государственный лесотехнический университет  
им. Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия  
shurupova.a3@gmail.com

Дорохин Сергей Владимирович, д-р техн. наук, доцент  
Воронежский государственный лесотехнический  
им. Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия  
dsvvrn@yandex.ru

Чепрасова Анна Александровна, ассистент  
Воронежский государственный медицинский университет  
им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия  
aacheprasova@vrngmu.ru

Парфенова Наталья Владимировна, канд. биол. наук, доцент  
Воронежский государственный медицинский университет  
им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия  
assistent78.9@mail.ru

*Для повышения плодородия земельных угодий и урожайности сельскохозяйственных культур в качестве удобрения рассматриваются бурые водоросли и азотфиксирующие цианобактерии (сине-зелёные водоросли).*

*Ключевые слова: плодородие, урожайность, удобрение, бурые водоросли, цианобактерии.*

**PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF ALGAE IN PLANT  
PRODUCTION**

Storozheva Olga Vladimirovna, student  
Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

Shurupova Anastasia Vladimirovna, student  
Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

Dorokhin Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor  
Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

Cheprasova Anna Alexandrovna, assistant  
Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

*To increase the fertility of land and crop yields, brown algae and nitrogen-fixing cyanobacteria (blue-green algae) are considered as fertilizers.*

*Keywords: fertility, productivity, fertilizer, brown algae, cyanobacteria.*

В настоящее время большой интерес в растениеводстве представляют органические удобрения, которые могут быть как растительного, так и животного происхождения [5]. Эти вещества необходимы для земледелия, так как улучшают плодородие почвы, благотворно влияют на рост и урожайность растений. Удобрения из водорослей или удобрения, изготовленные на их основе, улучшают структуру почвы, удерживают питательные вещества, делают их более доступными для растений. и способствуют росту растений. Удобрения из водорослей активизируют иммунитет растений, сокращают сроки созревания, улучшают качество продукции. Водоросли можно вносить в почву в натуральном виде, в виде перегноя, золы и вытяжек. Положительное влияние водорослевых удобрений на рост и развитие наземных растений обусловлено уникальным химическим составом водорослей. Они содержат макро- и микроэлементы, необходимые для развития растений [7].

Во многих странах для повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур успешно применяются синезеленые водоросли [2.]

Цианобактерии представляют собой полиморфную группу сложно организованных и морфологически дифференцированных прокариотических организмов, способные к кислородному фотосинтезу.

Видовой состав синезеленых водорослей, обитающих в почвах, довольно разнообразен: представители родов *Nostoc*, *Anabaena* и *Cylindrospermum*. Виды родов *Nostoc* и *Anabaena* способны массово развиваться на поверхности почвы, вызывая «цветение» [1].

Для почвенных цианобактерий характерны следующие физиологические и экологические особенности:

- 1) способность протопласта выдерживать длительное высушивание и многократно переходить из состояния покоя к активной вегетации и наоборот;
- 2) устойчивость к высоким температурам, которые создаются на открытой поверхности, и к сильной инсоляции, в том числе ультрафиолетовой;
- 3) лабильность углеродного питания;
- 4) способность к усвоению атмосферного азота.

Почвенные микроводоросли продуцируют большое количество стероидов, индольных, фенольных и гиббереллиноподобных веществ, соединений с цитокининовой активностью и фунгицидным действием. После гибели цианобактерий в почву попадают органические вещества, макро- и микроэлементы. Сине-зеленые водоросли можно вносить как до посева семян, так и на разных стадиях вегетации растений [9]. Для нормального развития цианобактерий в почве необходимы: нейтральная рН почвы, достаточное количество азота в почве. Некоторые представители серозеленых водорослей способствовали повышению содержания легкодоступных гумусовых веществ [4]. Многие виды цианобактерий доказали высокую эффективность в качестве стимулятора роста и развития растений, увеличивают всхожесть и энергию прорастания семян [6].

Под влиянием антропогенной нагрузки и глобального изменения климата во всем мире регистрируют большое количество морских и пресноводных

водорослей. Существует необходимость их сбора и утилизации. Многие фермеры собирают, высушивают и используют данные виды водорослей в качестве биоудобрений.

Например, бурые водоросли (отдел Phaeophyta) содержат многие фитогормоны, такие как ауксины, цитокинины, этилен, гиббереллины, абсцизовая кислота и др., а в жидком экстракте из бурой водоросли рода *Ecklonia* обнаружены brassinостероиды - фитогормоны, оказывающие влияние на иммунную систему растений. Бурые водоросли многократно превосходят наземные растения по содержанию витаминов и микроэлементов. В большинстве своем водоросли обитают в умеренных и приполярных широтах, некоторые виды встречаются в теплых водах. Очень редко эти низшие растения произрастают в пресной воде. Представителей данного отдела относят к группе бентосных, или донных организмов.

Известно, что триметильное производное глицина бетаин и аминокислота пролин накапливаясь в них во время воздействия различных стрессовых факторов. Химический состав водорослей родов *Ascophyllum*, *Fucus* и *Laminaria* содержит бетаины, защищающие растительные клетки от осмотического шока. Некоторые представители бурых водорослей оказывают негативное воздействие на паразитических нематод в корнях растений [3].

Некоторые виды красных водорослей (отдел Rhodophyta) богаты каррагинанами, обладающими стимулирующим эффектом на рост корней и побегов растений, проявляющими противогрибковое, противовирусное и антибактериальное действие.

В России применение водорослей в качестве биоудобрений является перспективным направлением в растениеводстве [8]. Наличие больших запасов водорослей является хорошей основой для разработки инновационных удобрений и биостимуляторов.

#### Литература:

1. Биология цианобактерий конспект лекций: учебно-методическое пособие / Е. А. Бессолицына – Киров: ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2012. – 51 с.
2. Доброжан С. Н., Шалару В.В., Шалару В.М., Стратулат И. И., Семенюк Е.Н. Использование некоторых видов синезеленых азотфиксирующих водорослей в качестве биологического удобрения // Альгология. 2014. Т. 24. №3. С. 426–429.
3. Ключкова Т.А., Климова А.В., Ключкова Н.Г. Перспективы использования камчатских ламинариевых водорослей в региональном растениеводстве // ВЕСТНИК КамчатГТУ № 48, июнь 2019 г. С. 91-103.
4. Панкратова Е.М, Зяблых Р.Ю., Калинин А. А., Ковина А.Л. и др. Конструирование микробных культур на основе синезеленой водоросли *Nostoc paludosum* // Альгология. 2014. Т. 14. №4. С. 445–458.
5. Сторожева О.В., Дорохин С.В., Чепрасова А.А. Дикорастущие сидеральные виды Воронежской области // В сборнике: Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. Материалы II Международной научной конференции. Красноярск, 2022. С. 248-250.

6. Шалыго Н.В., Мельников С.С. Хозяйственно полезные виды водорослей // Наука инновации. 2009. №3 (73). С. 34–38.

7. Arioli T., Mattner S.W., Winberg P.C. Applications of seaweed extracts in Australian agriculture: past, present and future // Journal of Applied Phycology. – 2015. – Vol. 27. – P. 2007–2015.

8. Comparative study of the chemical composition of ethanol extracts from the brown algae and their effect on growth of seedlings and yield of soybean *Glycine max* (L.) Merr. / T.I. Imbs, E.L. Chaykina, L.A. Dega, A.P. Vaschenko, M.M. Anisimov // *Himiya rastitel'nogo syr'ya*. – 2010. – № 1. – P. 143–148.

9. Paudel Y.P., Pradhan S., Pant B., Prasad B. N. Role of blue green algae in rice productivity // *Agriculture and Biology Journal of North America*. 2012. V.3. N8. P. 332–335.

УДК 633.367.2 / 581.132.1

## **ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА b В ЗЕЛЕННЫХ ЛИСТЬЯХ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО**

Ступницкий Дмитрий Николаевич, канд. с.-х. наук, доцент  
stupdn@mail.ru

Белоконь Анастасия Ивановна, студент бакалавриата  
anastasiabelokon8@gmail.com

Микешина Виктория Дмитриевна, студент бакалавриата  
mikeshinavika05@gmail.com

Сёмин Алексей Сергеевич, магистрант  
aieksey20003224@mail.ru

Павлов Иван Юрьевич, студент бакалавриата  
biology1112@mail.ru

Колеснев Роман Иванович, студент бакалавриата  
roman.kolesnev@mail.ru

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

*В статье кратко изложено влияние хлорофилла b на продолжительность фазы цветения. Проанализированы данные по содержанию хлорофилла b при использовании различных биопрепаратов на посевах люпина узколистного.*

*Ключевые слова: люпин узколистный, хлорофилл b, биологические препараты, Красноярская лесостепь.*

## **INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE CONTENT OF CHLOROPHYLL b IN THE GREEN LEAVES OF ANGUINUS LUPIN**

Stupnitsky Dmitry Nikolaevich, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of plant breeding and seed production

Belokon Anastasia Ivanovna, undergraduate student

Mikeshina Victoria Dmitrievna, undergraduate student

Semin Alexey Sergeevich, master's student  
Pavlov Ivan Yurievich, undergraduate student  
Kolesnev Roman Ivanovich, undergraduate student  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article briefly outlines the effect of chlorophyll b on the duration of the flowering phase. The data on the content of chlorophyll b were analyzed using various biological preparations on the sowing of narrow-leaved lupine.*

*Key words: narrow-leaved lupine, chlorophyll b, biological preparations, Krasnoyarsk forest-steppe.*

В последнее время в сельскохозяйственном производстве на фоне увеличения доли минеральных удобрений и уменьшения – органических, все более актуальным становится применение биологических препаратов [4]. В связи с необходимостью расширения ассортимента кормовых культур у сельскохозяйственных товаропроизводителей Красноярского края возник интерес к люпину. Лучшей экологической пластичностью обладает люпин узколистный, который по праву называют «северной соей». Данная культура положительно зарекомендовала себя при возделывании, как в одновидовых, так и в бинарных посевах [5].

На продуктивность фотосинтеза растений и, в конечном итоге на урожай влияют два главных показателя – суммарная площадь листьев и интенсивность фотосинтетических процессов на единицу листовой поверхности [3]. Поэтому актуальным является изучение влияния биологических препаратов на содержание хлорофилла b в зеленых листьях люпина узколистного.

Цель работы – провести оценку содержания хлорофилла b в зеленых листьях люпина узколистного

Объекты исследования – биологические препараты Бактофит СК, Азофит N, Планталюкс Р (Азофит F), Гибберсиб; люпин узколистный - сорт Витязь.

Исследование по изучению влияния биопрепаратов на содержание хлорофилла b в зеленых листьях люпина узколистного проведено в 2021 году на базе УНПК «Борский» Красноярского ГАУ, расположенном в Красноярской лесостепи.

Варианты опыта:

1. Контроль (без обработки)
2. Обработка семян: Бактофит – 2,0 л/т+АзофитN – 1,0 л/т+АзофитF – 1,0 л/т+ Гибберсиб – 0,01 кг/т+ Адьювант Н-408 – 0,05 л/т
3. Обработка семян: Бактофит – 2,0 л/т+АзофитN – 1,0 л/т+АзофитF – 1,0 л/т+ Гибберсиб – 0,01 кг/т+ Адьювант Н-408 – 0,05 л/т + обработка по вегетации в фазу 1-3 тройчатых листьев: Бактофит – 2,0 л/га+АзофитN – 1,0 л/га+АзофитF – 1,0 л/га+ Гибберсиб – 0,02 кг/га+ Адьювант Н-408 – 0,025 л/га
4. Обработка семян: Бактофит – 2,0 л/т+АзофитN – 1,0 л/т+АзофитF – 1,0 л/т+ Гибберсиб – 0,01 кг/т+ Адьювант Н-408 – 0,05 л/т + обработка по вегетации в фазу 1-3 тройчатых листьев: Бактофит – 2,0 л/га+АзофитN – 1,0 л/га+АзофитF – 1,0 л/га+ Гибберсиб – 0,02 кг/га+ Адьювант Н-408 – 0,025 л/га +

обработка по вегетации в фазу бутонизация-цветение: Бактофит – 2,0 л/га+ Гибберсиб – 0,02 кг/га+ Адьювант Н-408 – 0,025 л/га

Определение концентрации хлорофилла *b* проведено методом абсорбционной спектрофотометрии (спектрофотометр КФК - 3КМ, Россия, масса навески сухих листьев 1,0 г, растворитель - 80 %-ный ацетон). Основной расчета концентрации пигментов хлоропластов служила формула Вернера [2]. Математическая обработка результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа [1] с использованием компьютерной программы MS Excel.

Для определения содержания в растениях люпина хлорофилла *b*, растительные образцы отбирались в фазу начала цветения в трехкратной повторности с последующим определением содержания изучаемого пигмента по описанной выше методике.

Погодные условия 2021 года несколько отличались от среднемноголетних показателей. По данным метеостанции «Сухобузимское» сумма активных температур в 2021 г. составила 1818°C, сумма осадков за вегетацию - 216 мм. Весенняя дата перехода температуры через плюс 10°C в 2021 году зафиксирована во второй декаде мая, что соответствует среднемноголетнему показателю, однако показатели средней температуры и осадков по месяцам отличались от средних многолетних. Июнь месяц отметился как холодный (15,9 °C) и дождливый в третьей декаде (100 мм), июль - как засушливый (30,1 мм), что явилось причиной медленного роста и развития культурных растений.

Поглощение солнечной энергии с преобразованием последней в энергию химических реакций в процессе фотосинтеза возможно благодаря фотосинтетическому аппарату растений, важнейшими компонентами которого являются каротиноиды и хлорофиллы *a* и *b*. При этом хлорофиллы играют ключевую роль в процессе фотосинтеза.

Успешная закладка генеративных структур и вызревание плодов, семян и других хозяйственно ценных органов культурных растений во многом зависят от своевременного перехода к цветению и сроков инициации программы старения.

Хлорофилл *b* (Chlb) — облигатный компонент фотосинтетического аппарата высших растений и основной регулятор процессов биосинтеза и деградации светособирающих антенных комплексов. Отсутствие Chlb вызывает задержку цветения и преждевременный запуск программ онтогенетического и индуцированного старения [6].

Исследования, проведенные на образцах листьев люпина, позволили судить об изменении содержания в них хлорофилла *b* в зависимости от выбора агротехнологии. Содержание хлорофилла в зеленых листьях люпина по вариантам опыта составило 1,08– 1,36 мг на 1 гр веса свежих листьев, при этом, отмечена разница в интенсивности накопления хлорофилла. Так, в варианте с дополнительным применением на посевах люпина биологического фунгицида и стимулятора роста в фазу бутонизации-начало цветения наблюдается снижение концентрации хлорофилла *b* (1,08 мг/г) (рис. 1).

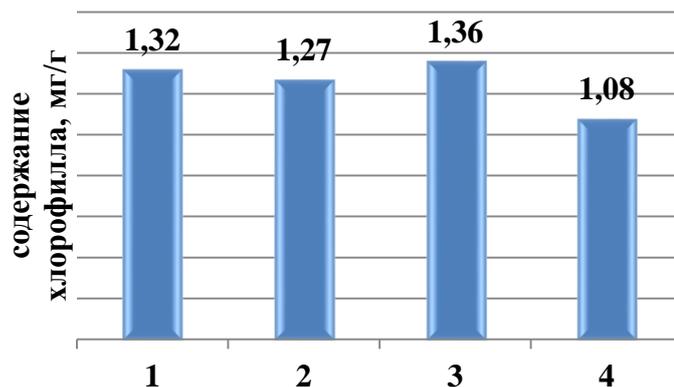


Рисунок 1 - Содержание хлорофилла *b* в растительных образцах люпина, мг/г

Варианты опыта: 1- без применения биопрепаратов (контроль); 2 - обработка семян: Бактофит +Азофит N +Азофит F + Гибберсиб + Адьювант Н-408; 3 - обработка семян: Бактофит +Азофит N +Азофит F + Гибберсиб + Адьювант Н-408 + одна обработка по вегетации в фазу 1-3 тройчатых листьев: Бактофит +Азофит N +Азофит F + Гибберсиб + Адьювант Н-408; 4 - обработка семян: Бактофит +Азофит N +Азофит F + Гибберсиб + Адьювант Н-408 + обработка по вегетации в фазу 1-3 тройчатых листьев: Бактофит + Азофит N +Азофит F + Гибберсиб + Адьювант Н-408 + обработка по вегетации в фазу бутонизация-цветение: Бактофит + Гибберсиб + Адьювант Н-408

Хлорофилл как непосредственный участник фотосинтеза - определяет зеленый цвет листьев растений. Азот входит в состав хлорофилла и оказывает большое влияние на интенсивность фотосинтеза. Поэтому наблюдается связь между обеспеченностью растений азотом и интенсивностью окраски листьев.

Таким образом, изучение влияния применения биологических препаратов на содержание хлорофилла в посевах люпина показало, что его наибольшее количество накапливается при обработке семян биопрепаратами с последующей однократной обработкой биофунгицидом, стимулятором роста и азотсодержащими биопрепаратами в фазу третьего настоящего листа и составило в среднем 1,36 мг/г.

#### Литература:

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
2. Коротченко И.С. Охрана окружающей среды: метод. указания к лаборат. Работам. – Красноярск: КрасГАУ, 2013. – 55 с.
3. Никитишен В.И., Терехова Л.М., Личко В.И. Формирование ассимиляционного аппарата и продуктивность фотосинтеза растений в различных условиях минерального питания // Агрехимия. - 2007. - № 8. - С. 35-43.
4. Ступницкий Д.Н., Бопп В.Л., Бободжонов А.А., Белоконь А.И., Колеснев Р.И. Влияние биологических препаратов на продуктивность люпина узколистного// Научно-практические аспекты развития АПК: сб.мат-лов нац. научн. конф. Красноярск, 2021. С. 113-116.
5. Ступницкий Д.Н., Бопп В.Л., Мистратова Н.А. Оценка продуктивности одновидовых и бинарных посевов с люпином для

органического земледелия // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14. № 4 (71). С. 86-92.

б. Тютерева Е.В. Хлорофилл b как источник сигналов, регулирующих развитие и продуктивность растений / Е.В. Тютерева, В.А.Дмитриева, О.В.Войцеховская // Сельскохозяйственная биология.- 2017. т. 52.№ 5. С. 843-855.

УДК 633.15

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧАТКОВ У ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА ОКТАВА, МД ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

Ступницкий Дмитрий Николаевич, канд. с.-х. наук, доцент  
stupdn@mail.ru

Белоконь Анастасия Ивановна, студент бакалавриата  
anastasiabelokon8@gmail.com

Микешина Виктория Дмитриевна, студент бакалавриата  
mikeshinavika05@gmail.com

Сёмин Алексей Сергеевич, магистрант  
aieksey20003224@mail.ru

Павлов Иван Юрьевич, студент бакалавриата  
biology1112@mail.ru

Колеснев Роман Иванович, студент бакалавриата  
roman.kolesnev@mail.ru

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

*В статье кратко изложено значение початков кукурузы в повышении питательности кормов при возделывании на силос и проанализированы данные по урожайности зеленой массы и початков, полученные в условиях Красноярской лесостепи.*

*Ключевые слова: кукуруза, гибрид, урожайность початков, гербициды, Красноярская лесостепь, Красноярский край.*

**FORMATION OF CORN COBS IN THE BACKGROUND OF THE APPLICATION OF THE HERBICIDE OCTAVA, MD WHEN VEGANIZING IN THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE**

Stupnitsky Dmitry Nikolaevich, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of plant breeding and seed production

Belokon Anastasia Ivanovna, undergraduate student

Mikeshina Victoria Dmitrievna, undergraduate student

Semin Alexey Sergeevich, master's student

Pavlov Ivan Yurievich, undergraduate student

Kolesnev Roman Ivanovich, undergraduate student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article briefly outlines the importance of corn cobs in increasing the nutritional value of fodder when cultivated for silage and analyzes data on the yield of green mass and cobs obtained in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe.*

*Key words: corn, hybrid, yield of cobs, tillage, herbicides, Krasnoyarsk forest-steppe, Krasnoyarsk Territory.*

*Публикация данной статьи и участие в стажировке «Селекция и агротехнология кукурузы» осуществлено при поддержке Краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности».*

В последние десять лет кукуруза приобретает все большее значение в производстве кормов в Красноярском крае. Потенциал продуктивности современных гибридов в условиях региона превышает 80 т/га зеленой массы. Уровень урожайности напрямую зависит от погодных условий вегетационного периода, а также от интенсивности технологического процесса [1, 2]. Кукуруза является одной из важнейших сельскохозяйственных культур в мировом сельском хозяйстве, стабильно дает высокие урожаи, корма из кукурузы отличаются высокой энергетической и пищевой ценностью [3].

Цель исследований - определить влияние гербицида Октава на содержание початков в зеленой массе кукурузы при возделывании на силос в Красноярской лесостепи.

Объекты исследования - гибриды кукурузы Российская 2, РОСС 130 МВ, РОСС 140 СВ, КС 178 СВ, Краснодарский 194 МВ, РОСС 199 МВ, гербицид Октава, МД.

Изучаемые гибриды отличаются раннеспелостью, устойчивостью к болезням.

Исследования гибридов кукурузы проводились в 2021 году на территории УНПК «Борский» Красноярского ГАУ, который находится в лесостепной зоне Красноярского края.

Почвенный покров поля представлен комплексом черноземов выщелоченных и обыкновенных тяжелосуглинистого гранулометрического состава [6].

В опыте высевались гибриды кукурузы нормой посева 25 кг семян на 1 га. Посев произведен 24 мая, восьмирядной пневматической сеялкой точного посева СТВ-8 в агрегате с трактором МТЗ-82. Предшественник – пар. Опрыскивание проводили с помощью прицепного опрыскивателя ОП-2500 «Заря». Уборку производили самоходным кормоуборочным комбайном «Дон-680м» с кукурузной жаткой с 6 по 12 сентября 2021г. Статистическую обработку проводили с помощью компьютерной программы MS Excel.

Варианты опыта:

1. Контроль (без применения гербицида);
2. Гербицид Октава, МД.

Гербицид Октава – селективный послевсходовый гербицид системного действия для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми и двудольными сорняками на посевах кукурузы [9]. Опрыскивание гербицидом было проведено в фазу развития кукурузы 4-5 лист, доза препарата 1,0 л/га, расход рабочей жидкости – 200 л/га.

В 2021 году условия вегетации несколько отличались от среднеголетних показателей. По данным метеостанции «Сухобузимское» сумма активных температур в 2021 г. составила 1818°C, сумма осадков за вегетацию - 216 мм. Весенняя дата перехода температуры через плюс 10°C в 2021 году зафиксирована во второй декаде мая, что соответствует среднеголетнему показателю, однако режим тепло- и влагообеспеченности отличался от средних показателей. Июнь месяц отметился как холодный и дождливый в третьей декаде, июль - как засушливый, что явилось причиной медленного роста и развития культурных растений.

Выращивание кукурузы невозможно без эффективной борьбы с сорной растительностью [4, 7]. Степень засоренности агроценоза оценивалась как сильная, на 1 м<sup>2</sup> насчитывалось 134 сорных растения. Анализ засоренности опытного участка показал, что доминирующими засорителями являются овес пустой (83,3 шт/м<sup>2</sup>) и осот желтый (15,8 шт/м<sup>2</sup>), которые составили соответственно 62,1 % и 11,8 % от общей суммы сорной растительности. В условиях вегетационного периода 2021 года при возделывании кукурузы без применения гербицида на всех изучаемых гибридах отмечены низкие показатели урожайности зеленой массы и доли початков. В 1 кг силоса, приготовленного из стеблей и листьев кукурузы, содержится 0,16 кормовой единицы и 13 г переваримого протеина, а при силосовании всей листостебельной массы с початками молочно-восковой спелости эти показатели увеличиваются до 0,20-0,25 кормовой единицы и до 14-18 г переваримого протеина [8]. Таким образом, для повышения питательности кормов, их обеспеченности обменной энергией, важное значение имеет початок, который является источником углеводов, белка, незаменимых аминокислот, а также макро- и микроэлементов [5].

При формировании початков высокую отзывчивость на обработку гербицидом проявили гибриды кукурузы РОСС 140 СВ и КС 178 СВ (табл. 1).

Таблица 1- Количество и вес полноценных початков (с одного растения)

Гибрид	Вариант			
	Контроль		Октава, МД	
	Количество полноценных початков, шт	Масса початков, кг	Количество полноценных початков, шт	Масса початков, кг
Российская 2	0,7	0,3	0,8	0,7
РОСС 130 МВ	0,5	0,3	0,6	0,7
РОСС 140 СВ	0,4	0,2	0,6	0,8
КС 178 СВ	0,4	0,1	0,4	0,7

Краснодарский 194 МВ	0,4	0,3	0,4	0,5
РОСС 199 МВ	0,7	0,5	0,6	0,6

Максимальную прибавку к контролю показали гибриды РОСС 140 СВ и КС 178 СВ, которые на варианте с использованием гербицида Октава сформировали початки массой 0,8 и 0,7 кг с одного растения соответственно.

Урожайность зеленой массы и доля початков от общего веса зеленой массы варьируется в зависимости от гибрида и его отклика на защиту от сорной растительности (рис.1).

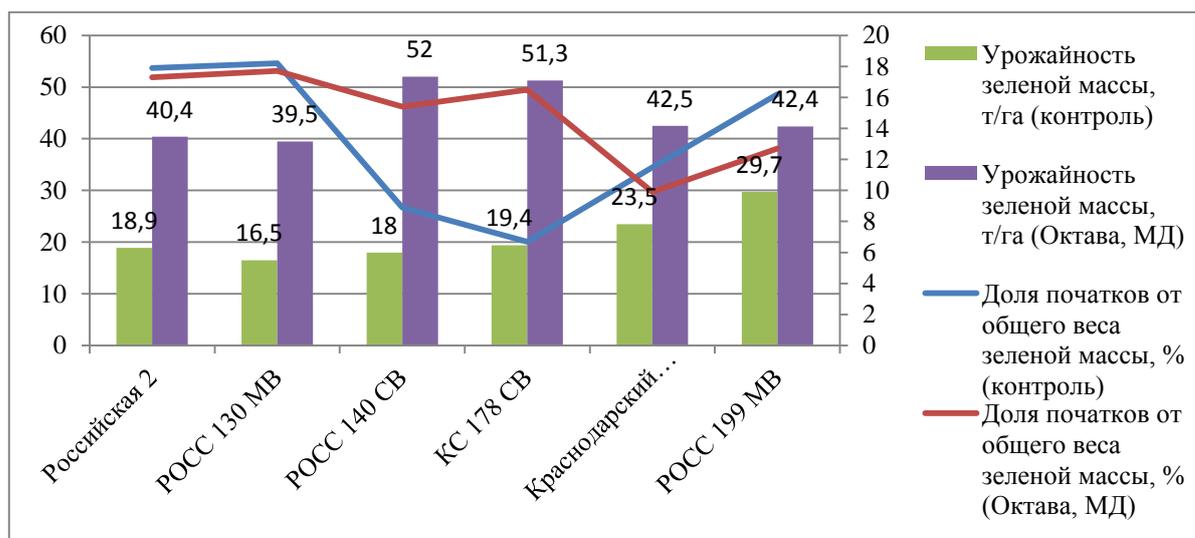


Рисунок 1–Урожайность зеленой массы и доля початков в зеленой массе кукурузы

Наглядно прослеживается тенденция увеличения урожайности зеленой массы при использовании на посевах кукурузы гербицида Октава, МД. При этом доля початков в общем весе silосной массы отличалась высокой вариабельностью.

Гибриды Российская 2 и РОСС 130 МВ отмечаются незначительным снижением доли початков на варианте с применением гербицида. Гибриды РОСС 140 СВ и КС 178 СВ положительно отозвались на применение гербицида Октава увеличением зеленой массы и доли початков от общего веса зеленой массы. Так, доля початков на гибриде РОСС 140 СВ увеличилась на 6,5 % при значительном повышении урожайности зеленой массы более чем в 2,8 раза. На гибриде КС 178 СВ на варианте с применением средств защиты доля початков увеличилась в 2,4 раза. Гибриды Краснодарский 194 МВ и РОСС 199 МВ отозвались на применение гербицида прибавкой к урожаю зеленой массы, при этом наблюдается снижение доли початков от общего веса зеленой массы.

Таким образом, продуктивность кукурузы при возделывании ее на silос, учитывая как урожайность самой ценной части растения – початка, так и доли початка в общем весе зеленой массы зависит от уровня интенсификации производства. Применение гербицида Октава, МД на посевах кукурузы

способствовало увеличению урожайности початков гибридов РОСС 140 и КС 178 СВ - 150 и 168 ц/га соответственно.

#### Литература:

1. Аветисян А.Т., Байкалова Л.П., Кузьмин Д.Н. и др. Интенсификация кормопроизводства на основе адаптивности кормовых культур в Красноярском крае / Рекомендации. Красноярск, 2010 – 152 с.
2. Аветисян А.Т., Данилова В.В., Данилов Н.В. и др. Технология возделывания кормовых культур в Красноярском крае / Руководство. Красноярск, 2012. – 150 с.
3. Бенц В.А. Полевое кормопроизводство в Сибири / В.А. Бенц, Н.И. Кашеваров, Г.А. Демарчук. – Новосибирск, 2001. – 238 с.
4. Бопп, В. Л. Видовая чувствительность сорных растений к гербициду Дублон Голд в посевах кукурузы / В. Л. Бопп, В. С. Литвинова, Д. Н. Ступницкий // Проблемы современной аграрной науки : Материалы международной научной конференции, Красноярск, 15 октября 2021 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 61-64.
5. Бопп В.Л., Васильев А.А., Васильев И.А., Вебер О.Н., Кураченко Н.Л., Литвинова В.С., Ступницкий Д.Н. Современные технологии возделывания кукурузы в Красноярском крае Научно-практическое издание. - Красноярск, 2021. – 56 с.
6. Кураченко Н.Л. Агрофизическое состояние почв Красноярской лесостепи. - Красноярск, 2013.
7. Литвинова В.С., Бопп В.Л. Зональные особенности применения гербицида в посевах кукурузы // Проблемы современной аграрной науки: сб. матер. межд. науч. конф., 2019. - С. 76-80.
8. Ториков В.Е., Дронов А.В., Ториков В.В., Осипов А.А., Ланцев В.В. Ценность кукурузы, сорговых культур и их урожайность в зависимости от приемов выращивания // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 5 (75). С. 15-22.
9. [https://betaren.ru/catalog/sredstva-zashchity-rasteniy/gerbitsidy/gerbicid\\_oktava/](https://betaren.ru/catalog/sredstva-zashchity-rasteniy/gerbitsidy/gerbicid_oktava/)

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПО РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЮ  
АГРОТЕХНОЛОГИЙ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ФИТОФАГОВ В ПОСЕВАХ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Труфанов Александр Михайлович, канд. с.-х. наук, доцент  
Ярославская государственная сельскохозяйственная академия,  
Ярославль, Россия  
a.trufanov@yarcx.ru

Романина Яна Сергеевна, соискатель  
Ярославская государственная сельскохозяйственная академия,  
Ярославль, Россия  
romanina.yana@yandex.ru

*В статье приводятся результаты учета численности и видового состава насекомых-вредителей в зависимости от различных по интенсивности технологий возделывания культур кормового севооборота.*

*Ключевые слова: вредные насекомые, фитофаги, кормовые сельскохозяйственные культуры, технологии возделывания, ресурсосбережение, экологизация.*

**INFLUENCE OF DIFFERENT RESOURCE SAVINGS  
AGROTECHNOLOGIES ON THE NUMBER OF PHYTOPHAGES IN  
AGRICULTURAL CROPS**

Trufanov Alexander Mikhailovich, Ph.D. agricultural Sciences, Associate  
Professor

Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia  
a.trufanov@yarcx.ru

Romanina Yana Sergeevna, competitor  
Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia  
romanina.yana@yandex.ru

*The article presents the results of accounting for the number and species of insect pests, depending on the different intensity of cultivation technologies for fodder crop rotation.*

*Key words: harmful insects, phytophages, fodder crops, cultivation technologies, resource saving, ecologization.*

Сельскохозяйственное производство растениеводческой продукции связано с большим числом рисков при формировании урожая, независимо от региона возделывания. Специализированные вредители при этом являются одной из причин потерь урожая [3, 7], объемы которых могут достигать 20-30% [1].

В настоящее время интенсификация агротехнологий диктует необходимость широкого применения пестицидов – химические средства защиты растений сейчас применяются более чем на 80% обрабатываемых площадей. Такие методы защиты имеют немалый спектр недостатков, в том

числе довольно быстрое появление резистентных к пестицидам популяций вредных организмов [4]. Кроме того, нарушается устойчивость агроэкосистем из-за снижения биологического разнообразия, гибели представителей полезной энтомофауны, что в итоге приводит к ухудшению качества среды [8].

В этой связи, одной из главных задач современного земледелия является установление оптимальной экологически сбалансированной агротехники контроля фитофагов, при этом обеспечивающей реализацию высокой продуктивности сельскохозяйственных культур [5].

Ресурсосбережение и экологизация в этой области связана с уменьшением объемов применения агрохимикатов за счет сочетания и эффективного применения агротехнических и фитоценологических приемов [2].

Использование обоснованных севооборотов, подбор устойчивых сортов, оптимальная по интенсивности система обработки почвы и удобрений обеспечит минимально возможную пестицидную нагрузку на агрофитоценоз с учетом экологически и экономически обоснованных порогов вредоносности [6].

Таким образом, весьма актуальными являются исследования, целью которых было установить эффективность контроля вредных насекомых в посевах кормовых сельскохозяйственных культур с помощью различных технологий их возделывания.

#### Методика

Исследования проводились в 2020 году в совместном опыте Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» и кафедры агрономии ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Опыт заложен в 2017 году методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта трехкратная. Схема опыта включает два фактора: культура севооборота – однолетние травы с подсевом многолетних трав; многолетние травы первого, второго и третьего года пользования; яровая тритикале; ячмень; кукуруза на силос и технологии возделывания культур – экстенсивная (контроль – без удобрений и пестицидов); органическая (без минеральных удобрений и пестицидов, применение органических удобрений); биологизированная (основана на биологических факторах с ограниченным применением минеральных удобрений и средств защиты); интенсивная (удобрения вносятся дифференцированно по культурам севооборота); высокоинтенсивная (удобрения вносятся в повышенных нормах дифференцированно по культурам севооборота и проводится химическая защита растений).

Количество вредителей определяли визуальным методом на площадках 0,25 м<sup>2</sup>, ловлей сачком (кошением) учитывали клопов, цикадок, тлей, трипсов, жуков, перепончатокрылых и двукрылых.

#### Результаты

Количество вредных насекомых в 2020 году было на довольно высоком уровне (таблица).

Таблица – Численность вредных насекомых в посевах кормовых культур в среднем за их вегетацию, шт./м<sup>2</sup>

Вариант		Вредное насекомое								Всего
культура севооборота	технология возделывания	Обыкновенная злаковая тля	Клеверный долгоносик	Луговой клоп	Настоящий пилильщик	Шведская муха	Пьявица синяя	Мотылек стеблевой	жук - листоед	
Однолетние травы с подсевом многолетних трав	контроль	5,3	1,3	0,7	2,0	9,3	0,0	2,7	2,7	24,0
	интенсивная	3,3	0,0	0,7	1,3	9,3	0,7	0,7	2,7	18,7
	высокоинтенсивная	8,0	1,3	1,3	2,7	13,3	0,7	1,3	4,7	33,3
	органическая	5,3	1,3	1,3	0,7	5,3	0,7	4,0	4,7	23,3
	биологизированная	7,3	0,0	4,0	0,7	6,0	0,0	4,0	4,0	26,0
Мн. тр. 1 г.п.	контроль	3,3	14,7	2,7	0,0	7,3	0,0	0,0	1,3	29,3
	интенсивная	0,7	5,3	2,7	0,0	5,3	0,0	0,0	0,7	14,7
	высокоинтенсивная	0,7	6,0	0,0	0,0	4,7	0,0	0,7	0,7	12,7
	органическая	5,3	4,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	2,7	22,0
	биологизированная	5,3	4,7	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	1,3	12,0
Мн. тр. 2 г.п.	контроль	0,7	4,7	2,7	0,0	8,0	0,0	1,3	1,3	18,7
	интенсивная	2,0	4,7	0,7	0,0	2,0	0,7	0,0	1,3	11,3
	высокоинтенсивная	2,7	10,0	0,0	0,0	2,0	1,3	0,7	2,7	19,3
	органическая	0,7	6,7	0,0	0,0	9,3	0,0	1,3	1,3	19,3
	биологизированная	0,0	7,3	1,3	0,0	6,7	0,0	0,7	0,0	16,0
Мн. тр. 3 г.п.	контроль	0,7	2,0	0,0	0,7	9,3	0,0	4,0	0,7	17,3
	интенсивная	2,7	3,3	0,0	0,7	2,7	1,3	1,3	3,3	15,3
	высокоинтенсивная	2,0	2,0	0,7	0,0	5,3	0,0	3,3	0,7	14,0
	органическая	0,7	10,0	0,0	2,0	2,7	0,0	1,3	0,0	16,7
	биологизированная	3,3	8,0	0,7	2,0	5,3	0,0	3,3	1,3	24,0
Яровая тритикале	контроль	7,3	3,3	8,0	0,7	1,3	2,0	0,0	1,3	24,0
	интенсивная	6,7	2,0	6,0	2,0	3,3	2,0	4,7	10,7	37,3
	высокоинтенсивная	14,7	1,3	11,3	9,3	14,7	8,7	4,0	7,3	71,3
	органическая	6,7	1,3	2,0	0,7	2,7	2,0	0,7	4,7	20,7
	биологизированная	4,0	3,3	4,0	3,3	4,0	0,7	0,7	7,3	27,3
Ячмень	контроль	3,3	4,7	3,3	0,7	8,0	3,3	0,7	5,3	29,3
	интенсивная	3,3	1,3	3,3	0,7	8,7	0,7	0,7	0,7	19,3
	высокоинтенсивная	4,7	1,3	4,0	1,3	12,7	0,0	2,7	0,0	26,7
	органическая	7,3	2,0	5,3	0,0	8,0	0,0	2,7	11,3	36,7
	биологизированная	5,3	1,3	4,7	0,7	4,7	1,3	2,7	3,3	24,0
Кукуруза	контроль	0,7	2,0	0,0	0,0	6,7	0,7	0,0	2,0	12,0
	интенсивная	0,0	0,0	0,0	1,3	6,0	0,7	1,3	3,3	12,7
	высокоинтенсивная	0,7	2,7	0,0	2,7	8,0	1,3	0,0	4,0	19,3
	органическая	0,0	0,7	0,0	0,7	5,3	1,3	0,7	2,7	11,3
	биологизированная	2,0	2,0	0,0	1,3	4,0	0,7	0,0	2,7	12,7

В посеве яровой тритикале при интенсивной и высокоинтенсивной технологиях численность вредителей была существенно больше, чем в посеве однолетних трав, причем на высокоинтенсивной технологии показатель был максимален среди всех вариантов (71,3 шт./м<sup>2</sup>), в посеве ячменя на варианте органической технологии общая численность вредных насекомых также была

существенно выше, чем в посеве однолетних трав на одноименной технологии. Выращивание других кормовых культур (кукурузы и многолетних трав) способствовало снижению показателя по сравнению с вико-овсяной смесью на всех вариантах технологий, причем существенные отличия были отмечены в посеве кукурузы на всех технологиях, кроме интенсивной, а в посевах многолетних трав – только на интенсивных.

Влияние технологий возделывания в посевах кормовых культур на численность вредителей было различным. В посеве вико-овсяной смеси и ячменя минимальной численности способствовало использование интенсивной технологии, снижение в сравнении с контролем составило, соответственно, 28,3 и 51,8%, увеличение показателя в посеве однолетних трав наблюдалось при высокоинтенсивной и биологизированной технологии (на 38,8 и 8,3%, соответственно), в посеве ячменя – при органической (на 25,6%). В посевах кукурузы и яровой тритикале, наоборот численность вредных насекомых была минимальной при органической технологии – она снизилась в сравнении с контролем, соответственно, на 6,2 и 15,9%; на остальных вариантах показатель увеличивался, особенно, на высокоинтенсивной технологии (соответственно, на 60,8% и в 3,0 раза). В посевах многолетних трав первого года пользования численность вредителей снижалась на всех технологиях по сравнению с контролем, причем при высокоинтенсивной и биологизированной – существенно. На травах 2 и 3 года пользования изучаемые технологии были не столь эффективны в сравнении с контролем: в первом случае снижение наблюдалось только при интенсивной (на 65,5%) и биологизированной (на 16,9%), во втором – при интенсивной (на 13,1%), высокоинтенсивной (на 23,6%) и органической (на 3,6%).

Различия по технологиям возделывания в среднем по культурам были несущественны, однако наблюдалась тенденция снижения численности вредителей на всех вариантах (на интенсивной на 19,5%, органической – на 3,3%, биологизированной – на 8,9%), кроме высокоинтенсивной – отмечалось повышение показателя на 27,1%, что, возможно, связано с более высокой плотностью посевов и урожайностью культур на наиболее интенсивном фоне питания и, соответственно, привлечением большего количества насекомых.

Видовой состав вредных насекомых в посевах сельскохозяйственных культур был следующим: обыкновенная злаковая тля (*Schizaphis graminum*), клеверный долгоносик (семейство *Apionidae*), луговой клоп (*Lygus pratensis*), настоящий пилильщик (семейство *Tenthredinoidea p.*), шведская муха (*Oscinella frit*), пьявица синяя (*Lema lichen Voet*), мотылек стеблевой (*Ostrinia nubilalis*), жук-листоед (семейство *Chrysomelidae*).

В разрезе технологий возделывания наибольшую долю среди вредных насекомых занимала шведская муха (от 22,6% при биологизированной до 35,6% при контрольной технологии), клеверный долгоносик (от 15,9% при интенсивной до 21,7% при биологизированной), обыкновенная злаковая тля (от 12,6% при контрольной технологии до 19,9% при биологизированной).

## Выводы

Таким образом, культурами, в большей степени привлекающими насекомых-вредителей, были ячмень и, особенно, яровая тритикале, при наименьших значениях на кукурузе и многолетних травах. Высокий агрофон при высокоинтенсивной технологии способствовал увеличению численности насекомых по сравнению с контролем, на остальных изучаемых вариантах наблюдалось снижение показателя, особенно ресурсосберегающих и экологических, что говорит об их перспективности в контроле фитофагов.

## Литература:

1. Беляева, Н.Л. Влияние систем обработки почвы и удобрений на численность фитофагов и урожайность зеленой массы ярового рапса / Н.Л. Беляева, А.М. Труфанов // Вестник АПК Верхневолжья. 2014. – № 1 (25). – С. 35-40.
2. Дудкин, И.В. и др. Экологические аспекты формирования систем земледелия и защиты растений / И.В. Дудкин, В.М. Дудкин, А.Я. Айдиев, Н.И. Стрижков, Т.А. Дудкина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. – №7. – С.2-7.
3. Лаптиева, А.Б., Мартынушкин, А.Н. Современные средства и приемы в защите посевов гороха от вредителей / А.Б. Лаптиева, А.Н. Мартынушкин // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. – №1 (17). – С.21-27.
4. Резистентность вредителей сельскохозяйственных культур к пестицидам и ее преодоление / Под ред. Г.И. Сухорученко, И.В. Зильберминц, А.А. Кузьмичева. – М.: Агропромиздат, 1991. – 192 с.
5. Семеренко, С.А. Экологизация контроля насекомых-вредителей в посевах подсолнечника / С.А. Семеренко // Масличные культуры. 2011. – №2 (148-149). – С. 153-158.
6. Стрижков, Н.И. Экологически обоснованные минимально необходимые нормы и сроки применения гербицидов на полевых культурах / Н.И. Стрижков // Достижения науки и техники АПК. 2007. – № 9. – С. 19-20.
7. Труфанов, А.М. Фитосанитарное состояние посева ярового рапса при применении ресурсосберегающих агротехнологий / А.М. Труфанов, А.Н. Воронин, У.А. Исаичева, М.К. Кононова // Вестник АПК Верхневолжья. 2015. – № 1 (29). – С. 22-25.
8. Ovsyannikov, Y.A. Agriculture as a factor of the emergence and resolution of environmental problems / Y.A. Ovsyannikov // Agricultural science. 2000. – № 6. – P. 12-13.
- 9.

**СЕКЦИЯ 3**  
**РЕАЛИЗАЦИЯ НОВЫХ СТАНДАРТОВ**  
**ПРИ ПОДГОТОВКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ АПК**

УДК 378.14.014.13

**НАУКА И ПРАКТИКА В АГРАРНОМ ОБРАЗОВАНИИ**

Баранова Марина Петровна, д-р техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
marina60@mail.ru

*Материалы статьи показывают взаимосвязь в образовательном процессе научных основ и практических реализаций в агропромышленном комплексе. Рассмотрены вопросы сбалансированности спроса и предложения высококвалифицированных кадров в АПК.*

*Ключевые слова: инновации в агропромышленной сфере, высококвалифицированные кадры, работодатель.*

**SCIENCE AND PRACTICE IN AGRARIAN EDUCATION**

Baranova Marina Petrovna, doctor of Engineering Sciences, associate professor  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*Materials of article show interrelation in educational process of scientific bases and practical realization in agro-industrial complex. Questions of balance of supply and demand of highly qualified personnel in agrarian and industrial complex are considered.*

*Keywords: innovations in the agro-industrial sphere, highly qualified personnel, the employer.*

В целях содействия реализации национального проекта «Образование», а также Государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года по направлению «Вовлечение молодежи в инновационную деятельность и научно-техническое творчество» предполагается формирование отраслевой системы профессиональных квалификаций АПК для выполнения стратегии развития аграрного образования [1].

Цель образовательного процесса в аграрных ВУЗах – развитие инновационного и творческого потенциала молодежи, выявление перспективных исследовательских работ, содействие их продвижению, обобщение и распространение достижений молодежной науки, вовлечение молодежи в инновационную деятельность и научно-техническое творчество. Фундаментом стратегических целей и задач развития аграрного образования является прежде всего подготовка высококвалифицированных кадров для научно-технического обеспечения развития тех отраслей агропромышленного комплекса, которые обеспечивают ускоренное импортозамещение основных видов сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия.

В тоже время в агропромышленном комплексе очевидны проблемы

взаимодействия рынка труда и рынка образовательных услуг. Сельское хозяйство остро нуждается в сбалансированности спроса и предложения высококвалифицированных кадров. Научно-технологическая составляющая и инновации в агропромышленной сфере диктуют необходимость решения вопросов высококвалифицированного кадрового обеспечения АПК [1,4,5].

На аграрные вузы возлагается задача содействовать занятости сельского населения. Для этого предусматривается ряд мероприятий (ежегодное увеличение числа работников, обучающихся по договорам, и студентов, проходящих производственную практику на сельхозпредприятиях) которые позволяют повысить эффективность взаимодействия учебных заведений и сельхозтоваропроизводителей.

Однако, этого недостаточно. Именно сельхозтоваропроизводители являются главным заказчиком, а значит главным партнёром вузов. Востребованность выпускников отраслью и бизнесом – показатель качества и адекватности подготовки специалистов, ключевой индикатор эффективности. Современное состояние взаимодействия рынка труда и рынка образовательных услуг свидетельствует о наличии информационной изоляции и разобщенности между государством, работодателями и гражданами. Наибольшую опасность представляет отсутствие системы интеграции между критериями оценки в образовательных организациях и критериями оценки работодателями соискателей, разобщенность в наименованиях, содержательной части образовательных программ и наименованиях.

Производственная сфера АПК включает 80 отраслей экономики, где заняты около 9,7 млн. человек, что составляет шестую часть от общей численности занятых в экономике страны. Принимая во внимание динамичные изменения производственно-технической среды, усложнение технологий процессных видов работ, и в отдельных случаях формирование новых отраслей экономики, роль квалификационного соответствия приобретает особое значение [1,4].

Рыночные отношения меняют характер и условия деятельности сельскохозяйственных работников. Непрерывное углубление и обновление знаний, совершенствование профессиональной компетенции становятся важнейшими направлениями формирования кадров АПК. Аграрный специалист сегодня — это человек с широкими общими и специальными знаниями, способный быстро реагировать на изменения в технике и технологиях производства. Ему нужны базовые знания, аналитическое мышление, социально-психологическая компетентность, интеллектуальная культура.

Получение квалификации — это не участие работника в рейтинге и не соревнование в конкурсе, это подтверждение профессиональных компетенций, компетентностей соискателя на умение выполнять функциональные задачи в профессиональной деятельности и использование знаний и навыков для повышения экономической эффективности производства. Подтвержденная оценка квалификации отражает потенциал работника и характеризует его профессиональные способности. Подтверждение квалификации позволяет

работодателю оценить соответствие занимаемой должности работником, а также провести дифференциацию его заработной платы.

Рынок труда – открытая система, находящаяся под влиянием постоянных изменений различных факторов. На современном этапе предстоит решение вопросов дистанционной и комбинированной занятости населения. Поэтому квалификационные требования необходимо дополнить цифровыми компетенциями, как основными навыками работника, независимо от занимаемой должности. Здесь немаловажную роль играют образовательные организации, где осуществляется первоначальное обучение по использованию информационных технологий [1].

Образование аграрной направленности за более чем столетнюю историю своего развития накопило большой опыт подготовки кадров для аграрного сектора, здесь сформировались ведущие научные школы, сельскохозяйственные вузы являются признанными центрами реализации молодежных социальных проектов и поддержки общественных инициатив. При этом система высшего аграрного образования имеет целый ряд серьезных недостатков, среди которых целесообразно назвать низкий темп модернизации содержания образования с учетом развития АПК, запаздывание с обновлением материально-технической базы, в том числе учебных корпусов и общежитий, ограниченный объем источников финансирования деятельности научных школ аграрных вузов, недостаточный уровень интеграции аграрных образовательных организаций и крупных отечественных и зарубежных научно-образовательных центров, низкая степень интеграции в глобальное академическое пространство.

Причиной здесь являются аспекты более слабой подготовки выпускников сельских школ, непрестижности сельскохозяйственных профессий, более низкой оплатой труда в аграрном секторе.

Следует обратить внимание на необходимость цифровизация аграрного образования. Целесообразно продвигать лучшие учебные курсы на общероссийские образовательные платформы, в том числе для повышения квалификации или дополнительного профессионального образования [2,3,6].

Система аграрного образование не только обеспечивает подготовку кадров в соответствии с текущими потребностями агропромышленного, но и формирует среду развития человеческого потенциала, повышающей его продуктивность и производительность, и которые, в свою очередь, совершенствуются в процессе, увеличивая личное богатство и национальное благосостояние.

Это означает, что система аграрного образования должна концентрироваться не только на традиционных образовательных программах бакалавриата, специалитета и магистратуры, но и активно использовать в учебном процессе требования профессиональных стандартов, увеличивая тем самым перечень образовательных продуктов. Инвестиции в человеческий потенциал означают, что необходимы новые образовательные продукты, т.е. возможность выбора образовательных траекторий для более широкого круга потребителей, которым необходимы практические знания для применения в конкретной области сельского хозяйства [1-6].

## Литература:

1. Формирование отраслевой системы профессиональных квалификаций АПК для выполнения Стратегии развития аграрного образования [Электрон. ресурс]. – URL: <https://apknet.ru/formirovanie-otraslevoj-sistemy-obrazovaniya/>
2. Паспорт национального проекта Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 04.06.2019 №7) [Электрон. ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/urKHm0gTPPnzJlaKw3M5cNLo6gczMkPF.pdf> (дата обращения 10.11.2022)
3. Вензелев Р.В., Интеллектуальные сети в электроснабжении сельскохозяйственных /Р.В. Вензелев, М.П. Баранова// В сб.: Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. Материалы II Международной научной конференции. Красноярск, 2022. С. 37-41.
4. Баранова М.П., Подготовка технических специалистов для АПК /М.П. Баранова// Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Часть I. Образование: опыт, проблемы, перспективы развития [Электронный ресурс] /Краснояр.гос.аграр.ун-т. – Красноярск, 2021.– С. 217-218.
5. Прокубовская А. О. О непрерывной подготовке кадров для электроэнергетики в условиях цифровизации образования / А. О. Прокубовская, Е. В. Чубаркова // Инженерное мышление: социальные перспективы: материалы международной междисциплинарной конференции. – Екатеринбург: Деловая книга, 2020. – С. 161-165.
6. Digitization of the Energy Industry [Электронный ресурс]. – URL: <https://uh.edu/uenergy/research/white-papers/white-papers-files/digitization-of-energy-industry-web.pdf> (Дата обращения 10.11.2022).

УДК 630\*432.

## **ВЛИЯНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ АПК НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ**

Бердникова Лариса Николаевна, канд. с.-х. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск Россия  
Vlaga26@mail.ru

*В статье показана целесообразность проведения анализа причин травматизма по хозяйствам в целях профилактической работы по предупреждению несчастных случаев на производстве.*

*В статье рассматривается, что одним из важнейших элементов соблюдения правильного режима труда и отдыха, сокращения производственного травматизма и профессиональных заболеваний, является совершенствование условий труда.*

*Установлено, что отсутствие постоянного и дополнительного контроля по охране труда и производственной санитарии сказывается на организации всех мероприятий по охране труда в хозяйствах.*

*Ключевые слова: травма, производство, производственная санитария, охрана труда, инструктаж, условия труда, рабочее место.*

## **THE IMPACT OF IMPROVING THE WORKING CONDITIONS OF EMPLOYEES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX ON INDUSTRIAL INJURIES**

Berdnikova Larisa Nikolaevna candidate of Agricultural Sciences, Associate  
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article shows the expediency of analyzing the causes of injuries on farms for the purpose of preventive work to prevent accidents at work.*

*The article considers that one of the most important elements of observing the correct work and rest regime, reducing occupational injuries and occupational diseases, is the improvement of working conditions.*

*It is established that the absence of permanent and additional control over labor protection and industrial sanitation affects the organization of all labor protection measures in farms.*

*Keywords: injury, production, industrial sanitation, labor protection, instruction, working conditions, workplace.*

Отсутствие постоянного и дополнительного контроля по охране труда и производственной санитарии среди главных специалистов, специалистов среднего звена, начальников цехов и участков, существенно сказывается на организации всех мероприятий по охране труда в хозяйствах. Ведущие специалисты, зачастую, помимо проведения формального инструктажей с записями в специальном журнале по технике безопасности, и ведения табеля в организации в работе по охране труда не участвуют. Отсутствует повседневный инструктаж на рабочих местах, проведение которого должен обеспечивать

непосредственный руководитель работы [1].

Не на всех производственных участках оборудованы уголки по технике безопасности, а также нет кабинета по охране труда. Производственная санитария поставлена на низком уровне, ее состояние не контролируется и не оценивается существующими нормами. Например, не на всех объектах, которые связаны с вредными условиями труда, рабочим и служащим своевременно выдается специальная одежда, специальная обувь, средства индивидуальной защиты ввиду того, что плохо ведется контроль за сроками их носки и приобретения. При особо вредных условиях труда не выдается профилактическое питание и молоко [2].

Производственными травмами называют травмы, полученные на производстве. Под травмами понимают повреждения, нарушения устойчивости тканей и органов тела, причиненные внешними воздействиями и сопровождающиеся большими или малыми расстройствами их функций.

Одним из важнейших элементов соблюдения правильного режима труда и отдыха, сокращения производственного травматизма и профессиональных заболеваний, является совершенствование условий труда.

Техническая реконструкция сельского хозяйства, широкое применение электроэнергии призваны сыграть основную роль в качественном изменении содержания труда, и являются источниками повышенного травматизма в отрасли. Для профилактической работы по предупреждению несчастных случаев на производстве, необходимо провести дальнейший анализ причин травматизма в хозяйствах. Расследование производственных травм ведется в соответствии с ТК РФ. На основании изложенного, охране труда, укреплению здоровья и сохранению жизни людей является первоочередной задачей государства. Решать эту задачу на местах должны специалисты хозяйств.

Характеристика основных причин производственного травматизма приводится в таблице.

Таблица 1. – Анализ производственного травматизма

Профессия	Пол	Характер полученных травм	По причинам
Слесарь	муж	ушиб пальца правой руки	неисправность инструмента
Шофер	муж	ушиб руки от удара молотком	неосторожность
Доярка	жен	растяжение связок левой ноги	скользкий пол
Комбайнер	муж	ушиб головы	упал с лестницы комбайна
Скотник	муж	ушиб лица рогом коровы	неосторожность
Доярка	жен	придавлен палец левой ноги	несоблюдение правил техники безопасности
Тракторист	муж	рана левой руки от осколка	несоблюдение правил техники безопасности
Сварщик	муж	засорил глаз окалиной при	несоблюдение

		сварке	правил техники безопасности
Доярка	жен	перелом правой руки	неосторожность
Столяр	муж	порез руки	неисправность инструмента
Шофер	муж	растяжение связок левой ноги	неосторожность
Повар	жен	термический ожог руки	неосторожность
Токарь	муж	засорил глаз стружкой	несоблюдение правил техники безопасности
Слесарь	муж	ушиб пальца левой руки	неисправность инструмента

Данные таблицы, дают возможность точнее определить какое количество травм в рассмотренный период приходится на нарушение трудовой дисциплины и правил техники безопасности. Наблюдаются, в том числе, случаи, когда рабочие, при работе с механизмами не имеют допуска и не проходят инструктаж и несмотря на это допускаются к работе. По итогу данные оплошности и нарушения, а также слабый контроль со стороны руководства и т.д, приводит к травматизму в отрасли [3].

Причины происхождения несчастных случаев на производстве показаны в таблице.

Таблица 2 – Распределение несчастных случаев по причинам

Причина	Год			В среднем за 3 года
	2019	2020	2021	
1. Нарушение правил техники безопасности				1,7
2. Технические				2
3. Организационные				2,3
4. Санитарно-технические				1,3
5. Прочие				1,3

В области охраны труда и производственной санитарии в хозяйствах многое можно улучшить, если подойти к возникшим проблемам на современном уровне развития данной науки.

Как видно из данных таблицы технические причины происходят в основном из-за отсутствия и неисправности ограждений, а также инструмента, приспособлений и защитных кожухов и др.

Организационные причины несчастных случаев обусловлены слабым руководством и надзором, недостаточным обучением рабочих безопасным приемам работы [4]. Санитарно-технические причины связаны с антисанитарным состоянием рабочих мест. Прочие причины из-за невнимательности, несобранности и порой зависят от индивидуальных качеств работающего.

#### Литература:

1. Чепелев, Н.И. Управление охраной труда в организации: учеб. пособие

/ Н.И.Чепелев. – Красноярск, 2018. – 195 с.

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

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

4. Щёкин А.Ю. Обучение работников сельского хозяйства и землеустройства по охране труда нестандартным методом // В сборнике: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития, материалы международной научно-практической конференции. / Красноярский государственный аграрный университет. 2019. С. 50-54.

УДК 630\*432.

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА В АПК**

Бердникова Лариса Николаевна, канд. с.-х. наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Vlaga26@mail.ru

*В статье рассмотрено, что эффективность мероприятий по охране труда в большинстве случаев не срабатывают из-за отсутствия четко выработанной программы проведения.*

*В статье выявлено, что определение уровня проведения организационно-технических мероприятий, проводимых по предупреждению травматизма в организациях, достаточно точно подтверждает реальную картину по травматизму в организациях агропромышленного комплекса.*

*Установлено, что при определении параметров безопасности труда выбираются наиболее существенные, выполнение которых оказывает решающее влияние на общее состояние техники безопасности и улучшения условия труда работающих.*

*Ключевые слова: производство, прогресс, меры, условия труда, работник, безопасность, опасность.*

### **THE EFFECTIVENESS OF LABOR PROTECTION MEASURES IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

Berdnikova Larisa Nikolaevna candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article considers that the effectiveness of labor protection measures in most cases do not work due to the lack of a clearly developed program of implementation.*

*The article reveals that the determination of the level of organizational and technical measures carried out to prevent injuries in organizations quite accurately confirms the real picture of injuries in organizations of the agro-industrial complex.*

*It is established that when determining the parameters of occupational safety,*

*the most significant ones are selected, the implementation of which has a decisive impact on the general state of safety and improving the working conditions of workers.*

*Keywords: production, progress, measures, working conditions, employee, safety, danger.*

Ввиду интенсивного строительства, расширения имеющихся производственных площадей, мощностей в хозяйствах должным образом необходимо разработать, ряд мер и рекомендаций по улучшению общего состояния охраны труда с учетом изменения законодательства в области охраны труда.

Научно-технический прогресс в условия современного развития производства ведет к созданию новых технических процессов, машин и оборудования, которые наряду с положительными свойствами могут нести в себе отрицательные свойства. Наделенная защита человека от возможных опасных и вредных последствий должна основываться только на глубинах научных исследований.

Эффективность мероприятий по охране труда в большинстве случаев не срабатывают из-за отсутствия четко выработанной программы проведения, без оценки санитарно-гигиенических условия труда и уровня безопасности труда на предприятии.

При определении параметров безопасности выбираются наиболее существенные, выполнение которых оказывает решающее влияние на общее состояния техники безопасности и улучшения условия труда работающих. В качестве примера, можно привести, некоторые из них: своевременное, и качественное проведение ремонтных работ при полном соблюдении необходимых мер безопасности; выполнение в установленные сроки намеченных организационно-технических мероприятий; устранение нарушений, измененных в предписанных органов государственного надзора; своевременное, и качественное обучение и проведение инструктажа работников; состояние воздушной среды в производственных помещениях; выдерживания параметров технологического режима, и так далее.

Составление показателей частоты тяжести и потерь от травматизма достаточно точно определяет уровень организационно-технических мероприятий, проводимых по предупреждению травматизма в организациях.

Каждый случай производственного травматизма должен рассматриваться как чрезвычайное происшествие и подвергаться тщательному разбору.

Возникновение несчастных случаев зависит от профессиональной деятельности работников.

Таблица 3. – Распределение несчастных случаев по профессиям

Профессия	Год		
	2019	2020	2021
Тракторист	-	1	1
Шофер	1	1	-
Механик	-	-	-

Доярка	2	1	1
Скотник	1	-	1
Прочие	3	4	4

Наибольшее количество несчастных случаев в хозяйстве имеют рабочие на вспомогательных работах. Именно эта категория рабочих меньше привлекалась к занятиям по безопасным приемам работы.

Возникновение несчастных случаев на производстве зависит от стажа работы, рассмотрим таблицу.

Таблица 1.13 - Распределение несчастных случаев по стажу работы

Стаж травмированных рабочих, ПСТ	Год		
	2019	2020	2021
До 1	1	-	1
1-3	2	2	-
Более 3-х	3	5	6

Анализируя таблицу, видим, что наибольшее количество несчастных случаев происходит с рабочими, имеющими стаж работы более 3-х лет. Это объясняется тем, что с появлением у таких рабочих производственного навыка возникает чувство чрезмерной уверенности в знании правил техники безопасности, а вследствие пренебрежения к их соблюдению.

К недостаточной организации службы охраны труда можно отнести то, что большинство зданий и сооружений старые и не соответствуют требованиям техники безопасности и производственной санитарии.

Отсутствие грузоподъемных механизмов на соответствующих участках, бытовых комнат и умывальников, теснота помещений, а также отсутствие производственной эстетики, далеко не отвечает требованиям по охране труда. На проводится планового обучения рабочих безопасным методам работы. Инструкции по технике безопасности устарели, инструктажи проводятся в основном формально. Сказывается также и отсутствие кабинета по технике безопасности с должным оборудованием, где можно было проводить занятия, семинары и т.п.

Отсутствие глубокого изучения социально-экологических факторов нередко порождают ошибки в выводах и методах руководства, создается нездоровый технологический климат в трудовых коллективах, в результате его увеличивается текучесть кадров, снижается производительность труда, и ухудшаются другие показатели, а в итоге это способствует росту производственного травматизма.

Наиболее характерные причины нарушения правил техники безопасности и инструкций по профессиям рабочими и инженерно-технологическими работниками; недостаточное чувства личной ответственности; не понимания или незнания правил безопасности инструкций; недооценка характера безопасности и последствия при нарушениях, забывчивость, беспечность, невнимательность, объясняющиеся личными неположительным состоянием человека из-за целого ряда факторов, недостаточные навыки в работе с подчиненными со стороны частного надзора и недооценка вопросов

безопасности посещения рабочих мест.

Поэтому при расследовании обстоятельств аварий и несчастных случаев необходимо изучать причинную связь происшедшего для более объективной оценки и правильной разработки мероприятий по их предупреждению. Причина многих нарушений правил техники безопасности на сельскохозяйственных предприятиях индивидуальные особенности личности, скидывающиеся в определенных производственных и социально-экономических условиях. Эти факторы, к сожалению, резко принимаются во внимания, поскольку социально-экономическому и психологическому анализу на практике придается второстепенное значение. Изучения и анализ непосредственных причин, а также факторов, влияющих на эффективность производства и снижения травматизма по хозяйствам, показывает, что большое место в этом занимает улучшения условий труда, экономическое обеспечение и социально-бытовое обслуживание.

#### Литература:

1. Щёкин А.Ю. Обучение работников сельского хозяйства и землеустройства по охране труда нестандартным методом // В сборнике: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития, материалы международной научно-практической конференции. / Красноярский государственный аграрный университет. 2019. С. 50-54.

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

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

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

УДК 378.1

### **РЕАЛИЗАЦИЯ НОВОГО СТАНДАРТА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 35.02.08 «ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ» В ИНСТИТУТЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ЭНЕРГЕТИКИ**

Заплетина Анна Владимировна, канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
anna-zapletina@yandex.ru

Дебрин Андрей Сергеевич канд. техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
debrin.as@yandex.ru

*В статье проведено сравнение двух стандартов, рассмотрены вопросы внедрения нового федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования, по специальности*

35.02.08 «Электротехнические системы в агропромышленном комплексе».

Ключевые слова: образовательный стандарт, образовательная программа, общие компетенции, профессиональные компетенции, практики, зачетные единицы, учебный план, учебная нагрузка, теоретическое обучение.

### IMPLEMENTATION OF THE NEW STANDARD IN THE SPECIALTY 35.02.08 "ELECTRICAL SYSTEMS IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX" AT THE INSTITUTE OF ENGINEERING SYSTEMS AND ENERGY

Zapletina Anna Vladimirovna., candidate of technical science associate professor  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Debrin Andrey Sergeevich., candidate of technical science associate professor  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*The article compares the two standards, discusses the issues of the introduction of a new federal state educational standard of secondary vocational education, specialty 35.02.08 "Electrical systems in the agro-industrial complex".*

*Keywords: educational standard, educational program, general competencies, professional competencies, practices, credits, curriculum, academic load, theoretical training.*

В последние 5 лет государство заинтересовано в подготовке специалистов технических специальностей, в том числе электроэнергетической отрасли.

По итогам оценки портала «Пропроф.ру» был составлен рейтинг самых востребованных профессий в России за 2021 год [1]. Из графика видно, что одна и та же профессия может иметь до 14 разных наименований, но все они связаны с ключевым видом деятельности – электроэнергетикой.

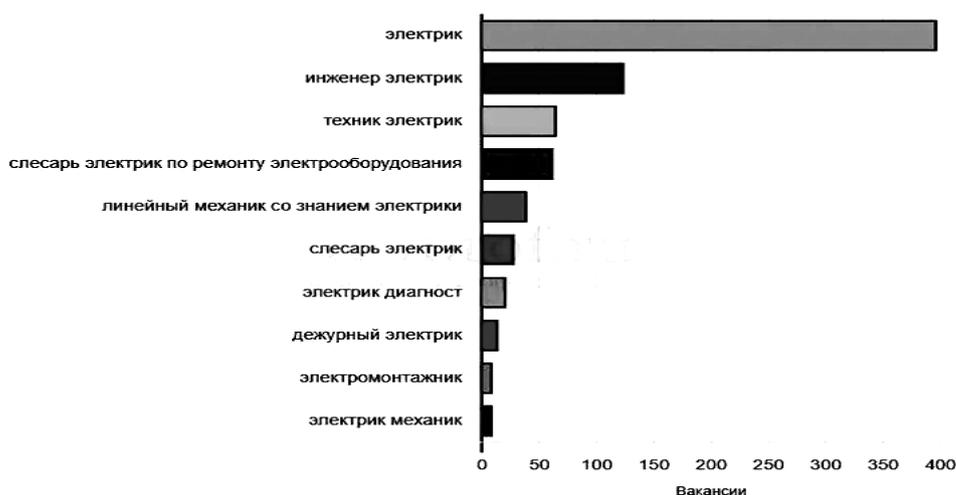


Рисунок 1 – График востребованности электриков в России в 2021 году [1]

При ведении образовательной деятельности, ВУЗы и ССУЗы стараются использовать передовые технологии и современные подходы в обеспечении и выполнении федеральных государственных образовательных стандартов среднего профессионального образования (ФГОС СПО).

ФГОС СПО по специальности 35.02.08 «Электротехнические системы в агропромышленном комплексе» [2] претерпел значительные изменения, что должно повысить качество подготовки специалистов при освоении перечня компетенций. Утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации стандарт № 457 от 7 мая 2014 года [3] прекращает свое действие 31 декабря 2022 года. Это значит, что набор 2023 года необходимо осуществлять по новому стандарту, а для этого, необходимо в полном объеме разработать комплект документов входящих в основную профессиональную образовательную программу среднего профессионального образования (ОПОП СПО).

Во-первых: в новом ФГОС СПО произошли изменения в названии специальности, с «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» на «Электротехнические системы в агропромышленном комплексе».

Во-вторых: право на реализацию имела образовательная организация при наличии соответствующей лицензии на осуществление образовательной деятельности, то по новому стандарту получение образования допускается только в профессиональной образовательной организации или в образовательной организации высшего образования.

В-третьих: при реализации программы может быть применена система зачетных единиц (ЗЕ), одна ЗЕ должна соответствовать 32-36 академическим часам. Квалификация выпускника с «Техник-электрик» переименовалась в «Техник». Срок получения образования сократился на один год, а объем программы остался прежним 4428 часов на базе основного общего образования, 2952 часа на базе среднего общего образования. При сокращении срока обучения на один год в график учебного процесса и в учебный план необходимо вместить тоже количество учебных часов. В связи с этим встает вопрос, за счет каких академических часов это сделать? И единственным выходом из сложившейся ситуации является сокращение учебных и производственных практик, так как в сравнении с предыдущим стандартом число часов сократилось в два раза.

В ФГОС СПО указан список дисциплин, которые должна содержать обязательная часть социально-гуманитарного цикла, появились новые дисциплины, такие как «Основы бережливого производства» и «Основы финансовой грамотности», также в обязательной части общеобразовательного цикла студенты должны изучить дисциплины которые в предыдущем стандарте отсутствовали, такие как «Светотехника» и «Основы автоматики».

В стандарте предусматривается освоение трех видов деятельности, вместо пяти, причем их название незначительно отличается от предыдущего, добавлены роботизация и роботизированные системы, что предусматривает введение дисциплин, связанных с робототехникой. Также образовательная организация имеет право самостоятельно формировать виды деятельности в

дополнение к указанным в стандарте.

В предыдущем ФГОС СПО был перечень учебных лабораторий, мастерских и полигонов с четко прописанными названиями, в новом специальные помещения должны представлять собой учебные аудитории, лаборатории, мастерские оснащенные оборудованием, техническими средствами обучения для проведения занятий всех видов, предусмотренных образовательной программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, а также для проведения текущего контроля промежуточной и государственной итоговой аттестации, помещения для организации самостоятельной и воспитательной работы [2], и все виды учебной деятельности должны быть обеспечены расходными материалами и оборудованием, необходимым для выполнения электромонтажных работ.

При освоении образовательной программы должны быть сформированы общие и профессиональные компетенции. Из списка общих компетенций убрали ОК-10 «Исполнять воинскую обязанность», в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей). Но девять компетенций изменены и существенно расширены. Например, выпускник должен использовать знания финансовой грамотности, проявлять гражданско-патриотическую позицию, применять стандарты антикоррупционного поведения, содействовать сохранению окружающей среды и ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

В связи с сокращением видов деятельности количество профессиональных компетенций так же сократилось до восьми. Образовательная организация вправе при необходимости самостоятельно включать в образовательную программу дополнительные профессиональные компетенции.

В настоящее время выпускники специальности 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» осваивают в рамках обучения одну профессию «электромонтер по обслуживанию электроустановок», но по-новому ФГОС СПО обучающиеся обязаны освоить профессию рабочего, должность служащего, причем одну или несколько в соответствии с перечнем профессий по которым осуществляется профессиональное обучение.

На всем протяжении подготовки выпускников среднего профессионального образования, студенты выполняли и защищали дипломный проект. Теперь вводится демонстрационный экзамен. Государственная итоговая аттестация (ГИА) согласно ФГОС СПО проводится в форме демонстрационного экзамена и защиты дипломного проекта (работы) [2].

Цель экзамена определить уровень знаний, умений и навыков выпускников, которые позволят вести профессиональную деятельность и

выполнять работу в соответствии со стандартами Ворлдскиллс Россия по специальности либо профессии.

В институте инженерных систем и энергетики, отсутствует материально-техническая база для проведения демонстрационного экзамена. Одним из решений может быть проведение на площадках сторонних образовательных организаций, но возникнут трудности с подготовкой студентов к экзамену. Ведь форма проведения экзамена предусматривает моделирование реальных производственных условий, а отсутствие лабораторной базы не позволит качественно подготовить выпускника к прохождению заданий.

В связи с вышесказанным для подготовки и проведения демонстрационного экзамена, а также организации учебных практик необходимо проектирование и внедрение учебной мастерской.

Кроме этого, наличие мастерской и современной материально-технической базы, соответствующей нормам Ворлдскиллс Россия позволит привлечь к взаимовыгодному сотрудничеству сторонние образовательные организации, учебные центры предприятий и как следствие привлечение спонсоров и потенциальных работодателей к сотрудничеству.

#### Литература:

1. Востребованные профессии электриков в 2021 году. Интернет портал «Пропроф.ру» [Электронный ресурс]. – URL: <https://proprof.ru/karera/statistika-i-reitingi/samye-vostrebovannye-professii-elektrikov-v-2021-godu> (дата обращения 03.11.22)

2. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27 мая 2022 г. № 368 «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования. Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/> (дата обращения 03.11.22)

3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 7 мая 2014 г. № 457 «Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования. Официальный информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/70703130/> (дата обращения 03.11.22)

УДК 378.1

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АККРЕДИТАЦИИ  
И ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ (НАДЗОРА) В СФЕРЕ  
ОБРАЗОВАНИЯ**

Кузьмин Николай Владимирович, канд. техн. наук  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
kusmin\_nikolai@mail.ru

Козлов Владимир Александрович, канд. техн. наук  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
vovkakozylov@mail.ru

*В статье приведен анализ новых аккредитационных показателей и рассмотрена методика оценки качества подготовки обучающихся.*

*Ключевые слова: государственная аккредитация, надзор, контроль, диагностическая работа.*

**ASSESSMENT OF THE QUALITY OF TRAINING OF STUDENTS DURING  
STATE ACCREDITATION AND STATE SUPERVISION (SUPERVISION) IN  
THE FIELD OF EDUCATION**

Kusmin Nikolai Vladimirovich, candidate of technical science  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
Kozlov Vladimir Aleksandrovich, candidate of technical science  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*The article provides an analysis of new accreditation indicators and considers the methodology for assessing the quality of training for students.*

*Keywords: state accreditation, supervision, control, diagnostic work.*

1 марта 2022 года вступили в силу изменения в федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», которые вводят в действие новую модель аккредитации образовательной деятельности. Изменен предмет государственной аккредитации: вместо соответствия программы требованиям ФГОС теперь образовательные организации будут оцениваться по аккредитационным показателям, которые утверждены Минобрнауки. Согласно приказу Министерства науки и высшего образования РФ от 25 ноября 2021 г. N 1094 "Об утверждении аккредитационных показателей по образовательным программам высшего образования" эти показатели разбиты на 3 группы: для целей государственной аккредитации образовательной деятельности; для аккредитационного мониторинга и для государственного контроля (надзора) в сфере образования (таблица 1)

**Аккредитационные показатели по образовательным  
программам высшего образования**

**Таблица 1**

Для целей государственной аккредитации образовательной деятельности (минимальное значение 90 баллов)			
1	Средний балл ЕГЭ обучающихся, принятых по его результатам на обучение по очной форме	66 баллов и более	10
		от 60 до 65 баллов	5
		менее 60 баллов	0
2	Наличие электронной информационно-образовательной среды	имеется	10
		не имеется	0
3	Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень и (или) ученое звание, в общем числе работников, реализующих образовательную программу высшего образования	60% и более	20
		от 50% до 59%	5
		менее 50%	0
4	Доля работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой образовательной программы (имеющих стаж работы в данной профессиональной области), в общем числе работников, реализующих образовательную программу высшего образования	соответствует ФГОС	20
		не соответствует ФГОС	0
5	Доля обучающихся, выполнивших 70% и более заданий диагностической работы, сформированной из фонда оценочных средств организации, осуществляющей образовательную деятельность, по заявленной образовательной программе	65% и более	75
		от 55% до 64%	40
		менее 55%	0
6	Наличие внутренней системы оценки качества образования	имеется	10
		не имеется	0
Для целей осуществления аккредитационного мониторинга (минимальное значение 70 баллов)			
1	Средний балл ЕГЭ обучающихся, принятых по его результатам на обучение по очной форме	66 баллов и более	10
		от 60 до 65 баллов	5
		менее 60 баллов	0
2	Наличие электронной информационно-образовательной среды	имеется	10
		не имеется	0
3	Доля обучающихся, успешно завершивших обучение по образовательной программе высшего образования, от общей численности обучающихся, поступивших на обучение по соответствующей образовательной программе высшего образования	70% и более	10
		от 50% до 69%	5
		менее 50%	0
4	Доля выпускников, выполнивших обязательства по договорам о целевом обучении по соответствующим направлениям подготовки/специальностям высшего образования, от общего количества выпускников, обучавшихся по договорам о целевом обучении	50% и более	10
		от 30% до 49%	5
		менее 30%	0
5	Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень и (или) ученое звание, в общем числе работников, реализующих образовательную программу высшего образования	60% и более	20
		от 50% до 59%	5
		менее 50%	0
6	Доля работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой образовательной программы (имеющих стаж работы в данной профессиональной области), в общем числе работников, реализующих образовательную программу высшего образования	соответствует ФГОС	20
		не соответствует ФГОС	0
7	Наличие внутренней системы оценки качества образования	имеется	10
		не имеется	0
8	Доля выпускников, трудоустроившихся в течение календарного года,	75% и более	20

	следующего за годом выпуска, в общей численности выпускников образовательной организации, обучавшихся по основным образовательным программам высшего образования	от 50% до 75%	10
		менее 50%	0
Для целей осуществления федерального государственного контроля (надзора) в сфере образования (минимальное значение 60 баллов)			
1	Доля обучающихся, выполнивших 70% и более заданий диагностической работы, сформированной из фонда оценочных средств организации, осуществляющей образовательную деятельность, по соответствующей образовательной программе	65% и более	75
		от 55% до 64%	40
		менее 55%	0
2	Наличие внутренней системы оценки качества образования	имеется	20
		не имеется	0

Пунктом 5 аккредитационных показателей и пунктом 1 показателей при проведении контроля (надзора) является диагностическая работа, оценивающая качество подготовки обучающихся.

Диагностическая работа (ДР) формируется из фонда оценочных средств образовательной организации, целью которой является определение уровня достижения результатов обучения и (или) освоения образовательной программы, установленных образовательной программой по соответствующему направлению подготовки/специальности. Как правило, результатом обучения является освоение универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

ДР проводится в отношении старшего курса (года, периода) обучения, по обоснованно выбранному экспертом универсальным, общепрофессиональным и (или) профессиональным компетенциям.

Численность обучающихся, участвующих в выполнении ДР, должна составлять не менее 70% обучающихся, осваивающих соответствующую образовательную программу, от списочного состава академических групп.

При проведении ДР образовательная организация обеспечивает осуществление видеозаписи проведения диагностической работы и хранение указанной видеозаписи.

Анализ требований показывает, что наиболее весомым показателем является результат выполнения ДР. Положительное заключение как при прохождении государственной аккредитации, так и при государственном контроле (надзоре) не будет получено, если доля обучающихся, выполнивших 70% и более заданий диагностической работы будет менее 55% от выполнявших работу студентов. В связи с этим, каждый преподаватель, как и вузы в целом, должны быть заинтересованы в более качественном составлении оценочных материалов, их регулярной корректировке и апробации.

Литература:

1. . Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 30.12.2020 N 273-ФЗ СПС «Консультант Плюс [Электрон. ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 14.11.2022)

2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки [Электрон. ресурс]. – URL: [HTTPS://OBRNADZOR.GOV.RU/](https://obrnadzor.gov.ru/) (ДАТА ОБРАЩЕНИЯ 14.02.2022)

УДК 378.14

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И НАВЫКОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ ДЛЯ АПК**

Резниченко Ирина Юрьевна, д-р техн. наук, профессор  
Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия,  
Кемерово, Россия

E-mail: irina.reznichenko@gmail.com

*Аннотация. Рассмотрена роль лабораторно - практических занятий при формировании профессиональных компетенций, навыков и умений будущих инженеров по направлению подготовки 35.03.07 – Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции*

*Ключевые слова: профессиональные компетенции, инженеры, навыки, лабораторные занятия*

## **FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCES AND SKILLS IN TRAINING ENGINEERS FOR AIC**

Reznichenko Irina Yu, doctor of technical sciences, professor of  
Kuzbass State agricultural Academy, Russia, Kemerovo city

*Abstract. The role of laboratory and practical classes in the formation of professional competencies, skills and abilities of future engineers in the direction of training 35.03.07 - Technology of production and processing of agricultural products is considered.*

*Key words: professional competencies, engineers, skills, laboratory classes*

Четвертая промышленная революция Индустрия 4.0 изменяет не только производство, но и нашу повседневную жизнь. Современные технологии немислимы без таких новых инструментов и методов как искусственный интеллект, машинное зрение, интернет вещей, 2D и 3D- печать, био- и нейротехнологии. Будущие инженеры – это инноваторы, которые будут заниматься разработкой востребованных продуктов питания, организовывать технологический процесс в рамках концепции Качество 4.0 (Quality 4.0).

Подготовка современных специалистов для различных перерабатывающих и пищевых предприятий, производств с законченным циклом требует от образовательных учреждений выпуска компетентных инженеров, обладающих определенными профессиональными знаниями, а также умениями и практическими навыками. Приобретенные навыки и умения необходимы для осуществления технологического процесса (хранение, переработка растениеводческой и животноводческой продукции), контроля за соблюдением требований нормативных документов, рационального использования сырья, эффективного применения оборудования, ведения системы менеджмента качества. Особую роль при осуществлении контроля за качеством сырья и готовой продукции, снижения рисков и повышения эффективности работы за счет уменьшения доли дефектной продукции

занимают лабораторные испытания.

Лабораторно-практические занятия предусмотрены для таких изучаемых дисциплин как: экспертиза сельскохозяйственной продукции, теххимический контроль сельскохозяйственного сырья, методы исследования сельскохозяйственного сырья и продукции, контроль и управление качеством продукции и др. и направлены на приобретение обучающимися практических навыков и умений работы с лабораторным оборудованием, приборами [1].

Целью работы являлось освоение профессиональных компетенций по дисциплине «Товароведение и экспертиза сельскохозяйственной продукции», а именно способности анализировать состояние и динамику объекта с использованием измерительных методов, средств анализа и приобретение практических навыков работы с лабораторным оборудованием, приборами и реактивами. Задача заключалась в овладении навыками проведения экспертизы качества хлебобулочных изделий согласно требованиям нормативных документов. Работа проводилась в лабораторных условиях кафедры биотехнологий и производства продуктов питания факультета технологического предпринимательства Кузбасской ГСХА.

Для решения поставленной задачи обучающиеся ознакомились с порядком проведения экспертизы, нормативной документацией, методами анализа. Объектами исследований являлись образцы сушек различных производителей: №1- сушки мини, производитель завод Алешина, Абакан; №2 – сушки традиционные, производитель ООО «Кубанский комбинат хлебопродуктов», г. Краснодар

В качестве методов испытаний применяли измерительные методы исследований. В результате обучающиеся овладели навыками определения органолептических показателей качества и физико-химических показателей, таких как массовая доля влаги методом высушивания в сушильном шкафу, кислотности методом титрования, набухаемости.

Таким образом, наряду с самостоятельной работой студентов, которая формирует характеристику компетенции «знать», большое значение в формировании результатов обучения и показателей их достижений, таких как «владеть» и «уметь» имеют лабораторные испытания. Практические и лабораторные работы направлены на закрепление студентами теоретического материала, способствуют его осмыслению и усвоению, а также умению работать в коллективе, принимать общие решения. Полученные навыки найдут практическое решение при прохождении практик, оформления результатов собственной исследовательской работы, выполнении выпускной квалификационной работы. Для преподавателя совместная работа дает возможность увидеть индивидуальные особенности студента и привлечь его к научному сотрудничеству.

#### Литература:

1. Резниченко, И.Ю. Лабораторные испытания в организации учебного процесса как фактор формирования профессиональных навыков/И.Ю. Резниченко, Д.А. Малко, Е.С. Косова Е.С//Образование и общество. -2021. - № 6 (131).- С. 95-100.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ РАБОТЫ ДЛЯ ДОПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО КУРСА**

Романченко Наталья Митрофановна, канд. техн. наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет,

Красноярск, Россия

girenkov@mail.ru

*В статье описана практика использования работы участников студенческого научного кружка для дополнения учебного материала электронного курса «Материаловедение. Технология конструкционных материалов».*

*Ключевые слова: самостоятельная работа, студенческая научная работа, студенческий научный кружок, электронные учебные курсы.*

## **USING THE RESULTS OF STUDENT SCIENTIFIC WORK TO SUPPLEMENT THE ELECTRONIC LEARNING COURSE**

Romanchenko Natalia Mitrofanovna, candidate of technical science,

associate professor

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*The article describes the practice of using the work of students' scientific circle participants to supplement the educational material of the electronic course «Materials Science. Technology of Structural Materials».*

*Key words: independent work, student scientific work, student scientific circle, electronic training courses.*

Организация студенческой научной работы является одной из важнейших задач педагога – преподавателя высшей школы. Именно в занятиях научной деятельностью молодые исследователи приобретают важнейшие для существования в конкурентной среде свойства личности, такие как:

- отсутствие завышенной самооценки;
- умение работать в команде и быть нацеленным на конечный результат;
- обладание проектным мышлением, способностью выстраивать алгоритм действий, с четким пониманием конечного результата своей деятельности;
- обладание инновационным мышлением (способность быстро воспринимать новую информацию);
- умение грамотно выстраивать техническую речь, четко формулировать мысли, быть коммуникабельным и способным вести деловые переговоры [3].

Перечисленные компетенции в той или иной степени осваиваются студентами не только в учебных аудиториях, но в большей степени при своей самостоятельной работе при изучении курса. Как известно, существует четыре уровня самостоятельной работы – от простого к сложному [1]. Самые высокие цели ставятся перед обучающимися в ходе выполнения самостоятельной

работы четвертого уровня сложности, в результате которой создаются предпосылки творческой деятельности.

Образовательный процесс на кафедре «Общеобразовательные дисциплины» ведется со студентами первых трех курсов института инженерных систем и энергетики Красноярского ГАУ. Со второго семестра лучшие студенты привлекаются к работе студенческого научного кружка «Современные конструкционные материалы», получив основные теоретические знания и практические навыки при изучении дисциплины «Материаловедение. Технология конструкционных материалов». Молодые исследователи получают знания и умения в проведении литературного поиска по заданной тематике, создании научных презентаций, формулировании целей и задач своих исследований. Итогом этой работы является написание научной статьи и представление доклада на научных конференциях Всероссийского и международного уровня.

При изучении дисциплины «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» на аудиторных занятиях студенты пользуются учебными пособиями и учебниками на бумажных носителях. Но более 50 % материала изучаются ими самостоятельно с помощью электронного курса дисциплины, расположенного на платформе LMS Moodle [4, 6]. Текущий и промежуточный контроль знаний проводится тоже с помощью упомянутого электронного курса.

Для изготовления деталей сельскохозяйственных машин и автомобилей применяются как металлические материалы (сплавы черных и цветных металлов), так и неметаллические конструкционные материалы (пластмассы, резина, стекло, дерево и другие [5]).

Так как в соответствии с рабочей программой дисциплины «Материаловедение. ТКМ» большинство вопросов, связанных с современными неметаллическими конструкционными материалами, материалами металлургического производства, отнесены к самостоятельному изучению, то именно эти вопросы и являются предметом исследования участников студенческого кружка.

## Модуль 4. Машиностроительные материалы

-  Тема 9. Легированные стали и сплавы
-  Лабораторная работа 12
-  Тема 10. Цветные металлы и сплавы
-  Лабораторная работа 13
-  Тема 11. Электротехнические, неметаллические и композиционные материалы
-  Лекции к модулю 4. Версия для печати
-  Презентация к модулю 4 Презентация PowerPoint 2007, 5.9Мбайт
-  Новые конструкционные материалы
- Статьи участников студенческого научного кружка
-  Промежуточное тестирование по Модулю 4

Рис. 1. Содержание модуля 4 «Машиностроительные материалы» электронного курса «Материаловедение. Технология конструкционных материалов»

Материалы исследования апробируются на заседаниях кружка, далее на площадках студенческих конференций. Опубликованные работы размещаются для изучения студентами соответствующих тем в электронном курсе «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» (рис. 1 и 2) в формате «Страница».

### Материаловедение. Технология конструкционных материалов

#### Новые конструкционные материалы

Статьи студентов - участников научного кружка «Современные конструкционные материалы»

ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИМЕРОВ ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ БУРЫХ УГЛЕЙ КАНСКО-АЧИНСКОГО БАССЕЙНА

Деньгосева Л.А., Голубцов П.А. В сборнике: РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ. Материалы II Международной научной конференции. Красноярск, 2022. С. 294-298.

<http://www.kgau.ru/new/all/science/04/content3/55.pdf>

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Залба В.О., Карабулин Д.В. В сборнике: РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ. Материалы II Международной научной конференции. Красноярск, 2022. С. 299-303.

<http://www.kgau.ru/new/all/science/04/content3/55.pdf>

Рис. 2. Содержание страницы «Новые конструкционные материалы (студенческие работы)»

За время трехлетней работы кружка в электронном курсе опубликованы 18 научных статей, апробированных на Всероссийских и Международных студенческих конференциях.

Как показала практика [2], полученные в процессе занятий в кружке кафедры общеинженерных дисциплин компетенции участники развивают на выпускающих кафедрах «Тракторы и автомобили», «Механизация и технический сервис в агропромышленном комплексе», продолжая затем обучение в магистратуре, а лучшие студенты – в аспирантуре института.

Таким образом, последовательно занимаясь научной деятельностью в бакалавриате, магистратуре, аспирантуре, выпускник приобретает тот набор компетенций, который необходим ему, чтобы стать высококвалифицированным специалистом и успешно реализовать себя на современном рынке труда.

#### Литература:

1. Гузанов Б.Н. Организация самостоятельной работы студентов вуза в условиях реализации многоуровневой модели обучения: монография / Б.Н. Гузанов, Н.В. Морозова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2014. 158 с.

2. Кузьмин Н.В. Организация научной деятельности студентов как элемента самостоятельной работы в учебном процессе / Н.В. Кузьмин, Н.М. Романченко // // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практич. конф.; Ч. 1: Образование: опыт, проблемы, перспективы развития / Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2022. – с. 260-264.

3. Носкова О.Е. Влияние научно-исследовательской работы студентов на профессиональное самоопределение и трудоустройство / О.Е. Носкова, Н.В. Кузьмин, Н.М. Романченко // От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК. Проблемы совершенствования профессионального образования и воспитания: сборник статей международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 24–25 марта 2022 г.) / Екатеринбург: Издательство Уральского ГАУ, 2022. – с. 86-90.

4. Романченко Н.М. Использование дистанционных образовательных технологий в условиях вынужденной изоляции // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практич. конф.; Ч. 1: Образование: опыт, проблемы, перспективы развития, 21 – 23 апреля 2020 г. / Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2020. – с. 188–191.

5. 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.

6. Романченко Н.М. Реализация модели смешанного обучения при преподавании технических дисциплин / Н.М. Романченко, О.Е. Носкова, В.Н. Гиренков // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практич. конф.; Ч. 1: Образование: опыт, проблемы, перспективы развития, 20 – 22 апреля 2021 г. / Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2021. – с. 232-235.

**СЕКЦИЯ 4**  
**АСПЕКТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ**  
**АГРОИНЖЕНЕРИИ В РАБОТАХ СТУДЕНТОВ**

УДК 65.011.56

**ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ**  
**В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ**

Винтер Анатолий Анатольевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
vinter.tolik1999@mail.ru

Соловьев Сергей Андреевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
serg102210221022@mail.ru;

Научный руководитель: Баранова Марина Петровна, д-р техн. наук, доцент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
marina60@mail.ru

*Из-за большой протяженности электрических сетей их обслуживание и ремонт при повреждении усложняются необходимостью доставки бригады к месту выполнения работ. В работе показана возможность решения большого количества внештатных ситуаций, приводящих к отсутствию напряжения, применением устройства автоматического повторного включения без участия специализированного персонала.*

*Ключевые: автоматическое повторное включение, потребитель линии электропередач, снижение потерь.*

**FEATURES OF AN ELECTRIC METER WITH REMOTE READING**

Winter Anatoly Anatolyevich, student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Solovyov Sergey Andreevich, student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Scientific supervisor: Baranova Marina Petrovna,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of System Power  
Engineering

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*Due to the large length of electrical networks, their maintenance and repair, in case of damage, are complicated by the need to deliver a team to the place of work. Because of this, most of the emergency situations that lead to a lack of voltage are solved by automatic re-activation (APV) without the need for employee intervention.*

*Key words: automatic re-activation, consumer, power lines, loss reduction.*

Короткое замыкание (КЗ), которое появляется в системах электроснабжения бывает устойчивым и неустойчивым. Во всех случаях электроснабжение потребителей прекращается из-за отключения релейной

защитой на время, необходимое для проверки и восстановления нормальной работы.

Поиск места повреждения участка высоковольтной линии (ВЛ) с помощью её осмотра оперативным персоналом зачастую занимает много времени (от 1 ч. и более), а повреждения могут иметь лишь неустойчивый характер. В связи с этим, нередко оперативный персонал, для устранения аварийного нарушения, повторно включает линию под напряжение. Если в течение отведенного времени не произошло срабатывания релейной защиты, то считается, что повторное включение произошло успешно [9].

Для более продуктивной работы оперативного персонала и линий электропередач было разработано автоматическое повторное включение (АПВ). АПВ предназначается для быстрого восстановления электроснабжения потребителей при неустойчивых КЗ и, как следствие, уменьшения экономических потерь. АПВ в современных энергетических системах являются одним из основных способов увеличения надежности их работы и бесперебойного питания потребителей. За время эксплуатации энергетических систем было установлено, что большая часть нарушений и повреждений изоляции электроустановок в целом, и линий электропередач в частности, часто устраняется снятием напряжения. Эти повреждения и разрушения появляются из-за грозových перекрытий изоляции, переламывания и нахлестывания проводов друг на друга при порывистом ветре и сбрасывании гололеда, падения веток и деревьев, повреждения проводов механизмами, способными к передвижению (автотранспорт, телеги, стрелы крана и т.д.) [2]. Если время воздействия на сеть релейной защиты мало, то электрическая дуга, которая появляется при нарушении изоляции, не успеет повлечь критические повреждения (перегорание проводов, полное разрушение изолятора) и вновь включенная линия электропередач остаётся в работе, следовательно, АПВ выполняет свои функции и успешно срабатывает. Устойчивые повреждения, такие как, скрутки проводов, замыкания проводов оборванным грозозащитным тросом, неисправности и разрушения опор, происходят гораздо реже. В таких случаях АПВ считается нереализуемой, линия заново отключается релейной защитой (Рисунок).

Эффективность применения АПВ можно определить не только количеством удачных повторных включений, но и числом потребителей, у которых не нарушился нормальный режим работы электроприёмников и отсутствием экономического ущерба за время отсутствия электроэнергии без применения АПВ [5].

АПВ, применяемое на линиях с односторонним питанием, является самым эффективным устройством, т.к. если повторное включение произойдёт успешно, то будет восстановлено электроснабжение всех потребителей

Согласно Правилам устройств электроустановок (ПУЭ) [6], применение АПВ обязательно на всех воздушных и смешанных (кабельно-воздушных) линиях напряжением выше 1 кВ.

Неустойчивые КЗ бывают не только на линиях электропередач, но и на шинах подстанции. АПВ шин является целесообразным. Связано это с тем, что

каждый успешный случай их включения не допускает аварийного отключения целой подстанции или её ячейки на длительный период времени.

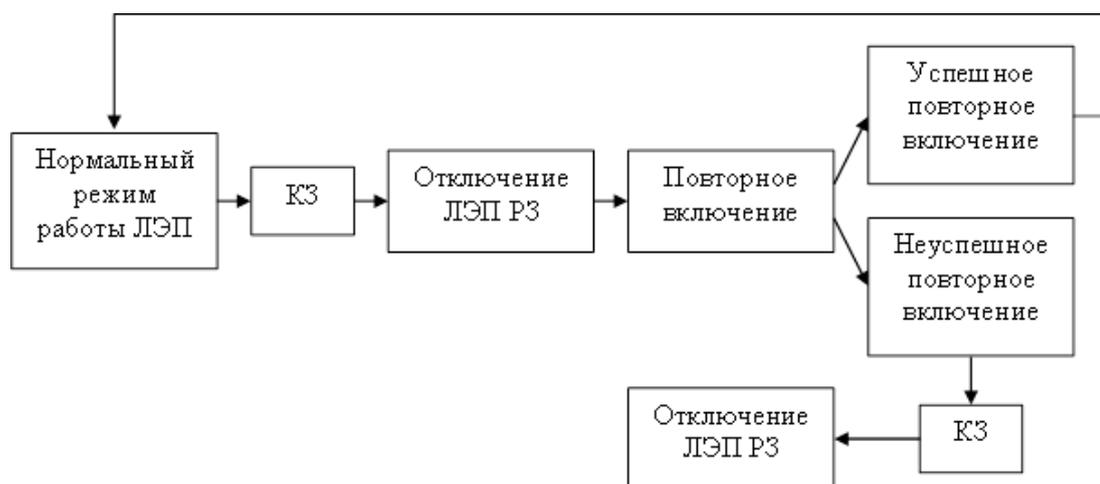


Рисунок – Принцип срабатывания АПВ.

Зачастую КЗ на кабельных линиях (КЛ) являются устойчивыми, но это не снижает эффективности использования на таких линиях автоматического повторного включения. Успешность повторного включения КЛ составляет 45-60%. Это обусловлено тем, что отключения на КЛ бывают связаны с перегрузкой оборудования или вызваны неселективными действиями защиты.

В распределительных сетях достаточно часто используют АПВ совместно с другими устройствами электроавтоматики, что позволяет отказаться на подстанциях от постоянно действующего дежурного персонала и перевести этих сотрудников на обслуживание оперативными выездными бригадами (ОВБ) [4-7].

Таким образом, внедрение АПВ в распределительных сетях позволило расширить масштабы использования подстанций 35—110 кВ, выполненных без выключателей на стороне высокого напряжения. Следует отметить, что в таких случаях выключатели и АПВ устанавливаются исключительно на питающих линиях со стороны головного участка сети.

#### Литература:

1. Автоматика электросетей URL: <https://studfile.net/preview/1955830/> (Дата обращения 09.11.22)
2. Баранова М.П., Снижение интенсивности образования наледи на линиях электропередач высокого напряжения, путем нанесения супергидрофобного покрытия/ М.П. Баранова, А.И. Каршибаев, Ф.Н. Рахмонов, А.А. Хамидов// Горный вестник Узбекистана. - №1 (80). – Из-во НГМК. – С. 111-115.
3. Вензелев Р.В., Интеллектуальные сети в электроснабжении сельскохозяйственных /Р.В. Вензелев, М.П. Баранова// В сб.: Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе

России. Материалы II Международной научной конференции. Красноярск, 2022. С. 37-41.

4. Как работают устройства автоматики повторного включения (АПВ) URL: <https://www.asutpp.ru/avtomaticheskoe-povtornoie-vklyuchenie.html> (Дата обращения 09.11.22)

5. Пилипенко П.Ю., Снижение потерь в системах электроснабжения / П.Ю. Пилипенко, М.П. Баранова // В сб.: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. Красноярск, 2020. С. 157-162.

6. Правила установки электроустановок URL: <https://www.elec.ru/library/direction/pue.html> (Дата обращения 09.11.22)

Смирнов И.В., Разработка математической модели систем быстродействующего автоматического ввода резерва /И.В. Смирнов, Р.А. Баранов, Г.О. Холбоев, М.П. Баранова// Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. Материалы II Международной научной конференции. Красноярск, 2022. С. 5-9

8. Холбоев Г.О., Использование схем автоматического включения резерва на высоковольтных распределительных устройствах, оснащенных защитой минимального напряжения / Г.О. Холбоев, М.П. Баранова // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. Красноярск, 2020. С. 162-165.

9. Tovboev, A Analysis of autoparametric oscillations in three-pfase electro-ferromagnetic circuits /A Tovboev, M. Ibodulaev, M. Baranova, I Grishina// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 862 (2020) 062041 doi:10.1088/1757-899X/862/6/062041

УДК 631.372

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЖИДКОСТНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ НАГНЕТАЕМОГО ВОЗДУХА**

Геранимус Никита Валерьевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет,

Красноярск, Россия

sannikovdiesel@mail.ru

Научный руководитель: Санников Дмитрий Александрович,

канд. техн. наук, доцент кафедр «Тракторы и автомобили»

Красноярский государственный аграрный университет,

Красноярск, Россия

sannikovdiesel@mail.ru

*В статье рассмотрена перспективная конструкция системы жидкостного охлаждения надувочного воздуха, предназначенная для реализации в автотракторных двигателях.*

*Ключевые слова: нагнетание, давление, температура, воздух, охлаждение, жидкость, теплоотвод, эффективность.*

## INCREASING THE EFFICIENCY OF THE INTAKE AIR LIQUID COOLING SYSTEM

Geranimus Nikita Valerievich, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Scientific adviser: Sannikov Dmitry Alexandrovich,

Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department

«Tractors and Automobiles»

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article considers a promising design of the charge air liquid cooling system intended for implementation in automotive and tractor engines.*

*Key words: discharge, pressure, temperature, air, cooling, liquid, heat sink, efficiency.*

Как правило, современный автотракторных дизельный двигатель оснащается системой нагнетания воздуха, что существенно улучшает их технико-экономические показатели. При использовании нагнетателей с давлением надува свыше 0,15 МПа требуется использовать промежуточные охладителем надувочного воздуха. [1, 5] Для эти целей применяются массово воздухо-воздушные охладители, которые при низкой стоимости изготовления и эксплуатации имеют умеренную эффективность: понижение температуры нагнетаемого воздуха в них не превышает 40 градусов (рис. 1а). [2]

Для понижения температуры нагнетаемого воздуха до более низких температур возможно использовать жидкостные охладители (рис. 1б).

В качестве устройств, нагнетающих воздух, используют различные виды нагнетателей, наибольшее распространение получили центробежные нагнетатели с газовым приводом, которых приводит к значительному увеличению температуры надувочного воздуха (свыше 380 К). [4]

В качестве охладителей нагнетаемого воздуха применяются воздушные или жидкостные охладители. При этом высокую эффективностью работы имеют жидкостные охладители, которые имеют техническую возможность, как охлаждать надувочный воздух, так и подогревать его. Следовательно, использование охладителя нагнетаемого воздуха является предпочтительным для обеспечения оптимальной температуры нагнетаемого воздуха в ДВС. [2, 3]

Задачей разработки системы жидкостного охлаждения нагнетаемого воздуха является поддержание оптимальной температуры нагнетаемого воздуха вне зависимости от его давления нагнетания и температуры. [1.] Предлагаемая система жидкостного охлаждения надувочного воздуха показана на рис. 2.

Достижение технической задачи возможно (рис. 2) установкой трехходовых клапанов (поз, 5), соединяющих контур охлаждения нагнетаемого воздуха (контур А) с контуром системы охлаждения ДВС (контур Б) посредством перепускной линии (поз. 9), насоса охладителя нагнетаемого воздуха (поз. 6), радиатора охладителя нагнетаемого воздуха (поз. 4), расширительного бачка (поз. 17) контура охлаждения нагнетаемого воздуха, электронного блока управления (поз. 15) и датчиков давления (поз. 10 и 12) и температуры (поз. 11 и 13) нагнетаемого воздуха, смонтированных на трубопроводе и впускном коллекторе ДВС.

Алгоритм работы следующий: блок управления, оказывая управляющее воздействие на трехходовые клапана, позволяет им направлять охлаждающую жидкость, в зависимости от температуры нагнетаемого воздуха, либо в контур А охлаждения нагнетаемого воздуха, тем самым снижая температуру нагнетаемого воздуха, либо в контур Б системы охлаждения ДВС, тем самым увеличивая температуру нагнетаемого воздуха, при этом управление потоком охлаждающей жидкости, как для охлаждения, так и для нагрева нагнетаемого воздуха, осуществляется на основании показаний датчиков температуры и давления.

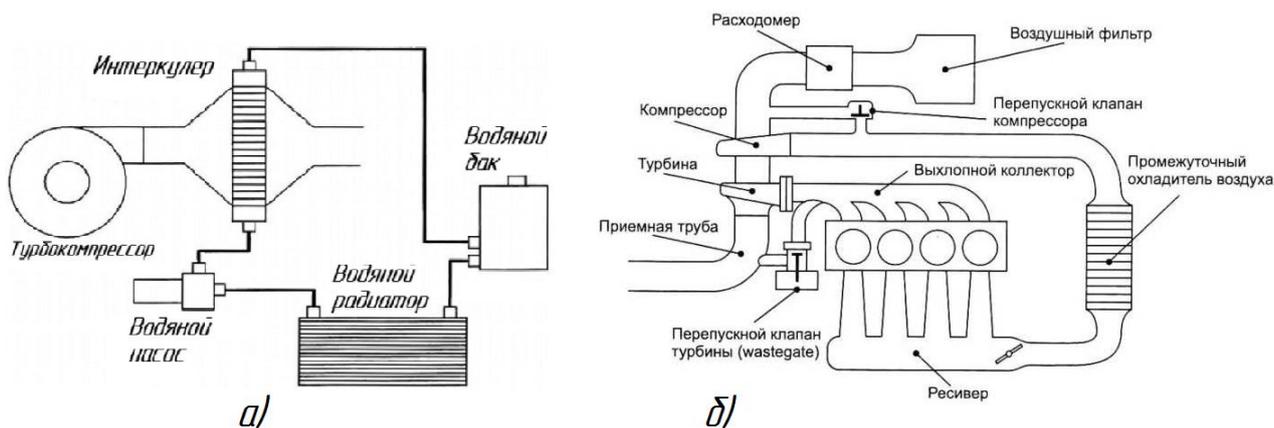


Рисунок 1 - Сравнение систем охлаждения нагнетаемого воздуха

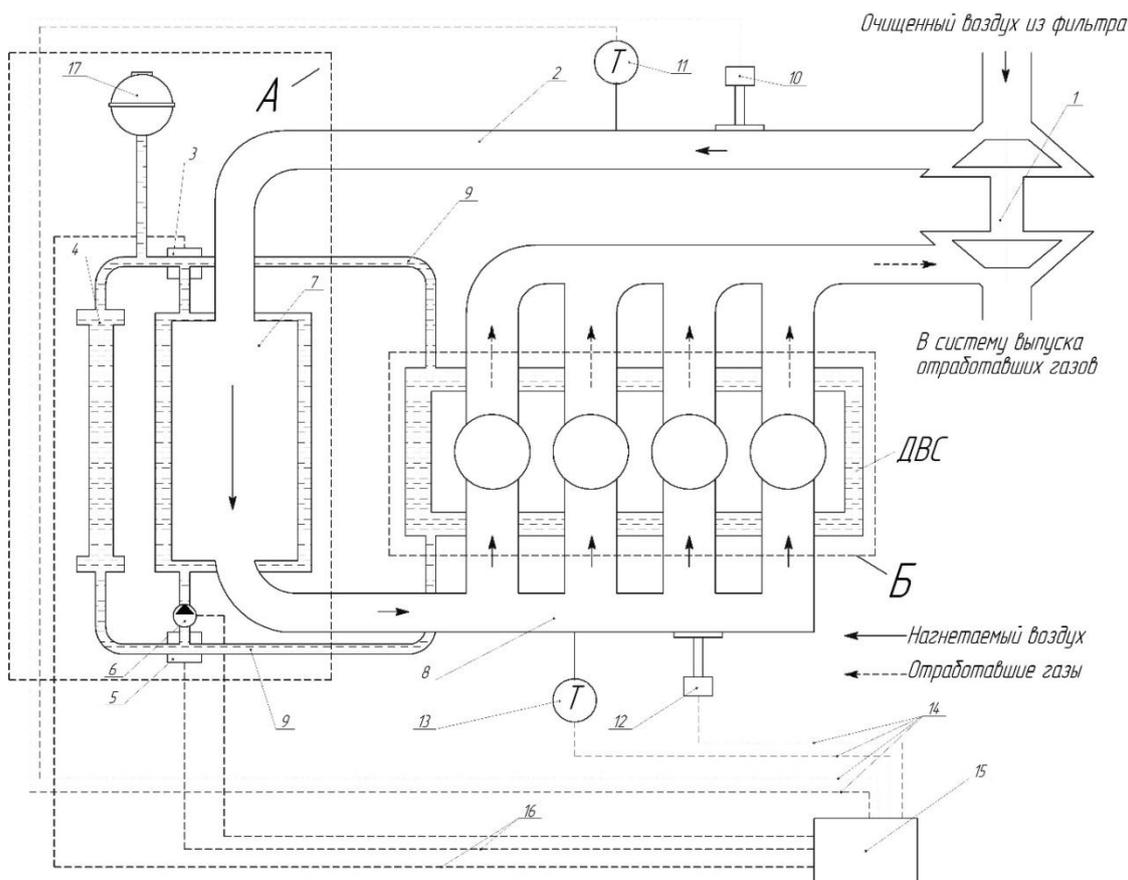


Рисунок 2 - Предлагаемая система жидкостного охлаждения нагнетаемого воздуха в ДВС

Указанный алгоритм работы предлагаемой системы позволяет получить наибольшую эффективность во всех нагрузочных и скоростных режимах работы автотракторного ДВС. Практическим аспектом внедрения данной системы является потенциальная возможность увеличения мощности ДВС за счет увеличения плотности воздушного заряда, что позволит реализовать увеличенную подачу топлива [1, 5]. Таким образом внедрение разработанной системы позволит форсировать ДВС.

Проведя анализ предлагаемой системы жидкостного охлаждения нагнетаемого воздуха можно делать следующие выводы:

1. Для обеспечения эффективного охлаждения нагнетаемого воздуха в автотракторных ДВС следует применять жидкостные охладители, которые могут в себе сочетать функции как охлаждения, так и подогрева поступающего воздуха.

2. Разработанная система может быть реализована на любом виде транспортного средства, применяемого в АПК.

#### Литература:

1. Лиханов В.А., Девятьяров Р.Р. Расчет автомобильных двигателей: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – Киров: Вятская ГСХА, 2008. – 176 с.

2. Пат RU 151615 С1 Российская Федерация, МПК F02D 23/00, F02N 19/04 Автоматическая система регулирования температуры наддувочного воздуха [Текст] / Башегуров С.В.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "КАМАЗ". - № 2014116129; заявл. 22.04.2014; опубл. 10.04.2015.

3. Пат. RU 2726865 С1 Российская Федерация, МПК F02B 29/04, F02B 33/44, F02M 31/20, F02D 23/00 Система регулирования температуры нагнетаемого воздуха ДВС [Текст] / Санников Д.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет. - № 2019136263; заявл. 11.11.2019; опубл. 16.07.2020.

4. Санников, Д.А. Курсовое проектирование по дисциплине "Тракторы и автомобили": учеб.-метод. пособие [Текст] / Д.А Санников; Краснояр. гос. аграр. ун-т, - Красноярск, 2018. -196 с.

5. Шароглазов Б. А., Фарафонов М. Ф., Клементьев В. В. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов: Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания». - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004. - 344 с.

УДК 631.372:621.1

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ОПЫТНОГО  
ОБРАЗЦА КУЛЬТИВАТОРА**

Глушков Рем Валерьевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
remyzin@mail.ru

Крылов Александр Владимирович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
alexkr00@icloud.com

Кузнецова Полина Александровна, студент

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия  
polinakuznezova2002@mail.ru

Научный руководитель: Кузнецов Александр Вадимович,  
канд. техн. наук, доцент кафедры «Тракторы и автомобили»

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
kuznetsov1223@yandex.ru

*Аннотация: Представленная работа направлена на адаптацию современных методов и технических средств, которые позволят усовершенствовать процесс испытаний, а также повысить достоверность экспериментального определения функциональных характеристик современных почвообрабатывающих агрегатов разного технологического назначения с использованием современных цифровых технологий.*

*Ключевые слова: колесный трактор, почвообрабатывающий агрегат, экспериментальные исследования.*

**THE METHOD OF DETERMINING THE ENERGY CONSUMPTION  
OF A PROTOTYPE CULTIVATOR**

Glushkov Rem Valenevich, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia remyzin@mail.ru

Krylov Alexander Vladimirovich, studen

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Kuznetsova Polina Alexandrovna, student

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

polinakuznezova2002@mail.ru

Scientific supervisor: Kuznetsov Alexander Vadimovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Tractors  
and Automobiles"

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*Abstract: The presented work is aimed at adapting modern methods and technical means that will improve the testing process, as well as increase the reliability of experimental determination of the functional characteristics of modern*

*tillage units for various technological purposes using modern digital technologies.*

*Keywords: wheeled tractor, tillage unit, experimental research.*

Общая тенденция в развитии техники и стремление к высоким характеристикам приводит к усложнению конструктивных форм узлов и деталей современных почвообрабатывающих агрегатов. Сложность и многообразие действующих на них нагрузок в большинстве случаев не позволяют достоверно определить параметры путем моделирования или расчетным способом. То есть машины не могут быть надежно спроектированы и выполнены или усовершенствованы наряду с постоянно растущими требованиями к улучшению показателей надежности и снижению металлоемкости без проведения экспериментальных исследований.

Достижение оптимальных характеристик почвообрабатывающих агрегатов требуют значительных затрат материальных и временных ресурсов и проведения при этом большого объема опытов, для выявления многообразия факторов, подлежащих входному и выходному определению и контролю. Исследования опытного образца культиватора модульного типа для проведения операций предпосевной обработки почвы и обработки паров под сельскохозяйственные культуры осуществлялись на базе энергонасыщенного трактора непосредственно в реальных условиях эксплуатации, с целью выявления рациональных кинематических и динамических характеристик вследствие изменения конструктивных и эксплуатационных параметров.

При исследовании сложных технических систем, по улучшению их использования решение может быть принято только после экспериментальной проверки основных положений теоретического анализа, получения достоверных эксплуатационных показателей на операциях обработки почвы в характерных для региона условиях функционирования. И проведения на их основе необходимых расчетов.

Программа экспериментальных исследований предусматривала проведение физических экспериментов в полевых условиях с целью получения данных:

- оценки влияния многообразия действующих нагрузок на составляющие тягового КПД и рациональный тяговый диапазон трактора;
- анализа показателей использования потенциальных возможностей почвообрабатывающих агрегатов разного технологического назначения на базе энергонасыщенных колесных тракторов, разработки мероприятий по их повышению;
- для обоснования режимов работы агрегатов в зональных технологиях почвообработки.

Методическую основу при обосновании цели и задач, разработке структуры и содержания экспериментальных исследований составляют:

- ГОСТ 7057-2001 Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний;
- ГОСТ 24055-2016. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. Общие положения;

- ГОСТ Р 52777-2007. Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки;
- ГОСТ Р 52778-2007. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки;
- ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний;
- ГОСТ 34393-2018 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки;
- ГОСТ 30745-2001. Тракторы сельскохозяйственные. Определение тяговых показателей.

Цель исследования – выявление рациональных кинематических и динамических характеристик культиватора при изменении конструктивных и эксплуатационных параметров в условиях АПК Красноярского края.

Задачи исследований:

- 1) типовые тяговые испытания и энергетическая оценка секции опытного образца культиватора;
- 2) определения агротехнических показателей работы культиватора в условиях АПК Красноярского края.

Для решения поставленных задач был разработан и скомплектован измерительно-вычислительный комплекс для определения динамических показателей МТА (рис. 1). Место проведения исследований – полигон «Учебно-опытное хозяйство «Миндерлинское» Красноярский край, Сухобузимский район, п. Борск.

Для сбора, обработки, сохранения и предоставления оператору информации с первичных преобразователей использовалась программа «Исследователь», установленная на ноутбуке – рабочем месте инженера-испытателя. Программа позволяет работать в режиме проведения опыта с регистрацией усреднённых показателей по всем аналоговым и температурным каналами, подсчётом импульсов дискретных каналов и расчётом в реальном режиме времени показателей энергетической оценки сельскохозяйственных машин и тяговых испытаний тракторов в соответствии с ГОСТ Р 52777-2007 и ГОСТ Р 52778-2007.

Оборудование производит измерение физических параметров, контролируемых входными первичными преобразователями, позволяет непрерывно фиксировать необходимые данные по аналоговым, дискретным и температурным каналам в виде графиков и таблиц. Эти данные можно перенести в другие программы (MS Excel, Mathcad и др.) для дальнейшей обработки.

Предварительным этапом являлась подготовка серийно выпускаемого сельскохозяйственного трактора общего назначения 6-го тягового класса «Кировец» К-744Р2 комплектация «Стандарт» производства АО «Петербургский тракторный завод» к полевым испытаниям.

Лабораторно-полевые испытания проводились в соответствии с указанными выше стандартами для определения следующих показателей и параметров:

- 1) рациональных диапазонов рабочей скорости агрегатов;
- 2) тягового КПД, его составляющих и рационального тягового диапазона;
- 3) эффективной мощности двигателя и тяговой мощности на крюке трактора;
- 4) потенциальной производительности, топливных и энергетических затрат почвообрабатывающих агрегатов;
- 5) оптимальной ширины захвата почвообрабатывающих агрегатов и природных условий их использования.



Рисунок 1 – Определения силы сопротивления при культивации

В соответствии с поставленными задачами в программу экспериментальных исследований испытываемый трактор дополнительно оборудовался:

- четырьмя датчиками оборотов;
- измерителем скорости и пройденного пути;
- датчиком частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- расходомером топлива;
- тензометрическим датчиком;
- измерительной информационной системой;
- ноутбуком с программным обеспечением.

Основным используемым оборудованием являлась измерительная информационная система ИП-264 предназначенная для использования в

научно-исследовательских и учебных целях специально внедряемая КубНИИТиМом для проведения энергетической, эксплуатационно-технологической оценок машин и тяговых испытаний тракторов в соответствии с национальными и международными стандартами. Так как приборы отвечают всем требованиям проведения исследований на энергетическом средстве с дизельным силовым агрегатом.

Подготовка МТА и ИВК также заключалась в изготовлении приспособлений для присоединения путеизмерительного колеса, и датчиков оборотов ведущих колес и установки индуктивного датчика для измерения частоты вращения коленчатого вала дизельного двигателя.

Для получения достоверных результатов запись параметров осуществлялись с трехкратной повторностью.

#### Выводы

Скомплектованный и доработанный измерительно-вычислительный комплекс для выявления рациональных кинематических и динамических характеристик культиватора модульного типа позволяют проводить испытания в условиях эксплуатации, с соблюдением действующих требований.

Однако для надежной и безотказной работы измерительно-вычислительного комплекса с прицепными сельскохозяйственными машинами необходимо дополнительно изготовить приспособление для удерживания тензометрического датчика.

#### Литература:

1. Селиванов, Н.И. Типоразмеры колесных тракторов и состав почвообрабатывающих агрегатов для Восточно-Сибирской агрозоны / Н.И. Селиванов, А.В. Кузнецов, Н.И. Кузьмин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3. – С. 94–101.

2. Селиванов, Н.И. Реализация потенциальных возможностей колесных тракторов «Кировец» / Селиванов Н.И., Кузнецов А.В., Кузьмин Н.В. // В сборнике: Наука и образование: опыт проблемы, перспективы развития. Красноярск, 2022. С. 119-122.

3. Селиванов, Н.И. Оценка эксплуатационных показателей колесных тракторов в условиях АПК Красноярского края / Селиванов Н.И., Кузнецов А.В., Кузьмин Н.В., Васильев А.А., Запрудский В.Н., Аверьянов В.В. // В сборнике: Наука и образование: опыт проблемы, перспективы развития. Красноярск, 2020. С. 111-114.

4. Селиванов, Н.И. Система Адаптации колесных тракторов высокой мощности к зональным технологиям почвообработки / Селиванов Н.И., Кузнецов А.В. // Вестник КрасГАУ. –2014. – № 6 (93). С. 232-237.

УДК 662.7

## **АНАЛИЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫГРУЗКИ КОКСА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ БУРОГО УГЛЯ**

Деньгаева Полина Алексеевна, студент  
dengaeva.polina@mail.ru

Залба Владислав Олегович, студент  
men.zalba2016@yandex.ru

Научный руководитель: Романченко Наталья Митрофановна,  
канд. техн. наук, доцент кафедры общепромышленных дисциплин  
girenkov@mail.ru

Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия

*В статье проанализированы некоторые способы и устройства выгрузки кокса из реакторов. Предложен метод выгрузки готового продукта, позволяющий предотвратить пригорание полученного кокса к стенкам печей.*

*Ключевые слова: бурый уголь, топливо, глубокая переработка, коксовая печь, пьезоизлучатель.*

## **ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF COKE UNLOADING METHODS, PRODUCED FROM BROWN COAL**

Dengaeva Polina Alekseevna, student  
Salba Vladislav Olegovich, student

Scientific supervisor: Romanchenko Natalia Mitrofanovna  
candidate of technical science, associate professor of general engineering disciplines  
department

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*The article some methods and devices for unloading coke from reactors are analyzed. A method is proposed for unloading the finished product, which makes it possible to prevent the resulting coke from sticking to the walls of the furnaces.*

*Key words: brown coal, fuel, deep processing, coke oven, piezoelectric emitter.*

Решение экологических проблем [10], существующих в Красноярске и Красноярском крае, является актуальной задачей для специалистов различного профиля.

Воздух Красноярска существенно загрязнен выбросами ТЭЦ, муниципальных котельных и частных домовладений, работающих на бурых углях Канско-Ачинского угольного бассейна, имеющих низкую цену и легкую транспортную доступность.

Традиционное использование бурого угля в качестве топлива ограничивается законодательством многих стран из-за большого количества вредных выбросов в атмосферу, которые наносят не только необратимый вред здоровью человека, но и вызывают коррозионное разрушение

конструкционных материалов техники, в том числе сельскохозяйственной [1, 5].

Перспективным использованием бурого угля является его переработка на кокс, так как именно из кокса получают множество химических продуктов, служащих источником производства минеральных удобрений, пластиков, лаков, красок и др. Также кокс служит основой получения так называемого бездымного топлива, брикеты которого производятся из порошка буроугольного кокса с применением клейстера из пшеничной муки в качестве связующего.

Переработка угля на кокс производится в коксовых печах (реакторах), модернизация которых в настоящее время является актуальной проблемой.

Цель настоящей работы – совершенствование конструкции коксовой печи для переработки бурого угля на кокс с решением задачи усовершенствования метода выгрузки готового продукта.

Поставленные задачи решались при помощи методов научного исследования: анализа научной и учебной литературы по тематике исследования; сравнения преимуществ и недостатков различных конструкций коксовых батарей и свойств готового продукта.

В России крупнейшим буроугольным бассейном является Канско-Ачинский, находящийся в основном на территории нашего края и частично в Кемеровской и Иркутской областях. Добыча бурого угля здесь ведется в основном открытым способом на десяти месторождениях: Абанском, Ирша-Бородинском, Березовском, Назаровском, Боготольском, Бородинском, Урюпском, Барандатском, Итатском, Саяно-Партизанском. Наиболее перспективными по запасам угля считаются Бородинское и Березовское месторождения.

Таблица 1. Сведения об углях [2], [6]

Вид угля	Содержание связанного углерода, %	Выход летучих, %	Зольность, %	Массовая доля общей влаги, %	Теплотворная способность, МДж/кг
Бурый	Менее 76	До 50	12-35	20-30	менее 24
Бурый уголь Бородинского месторождения			7,8		27
Бурый уголь Березовского месторождения		45-48	5,6	27-38	16
Буроугольный кокс		5-15	до 10	до 10	27,2-29,3

Угли Бородинского месторождения отличаются низким содержанием золы и серы (табл.1), высоким содержанием первичной смолы – 9,9 % на сухой уголь [6]. Сочетание этих свойств позволяет применять угли для получения жидкого топлива с производством буроугольного кокса и дальнейшей глубокой переработки последнего.

Бурые угли Березовского месторождения обладают благоприятными составом и свойствами: низкие зольность и содержание серы, высокая теплота сгорания (16,0 МДж/кг) [2], а также благоприятный состав золы (СаО+MgO до 55 %). С 2007 года здесь реализуется технология переработки бурых углей с получением кокса и тепловой энергии [2]. Цех по получению буроугольного полукокса планируется построить в ЗАТО «Солнечный» (Ужур-4), у предприятия уже определена территория строительства, земля под строительство оформлена. Попутный горючий газ будет сжигаться на котельной ЗАТО «Солнечный», которая сейчас работает на мазуте [4, 11].

Процесс получения буроугольного полукокса состоит из нескольких этапов [9].

1. Подготовка шихты.
2. Коксование. На этой стадии полученную смесь загружают в коксовую печь на 14-16 часов при температуре 900-1050°C.
3. Удаление готового кокса.
4. Отведение полученной парогазовой смеси для дальнейшей комплексной переработки.

Во многих конструкциях печей [8] при выгрузке полученного кокса отмечается проблема пригорания готового продукта к стенкам печи.

Для лучшего удаления пригоревшего остатка в некоторых случаях рекомендуется ввод в печь разрушающего элемента, например, гидрорезака (рис.1) [7].

В результате данного способа кокс из реактора выгружают через нижний люк в бункер посредством разрушения коксовой массы струями воды под высоким напором из гидрорезака. Гидрорезак опускают в реактор, при этом вращая и перемещая его сверху вниз.

Однако в предложенном способе отмечают такие недостатки, как высокая стоимость оборудования, длительное время процесса коксования и выгрузки, недостаточная температура процесса.

Представленная на рисунке 2 [3] установка позволяет улучшить процесс выгрузки путем замедления самого процесса коксования на стадии подготовки к выгрузке кокса. Коксование проводится в несколько этапов, сначала в течение 6–8 часов, при температуре 505–530 °С и давлении не более 0,2 Мпа в ректификационной колонне (5). Затем выгруженный из колонны в подреакторный бункер (4) полупродукт пропаривается до температуры 390–420°C и под давлением не менее 0,1 Мпа. Здесь же проводят охлаждение кокса водой, что позволяет сократить время нахождения кокса в реакторе.

Недостатком устройства является спонтанное образование сводов, завалов, которое приводит к прекращению выгрузки коксовой массы из реактора.

В работе [12] выгрузку кокса предлагают улучшать использованием порционной подачи готового кокса по трубкам с колпачками (рис. 3).

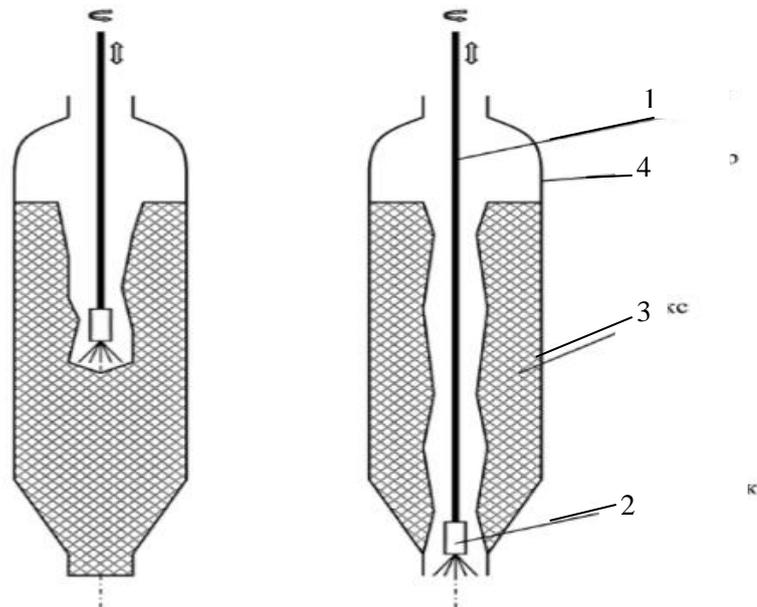


Рисунок 1. Введение разрушающего элемента в рабочий орган под высоким давлением воды:

1- бурильная штанга; 2- гидрорезак; 3-кокс; 4- реактор

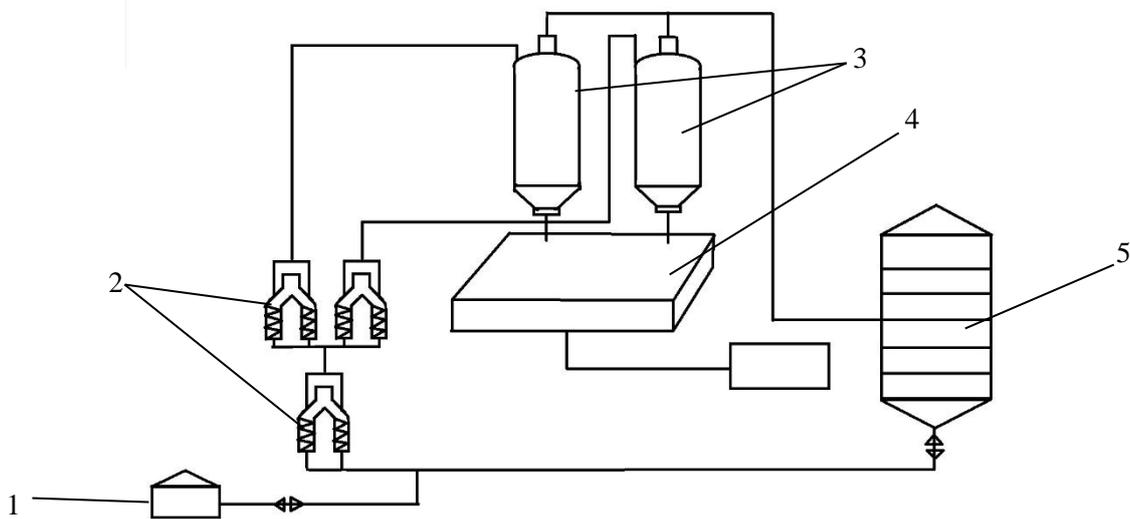


Рисунок. 2. Технологическая схема установки замедленного коксования:

1-Сырьевая емкость; 2- дополнительная трубчатая печь; 3- коксовые камеры; 4-подреакторный бункер; 5- ректификационная колонна.

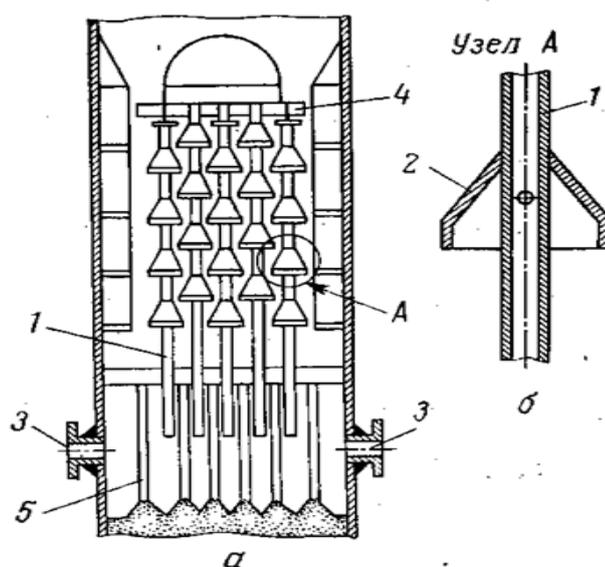


Рис.3. Схема устройства для отделения продуктов реакции от катализатора (а) и трубки с колпачком (б):

1 — газосборная труба; 2 — колпачок; 3 —штуцер для отвода продуктов реакции; 4 —балка для крепления газосборных труб; 5 —переточные трубы для катализатора.

Способ, который мы предлагаем, будет предотвращать прилипание кокса к стенкам изначально.

Для предотвращения пригорания кокса к стенкам печи предлагается использование в процессе акустически-вибрационного поля. В этом случае путем непрерывного воздействия ультразвукового пьезоизлучателя на стенки печи частицы образующегося кокса будут отталкиваться, что предотвратит сцепление продукта со стенками (рис. 4).

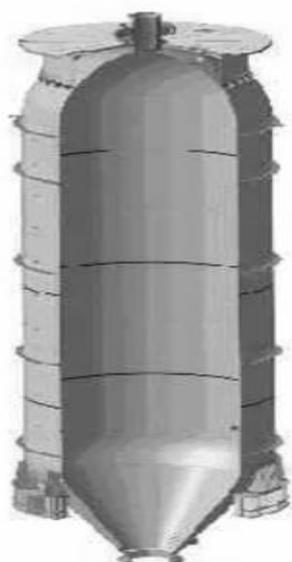


Рис. 4. Коксовая батарея с ультразвуковым пьезоизлучателем

#### Выводы:

1. Проанализированы некоторые способы и устройства выгрузки кокса из реакторов.
2. Предложен метод выгрузки готового продукта, позволяющий предотвратить пригорание полученного кокса к стенкам печей.
3. Внедрение предложенного решения позволит обеспечить более быструю выгрузку готового кокса, что повысит производительность процесса.
4. Возможность достижения более высоких температур коксования улучшит качество готового продукта.

#### Литература:

1. Беспалов В.Ф., Романченко Н.М. О влиянии выбросов предприятий Красноярского края на сохраняемость сельскохозяйственной техники // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практич. конф. Красноярск. 2012.С. 86-89.
2. Галевский Г.В., Аникин А.Е., Руднева В.В., Галевский С.Г. Применение буроугольных полукоксов в металлургии: технологическая и экономическая оценка // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, вып. 2 (243). Санкт-Петербург. 2016. С. 114-123.
3. Озерова, В. В. Реконструкция установки замедленного коксования // Международный научный журнал. 2019. С. 35-39
4. Романченко Н.М. Использование бурых и каменных углей месторождений Красноярского края // Научно-практические аспекты развития АПК: материалы национ. науч. конф.; Часть 1 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2021. – с. 240-243.
5. 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.
6. Бурые угли Урала и Сибири как сырьевая база промышленности искусственного жидкого топлива. [Электронный ресурс]. – URL: <https://chem21.info/page/167255180249088138158235029008207024208114013017> / (дата обращения 14.09.2022)
7. Выгрузка – кокс. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ngpedia.ru/id628392p3.html> (дата обращения 16.09.2022)
8. Конструкции коксовых печей. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.koks.in.ua/tradicionnoe-proizvodstvo-koksa/konstrukcii-koksovyh-pecej> (дата обращения 15.09.2022)
9. Коксохимическая промышленность России. [Электронный ресурс]. – URL: <https://fabricators.ru/article/koksohimicheskaya-promyshlennost> (дата обращения 15.09.2022)
10. Минприроды назвало 35 городов России с наиболее загрязненным воздухом. [Электронный ресурс]. – URL:

<https://www.rbc.ru/rbcfreenews/61c404479a79473e902a3fe6> (Дата обращения: 12.09.2022)

11. Оценка внутреннего спроса на продукты глубокой переработки угля в Красноярском крае. [Электронный ресурс]. – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/162258975.pdf> (дата обращения 15.09.2022)

12. Устройство и принцип действия реакторов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfile.net/preview/7829447/page:56/> (Дата обращения 16.09.2022)

УДК 620.22

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗИНЫ В КАЧЕСТВЕ КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Залба Владислав Олегович, студент  
[men.zalba2016@yandex.ru](mailto:men.zalba2016@yandex.ru)

Золотарёв Даниил Сергеевич, студент  
[denzoloto009@gmail.com](mailto:denzoloto009@gmail.com)

Научный руководитель: Романченко Наталья Митрофановна  
канд. техн. наук, доцент кафедры общеинженерных дисциплин  
[girenkov@mail.ru](mailto:girenkov@mail.ru)

Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия

*В статье проанализированы литература и статистические данные о свойствах, строении, классификации резины, ее применения в сельскохозяйственном машиностроении. Полученные сведения возможно использовать для дополнения учебного материала электронного курса «Материаловедение. Технология конструкционных материалов», применяемого для смешанного обучения студентов направления «Агроинженерия».*

*Ключевые слова: неметаллические конструкционные материалы, резина, сельскохозяйственное машиностроение.*

## **USE OF RUBBER AS A STRUCTURAL MATERIAL IN AGRICULTURAL ENGINEERING**

Salba Vladislav Olegovich, student

Zolotarev Daniil Sergeevich, student

Scientific supervisor: Romanchenko Natalia Mitrofanovna  
candidate of technical science, associate professor of general engineering disciplines  
department

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*The article analyzes the literature and statistical data on the properties, structure, classification of rubber, its application in agricultural engineering. The obtained information can be used to supplement the educational material of the electronic course «Materials Science. Technology of Structural Materials», used for blended learning of students of the direction «Agroengineering».*

*Key words: non-metallic construction materials, rubber, agricultural engineering.*

На кафедре общинженерных дисциплин Красноярского государственного аграрного университета несколько лет функционирует студенческий научный кружок «Современные конструкционные материалы». Студенты направления «Агроинженерия» проводят научные исследования материалов, используемых в сельскохозяйственном машиностроении. Результаты их работы опубликованы в ряде статей [1, 5].

Для изготовления деталей сельскохозяйственных машин и автомобилей применяются как металлические материалы (сплавы черных и цветных металлов), так и неметаллические конструкционные материалы (пластмассы, резина, стекло, дерево и другие [3].

В Красноярском государственном аграрном университете в последние годы развивается смешанный формат обучения, который наряду с аудиторными занятиями предполагает самостоятельное изучение некоторых разделов дисциплин. Для успешной реализации смешанного обучения создан электронный курс дисциплины «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» [4].

Цель настоящей и представленной работы – дополнение учебного материала, изложенного в теме 11 «Электротехнические, неметаллические и композиционные материалы» модуля 4 «Машиностроительные материалы» электронного курса «Материаловедение, Технология конструкционных материалов» [2].

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: проанализировать литературу и статистические сведения о свойствах, строении, современной классификации одного из востребованных конструкционных материалов – резины, ее применения в сельскохозяйственном машиностроении.

Поставленные задачи решались при помощи методов научного исследования: анализа научной и учебной литературы по тематике исследования; анализа официальной статистической информации.

Основным исходным веществом для получения резины является каучук. Он может быть натуральным или синтетическим, последний используется для большинства сортов резины. Синтетический каучук получается из нефтепродуктов, природного газа, ацетилен, древесины путем полимеризации низкомолекулярных веществ, получения высокомолекулярных соединений в виде каучукоподобного продукта. Далее происходит вулканизация каучука – его взаимодействие (путем нагрева) с некоторыми веществами (серой, сажей, мелом, каолином, оксидом цинка и пр.), в результате которой линейная структура материала превращается в сетчатую, и полученная резина приобретает терморезистивное (а не термопластичное, как у каучука) состояние.

В процессе приготовления сырой резины куски каучука с другими компонентами пропускают через смесители и полученной пластичной однородной массе придают нужную форму путем выдавливания в прессах либо

литьем под давлением. Далее при вулканизации сера вступает в реакцию с каучуком, полученная масса теряет пластичность, но приобретает эластичность. При максимальном насыщении серой (до 30...50 %) получают твердую резину (эбонит), при насыщении серой до 10...15 % – полутвердую резину. Мягкая резина (для производства автомобильных камер) получается при содержании серы не более 3 %.

Итак, состав резины:

- основа (каучук);
- наполнители (сажа, оксид кремния, оксид титана, мел, барит, тальк);
- мягчители (канифоль, вазелин);
- противостарители (парафин, воск, минеральные масла);
- элементы вулканизации (сера, оксид цинка).

В таблице 1 приведены для сравнения механические свойства (прочность при растяжении, относительное удлинение) важнейших металлических сплавов (среднеуглеродистой стали, ковкого чугуна) и резины.

Разброс данных по свойствам резины объясняется существующим разнообразием каучуков, применяемых для изготовления разных видов резины.

Таблица 1. Механические свойства некоторых конструкционных материалов [3, 8]

Материал	$\sigma_s$ , МПа	$\delta$ , %
Сталь 45	610	16
КЧ 37-12	370	12
Резина	1...50	700...800

Следует отметить высокую эластичность резины (по сравнению с указанными в таблице материалами) и достаточную (для большинства видов резины) механическую прочность. Резина обладает низкой твердостью. К сожалению, нам не удалось провести сравнение этого свойства для разных материалов, так как измерение твердости для металлических материалов проводится методами Бринелля или Роквелла, а резины – методом Шора. Таблиц перевода твердости, измеренной разными методами, в литературе обнаружить не удалось.

Вследствие многообразия условий эксплуатации деталей техники, многообразны и виды существующих марок резины, все они делятся на резины общего и специального назначения.

В сельскохозяйственном производстве широко применяются резины общего назначения для изготовления камер и шин, приводных ремней (служат для передачи движения от вала к вспомогательным агрегатам автомобилей, тракторов, комбайнов), армированных транспортных лент и рукавов высокого давления (для транспортировки сыпучих продуктов) [6].

Резины специального назначения делятся на бензомаслостойкие, морозостойкие, теплостойкие, стойкие к действию агрессивных сред, диэлектрические, огнестойкие, электропроводящие, радиационностойкие. Резины этих видов в сельскохозяйственном машиностроении используются для изготовления уплотнительных прокладок, колец, сальников, манжет, рукавов, шлангов (маслобензостойкие – для длительной эксплуатации в контакте с маслами, топливами, смазками, гидравлическими жидкостями) [6].

В 2021 году в России наблюдается небольшой рост труб и шлангов из вулканизированной резины, всего было произведено 7978 тонн этих резинотехнических изделий, что на 2,2 % больше объема производства в 2020 году [7].

В период 2018-2021 гг. средние цены производителей на трубы, трубки, шланги и рукава из вулканизированной резины упали на 42,8%, с 56,7 руб./м до 32,4 руб./м [7].

Лидером производства этих резинотехнических изделий в 2021 году стал Приволжский федеральный округ с долей около 52,7 % [7].

#### Вывод

Представленные в статье сведения о свойствах, строении, современной классификации резины, ее применения для производства резинотехнических изделий в конструкциях объектов сельскохозяйственного машиностроения возможно использовать для дополнения учебного материала электронного курса «Материаловедение. Технология конструкционных материалов», применяемого для смешанного обучения студентов направления «Агроинженерия».

#### Литература:

1. Голубцов П.А., Деньгаева П.А., Никитина М.А. Поликарбонат как современный конструкционный материал // Сборник материалов XVI Всероссийской студенческой конференции «Студенческая наука – взгляд в будущее», Красноярск, 2021, с. 9-12.

2. Романченко Н.М. Использование дистанционных образовательных технологий в условиях вынужденной изоляции // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практич. конф.; Ч. 1: Образование: опыт, проблемы, перспективы развития, 21 – 23 апреля 2020 г. / Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2020. – с. 188–191.

3. 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.

4. Романченко Н.М., Носкова О.Е., Гиренков В.Н. Реализация модели смешанного обучения при преподавании технических дисциплин // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практич. конф.; Ч. 1: Образование: опыт, проблемы, перспективы развития, 20 – 22 апреля 2021 г. / Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2021. – с. 232-235.

5. Цыглимов И.А., Глушков Р.В. Применение современных

композиционных материалов в автомобильной промышленности / Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. 2020. № 16. с. 159-162.

6. Классификация резин по назначению. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.chemport.ru/data/chemipedia/imgs/4046-2.jpg> (дата обращения 07.11.2022)

7. Рынок резинотехнических изделий в России. [Электронный ресурс]. – URL: <https://alto-group.ru/otchet/rossija/769-rynok-rezinotexnicheskix-izdelij-tekushhaya-situaciya-i-prognoz-2017-2021-gg.html> (дата обращения 07.11.2022)

8. Свойства резин на основе различных каучуков. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.chemport.ru/data/chemipedia/imgs/4046-1.jpg> (дата обращения 07.11.2022)

УДК 621.311

## **ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ГИБРИДНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

Засимов Иван Игоревич, студент магистратуры

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
za.vano@mail.ru

Научный руководитель: Бастрон Андрей Владимирович

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
abastron@yandex.ru

*В статье представлены материалы исследований конструкций гибридных электростанций. Анализ статей необходим для формулировки научной и технических проблем, которые необходимо решить при разработке систем электроснабжения с использованием солнечной энергии в ходе выполнении магистерской диссертации.*

*Ключевые слова: анализ, исследование, гибридные электростанции, ДГУ, ДЭС, система электроснабжения.*

## **STUDIES OF THE DESIGNS OF GIBRIT POWER PLANTS**

Zasimov Ivan Igorevich, master's student

Of the Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Scientific supervisor: Bastron Andrey Vladimirovich

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article presents the materials of studies of the designs of hybrid power plants. Analysis of articles is necessary to formulate scientific and technical problems that need to be solved in the development of power supply systems using solar energy during the implementation of the master's thesis.*

*Keywords: analysis, research, hybrid power plants, DGS, DES, power supply system.*

На данный момент на территории Российской федерации существует огромное количество районов, в которых нет доступа к централизованному

электроснабжению. В них входят территории ближнего и дальнего Севера. Децентрализованные системы электроснабжения обеспечиваются электроэнергией с помощью дизель-генераторных установок (ДГУ). Соединение ДГУ формирует дизельную электростанцию (ДЭС). В интересах предоставления бесперебойной, а также надежной работы ДЭС необходимо снабжение станции дизельным топливом.

Очевидно, проявленными проблемами снабжения электрической энергией децентрализованных населённых пунктов является:

- цена привозимого дизельного горючего для ДЭС очень высока, что приводит к высокой стоимости генерируемой электроэнергии;
- оборудование эксплуатируется в суровых природно-климатических условиях, что ускоряет износ электрооборудования;
- использование ДГУ загрязняет окружающую среду.

Одним из наиболее эффективных решений является применение гибридных ДЭС, с помощью фотоэлектрических панелей и мини-ГАЭС.

С целью выявления тенденций развития гибридных ДЭС были проведен обзор научных статей, результаты которого представлены в таблице.

Таблица. Обзор статей по гибридным ДЭС

№ п/п	Название статьи	Авторы	Заключения
1	Управление дизель-генераторами дизельных электростанций с учетом изменения нагрузки электростанции	Н.А. Новгородов, М.С. Гринкруг, Ю.И. Ткачева	В данной работе рассмотрена схема управления подключением и отключением ДГУ на ДЭС с целью уменьшения расхода топлива.  Прогнозирование изменения мощности нагрузки ДЭС и определение моментов времени включения и отключения ДГУ от нагрузки происходит с учетом фактической температуры ДГУ и необходимого времени для их прогрева и пуска [6]
2	Выбор мощности генерирующего оборудования автономной солнечно-дизельной электростанции и мегаваттного класса	В. Дмитриенко, Н. Б.В. Лукутин.	Рекомендуемой схемой построения энергетического комплекса является солнечно-дизельная электростанция, в которой ФЭС работает параллельно с локальной электрической сетью, образованной дизельной электростанцией.  ФЭС мегаваттного класса, предполагающиеся к строительству в отдаленных северных поселках, как правило, не предусматривают

			<p>использование аккумуляторных батарей, в связи с дороговизной и сопутствующими проблемами (доставка, монтаж, расходы на обслуживание).</p> <p>Для контроля параметров распределительной сети, нагрузки и режимов работы дизель-генераторов необходимо применение интеллектуальной системы управления [2]</p>
3	<p>Технико-экономическое сравнение мини-ГАЭС и электрохимической системы накопления энергии в работе с солнечно-дизельной электростанцией.</p>	<p>Д. Д. Силукова, Г. Б. Нестренко.</p>	<p>За счет отсутствия ограничений на глубину разряда мини-ГАЭС во всех вариантах позволяет на большее число часов отключить дизельную генерацию, а значит только с этой стороны, как экономайзер, показывает себя лучше. Тем не менее, затраты на нее даже с учетом экономии топлива на рассмотренном временном промежутке не позволяют сказать, что мини-ГАЭС эффективнее систем накопления электрической энергии на основе литий-ионных аккумуляторов [7]</p>
4	<p>Оптимальные решения системы автоматического управления энергокомплексов средней мощности на основе возобновляемых источников энергии</p>	<p>В.В. Елистратов</p>	<p>В России, учитывая территориальные, природно-климатические и социально-экономические особенности территории и народонаселения, высокую стоимость тарифа на электроэнергию в автономных и децентрализованных зонах энергоснабжения и наличие высокого потенциала ВИЭ, создаются хорошие предпосылки для развития энергетически и экономически эффективных технологий энергоснабжения потребителей с использованием гибридных энергокомплексов на основе ВИЭ.</p> <p>Управление оборудованием ВИЭ ограничивается изменением максимальной уставки мощности и/или максимальной уставки динамики</p>

			мощности в инверторе ВЭУ и СФЭУ на период автоматических переключений, что обеспечивает возможность применения серийного оборудования ВЭУ, СФЭУ и ДГУ [4]
5	Оптимизация установленной мощности фотоэлектростанций в составе дизельных систем электроснабжения северных поселков	В. Н. Дмитриенко, Б.В. Лукутин.	При построении гибридного комплекса с параллельной работой ФЭС и ДЭС требуется поддержание стабильности системы за счет поддержания необходимого уровня непрерывной дизельной генерации. Увеличение установленной мощности фотоэлектрической части гибридного комплекса, при превышении определенных значений, приводит к необходимости ограничения мощности генерации ФЭС, что приводит к снижению показателей комплекса в целом [3]
6	Исследование функционирования фотоэлектрической установки в условиях облачной погоды на территории Севера	Н.П. Местников, П.Ф. Васильев, Г. И. Давыдов, А. М. Хоютанов, А. М. Альзаккар	В результате проведения экспериментальных исследований определены среднестатистические показатели освещенности, которые коррелируются с показателями освещенности по видам облачности (с разницей 7,95%). Погрешность объясняется расхождениями в визуальном определении вида облачности, а также возможностью учета межвидовых граничных состояний облаков. [5]

Анализ статей, часть из которых приведена в таблице, показывает, что современное развитие конструкций гибридных электростанций имеет следующие **тенденции**:

- повышается надежность электроснабжения за счет установки интеллектуальной системы управления генерацией и потребления, а также подача в электрическую сеть производится от разных источников.

- уменьшается расход дизельного топлива, с использованием гибридных ветро-солнце-дизельной станций.

**Народно-хозяйственная задача, которую необходимо решить в выпускной квалификационной работе магистра,** состоит в разработке гибридной автономной системы генерации электрической энергии с использованием ВИЭ, обеспечивающей качество электрической энергии в соответствии с ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии» при

снижении затрат на дизельное топливо.

**Научная задача** состоит в исследовании и обосновании рациональных режимов совместной работы солнечной, ветровой и дизельной электростанций.

**Техническая проблема** состоит в обосновании и разработке конструкции автономной системы электроснабжения с использованием гибридных солнечно-дизельных установок и ветроэлектрических станций для бесперебойного электроснабжения потребителей в северных районах Красноярского края.

#### Литература:

1) ГОСТ Р 56124.5-2014 - «Возобновляемая энергетика. Гибридные электростанции на основе возобновляемых источников энергии, предназначенные для сельской электрификации».

2) Дмитриенко, В. Н. Выбор мощности генерирующего оборудования автономной солнечно-дизельной электростанции мегаваттного класса / В. Н. Дмитриенко, Б.В. Лукутин, // Филиал ЗАО «Сибирский ЭНТЦ»- институт «ТомскТЭП», №4. – 2015– С 61-66.

3) Дмитриенко, В. Н. Оптимизация установленной мощности фотоэлектростанций в составе дизельных систем электроснабжения северных поселков / В. Н. Дмитриенко, Б.В. Лукутин // Филиал ЗАО «Сибирский ЭНТЦ»-институт «ТомскТЭП», №6. – 2018– С 16-21.

4) Елистратов, В.В. Оптимальные решения системы автоматического управления энергокомплексов средней мощности на основе возобновляемых источников энергии / В.В. Елистратов. // Силовое и энергетическое оборудование. Автономные системы, Том 2. – 2019– С 69-76.

5) Местников, Н. П. Исследование функционирования фотоэлектрической установки в условиях облачной погоды на территории Севера / Н. П. Местников, П.Ф. Васильев, Г. И. Давыдов и другие авторы // iPolytech Journal, Энергетика, №1. – 2022– С 81-91

6) Новгородов, Н.А. Управление дизель-генераторами дизельных электростанций с учетом изменения нагрузки электростанции / Н.А. Новгородов, М.С. Гринкруг, Ю.И. Ткачева // Научный журнал Проблемы энергетики, №1-2. – 2014– С 45-50.

7) Силукова, Д. Д. Технико-экономическое сравнение мини-ГАЭС и электрохимической системы накопления энергии в работе с солнечно-дизельной электростанцией/ Д. Д. Силукова, Д. Д. Нестренко// Филиал АО «СО ЕЭС» ОДУ Центра- Новосибирский гос. тех. институт, №1. – 2022– С 64-67.

**ПРОИЗВОДСТВО РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ  
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ И КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

Золотарёв Даниил Сергеевич, студент  
denzoloto009@gmail.com

Научный руководитель: Романченко Наталья Митрофановна,  
канд. техн. наук, доцент кафедры общеинженерных дисциплин  
girenkov@mail.ru

Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия

*В статье приведен анализ статистических данных о российских и красноярских производителях синтетического каучука и резинотехнической продукции.*

*Ключевые слова: синтетический каучук, резинотехнические изделия, предприятия, шины.*

**PRODUCTION OF RUBBER PRODUCTS  
AT THE ENTERPRISES OF RUSSIA AND THE KRASNOYARSK REGION**

Zolotarev Daniil Sergeevich, student

Scientific supervisor: Romanchenko Natalia Mitrofanovna  
candidate of technical science, associate professor  
of general engineering disciplines department

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*The article provides an analysis of statistical data on Russian and Krasnoyarsk manufacturers of synthetic rubber and rubber products.*

*Key words: synthetic rubber, rubber products, enterprises, tires.*

В силу уникальности механических свойств резины (высокая эластичность, механическая прочность, водонепроницаемость), она широко используется как конструкционный материал во всех отраслях машиностроения, в том числе и в сельскохозяйственном [1]. В предыдущей работе мы перечислили выпускаемую номенклатуру резинотехнических изделий (РТИ).

Наиболее крупными потребителями резиновых технических изделий являются автомобильная промышленность и сельскохозяйственное машиностроение.

Цель настоящей работы – сбор информации о тенденциях в производстве резинотехнической продукции в Российской Федерации и Красноярском крае.

В настоящее время резинотехническую продукцию в России выпускают более 50 предприятий, однако потребности существующего рынка удовлетворены на 50 % [5]. Основными факторами, которые тормозят развитие отрасли, являются рост цен на сырье, конкуренция на мировом рынке и

экономическая обстановка в стране. Однако, уже в 2021 году в стране наблюдался рост выпуска РТИ по сравнению с 2020 годом на 7,7 %.

В Красноярском крае по статистическим данным [3] также наблюдается положительная динамика развития производства резиновых и пластмассовых изделий (таблица 1).

Основным видом сырья для производства резины является синтетический каучук. В настоящее время в России создана мощная промышленность синтетического каучука, удовлетворяющая по объему (но не по ассортименту) потребность России и стран ближнего зарубежья.

Крупнейшими зарубежными производителями синтетического каучука следует назвать такие, как «Байер», «Эксон», «Дюпон», «Эникем», «ДСМ» [4].

Отечественные производства синтетического каучука по сравнению с зарубежными характеризуются высокими затратами на производство.

Таблица 1. Динамика развития производства резиновых и пластмассовых изделий в Красноярском крае [3]

2017	2018	2019	2020	2021
+31,7 %	нет данных	+11 %	-29,7 %	+2,2 %

Основными предприятиями-производителями синтетических каучуков в стране являются: «Нижекамскнефтехим» – 47 %, «Воронежсинтезкаучук» – 17,6 %, «Гольяттикаучук» – 12,9 %, «Синтез-каучук», г. Стерлитамак – 8,9 %, «Омский каучук» – 3,7 %, Стерлитамакский НХЗ – 3,2 %, Ефремовский завод СК – 2,8 %, Казанский завод СК – 0,6 % [4].

В Красноярске успешно функционирует крупный производитель синтетического каучука, на основе которого и производится резина – это Красноярский завод СК, выпускающий 3,3 % от общероссийского объема продукта [2].

Полученный бутадиен-нитрильный каучук перерабатывается путем прессования или литья в резинотехнические изделия на двух крупных предприятиях города – Красноярском заводе формовых резинотехнических изделий (КЗФРТИ) и ООО «Сибирь – Промышленные инвестиции».

Продукция этих предприятий представляет собой формовые и неформовые РТИ. К формовым резинотехническим изделиям относятся пластины, кольца, сальники, уплотнители. К неформовым – шланги и рукава, ремни и ленты.

Более половины выпускаемого объема каучуков идет на производство шин, покрышек и резиновых камер. В 2021 году наблюдался небольшой, но стабильный рост выпуска этой продукции.

Согласно данным Росстата, в январе – мае 2021 года в стране было произведено 26,9 млн шин, покрышек и резиновых камер, что на 26 % выше 2020 года. Также за этот период было произведено 19,2 млн новых шин и пневматических покрышек для легковых автомобилей (+31 %). Шин и пневматических покрышек для автобусов, троллейбусов и грузовых

автомобилей в январе – мае 2021 года было произведено 3 млн штук (+6,5%) [4]. Производство шин для сельскохозяйственной техники в мае 2021 года выросло по сравнению с маем 2020 года на 17 %, составив 148 тыс. штук, но сократилось по сравнению с апрелем 2021 года на 8,2 %.

С 2022 году наблюдается снижение выпуска шин, что связано с дефицитом синтетического каучука и кордовой ткани. У тому же рынок покинули сразу несколько компаний по производству шин, такие как немецкая фирма Continental (производство в Калужской области), французский концерн Michelin (производство в Московской области), японская компания Bridgestone (производство в Ульяновской области), японская Yokohama (производство в Липецкой области). О приостановке инвестиций объявил и итальянский концерн Pirelli. В стране из иностранных инвесторов остался только завод финской компании Nokian Tyres [2].

На рынке продолжают работать два крупных российских производителя – Ярославский шинный завод и ПАО «Нишнекамскшина» (входит в ПАО «Татнефть»). Кроме того, есть небольшие компании в других регионах – Алтайский шинный комбинат «Нортек», АО «Волтайр-Пром». Также продолжают поставки с Белорусского шинного завода.

Крупнейший в нашем крае Красноярский шинный завод прекратил свою деятельность в 2009 году. В семидесятые годы 20 века он выпускал более 2 млн. шин в год (для легковых и грузовых автомобилей, сельскохозяйственной и специальной техники).

Степень насыщенности резиновыми изделиями – один из основных признаков совершенства, надёжности и комфортабельности массовых видов машиностроительной продукции. В составе механизмов и агрегатов современных автомобиля и трактора имеются сотни наименований и до тысячи штук резиновых деталей.

Стабилизация и дальнейшее совершенствование производства резинотехнической продукции, в том числе и шин, должно стать приоритетным в планах развития промышленности нашей страны.

#### Литература:

1. Романченко Н.М. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Часть I. Материаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.М. Романченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 329 с.
2. Дефицит шин в России: кто заменит ушедших западных производителей и при чем тут Татарстан. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tatar-inform.ru/news/deficit-sin-v-rossii-kto-zamenit-usedsix-zapadnyx-proizvoditelei-i-pri-chem-tut-tatarstan-5860926> (дата обращения 10.11.2022)
3. Информация о достигнутых результатах в отраслях промышленности Красноярского края за 2021 год. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.krskstate.ru/promtorg/strateg/develop> (дата обращения 09.11.2022)
4. Объемы производства резины. [Электронный ресурс]. – URL: <https://poznayka.org/s104212t1.html> (дата обращения 07.11.2022)

5. Современное состояние российского рынка резинотехнических изделий и перспективы его развития. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-rossiyskogo-rynka-rezinotekhnicheskikh-izdeliy-i-perspektivu-ego-razvitiya> (дата обращения 07.11.2022)

УДК 636.085.552

## **АНАЛИЗ ВИДОВ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИНИРОВАННЫХ КОРМОВ**

Карабухин Дмитрий Владимирович, студент  
mr.demon132666@gmail.com

Погребнов Роман Станиславович, студент  
romanpogrebnov@mail.ru

Научный руководитель: Семёнов Александр Викторович  
канд.техн.наук, доцент, зав. кафедрой «Механизация и технический  
сервис в АПК»

Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия

*Аннотация: Одним из самых важных условий получения качественной продукции животного происхождения является правильный, полноценный и сбалансированный рацион питания сельскохозяйственных животных. Для выполнения этого условия существуют различные виды комбинированных кормов, сочетающие в себе все необходимые вещества. Целью представленной работы является проведение анализа данных о видах производства комбикормов.*

*Ключевые слова: комбикорм, домашние животные, рацион питания, агропромышленный комплекс, сельскохозяйственное производство.*

## **ANALYSIS OF TYPES OF PRODUCTION OF COMPOUND FEED**

Karabukhin Dmitry Vladimirovich, student

Pogrebnov Roman Stanislavovich, student

Scientific supervisor: Semyonov Alexander Viktorovich,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head Department of  
"Mechanization and technical service in the agro-industrial complex"

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*Annotation: One of the most important conditions for obtaining quality products of animal origin is the correct, complete and balanced diet of any pet. To fulfill this condition, there are various types of combined feeds that combine all the necessary substances. The purpose of the presented work is to analyze data on the types of feed and their purposes.*

*Key words: feed, pets, diet, agro-industrial complex, agricultural production.*

Вступление. Питание, как известно, необходимо для поддержания жизни и здоровья живого организма. От грамотно построенного рациона питания зависит правильное функционирование всех жизненно важных органов,

развитие организма, использование его генетического потенциала в полной мере без вреда здоровью и, как следствие, здоровое потомство. Питание сельскохозяйственных животных - основополагающая задача одной из отраслей агропромышленного комплекса, такой как животноводство. Для реализации этой задачи существует комбинированные корма, а поскольку скот представляет собой совокупность разных видов домашних животных, соответственно и промышленное изготовление корма будет несколько отличаться.

Цель настоящей работы – анализ научно-обоснованных технологий производства комбинированных кормов и назначения по их применению

Задачи: проанализировать перечень необходимых технологических операций по обработке комбикормов.

Методы научного исследования: анализ научной и учебной литературы по тематике исследования.

Одним из основных способов поддержания жизнеспособности организма животного является сбалансированное питание. В течение первых месяцев жизни молодому организму сельскохозяйственного животного необходимо определенное количество корма животного происхождения, а именно: молоко, костная, кровяная и рыбная мука [1]. Основным компонентом кормления животных более старшего возраста являются продукты растительного происхождения: зерно, отруби, солома, трава. Возраст животного значимое условие при составлении его рациона питания. Также содержание того или иного компонента в корме просчитывается, исходя из вида сельскохозяйственного животного, его физической массы, уровня развития жизненно важных органов и т.д. В результате правильного питания улучшается иммунитет животного, повышается количество получаемой продукции, рождается здоровое потомство. Поэтому изготовление комбинированных кормов является перспективным направлением в области агропромышленного комплекса России.

Существует несколько видов комбинированных кормов, одни применяются для кормления животных на постоянной основе, другие как концентрированные питательные добавки к основному рациону и т.д. Основные виды, которые чаще всего применяются в сельскохозяйственных организациях, представлены на схеме 1.

При производстве комбикормов, как было сказано ранее, учитывается возраст животных. Взрослому скоту для питания достаточно продуктов, прошедших основные технологических операций такие как: очистка сырья, измельчение, дозирование и смешивание. Для молодых животных необходима глубокая обработка сырья, связано это, вероятно, со слабым иммунитетом и неразвитой пищеварительной системой.

Существует несколько операций углубленной технологической обработки зернового сырья, одной из них называется гранулирование. Целью этой операции является прессование продукта в частицы одинаковой формы и размеров для удобства транспортировки, предотвращение слеживания и самосортирования компонентов комбикормов. Применение гранулированного

корма особенно удобно для птиц и рыб т.к. это предотвращает поедание компонентов отдельно. Для скота пережевывание гранул способствует лучшей деятельности организма [3]. Применяется также двойное гранулирование для более качественной и тщательной переработки исходного сырья.

Также существует метод обжаривания зерна. Он улучшает вкусовые свойства, повышает питательную ценность и термически обеззараживает зерно, аналогичным этому способу является микронизация кормов, сущность которого заключается в обработке зерна при помощи инфракрасных лучей, что позволяет добиться тех же результатов [8].

Другим способом углубленной обработки является экструдирование. Суть этого метода схожа с гранулированием, но есть определенные отличия. Предварительно увлажнённое зерно продавливается через отверстие малого диаметра, давление достигает от 0,1 до 0,3 МПа, а температура 120-130 градусов Цельсия, что приводит к разрушению крахмала на легкие углеводы, обеззараживанию продукта и т.д. Продукт выходит в виде гранул диаметром 10-15 мм и имеет пористую структуру [4].

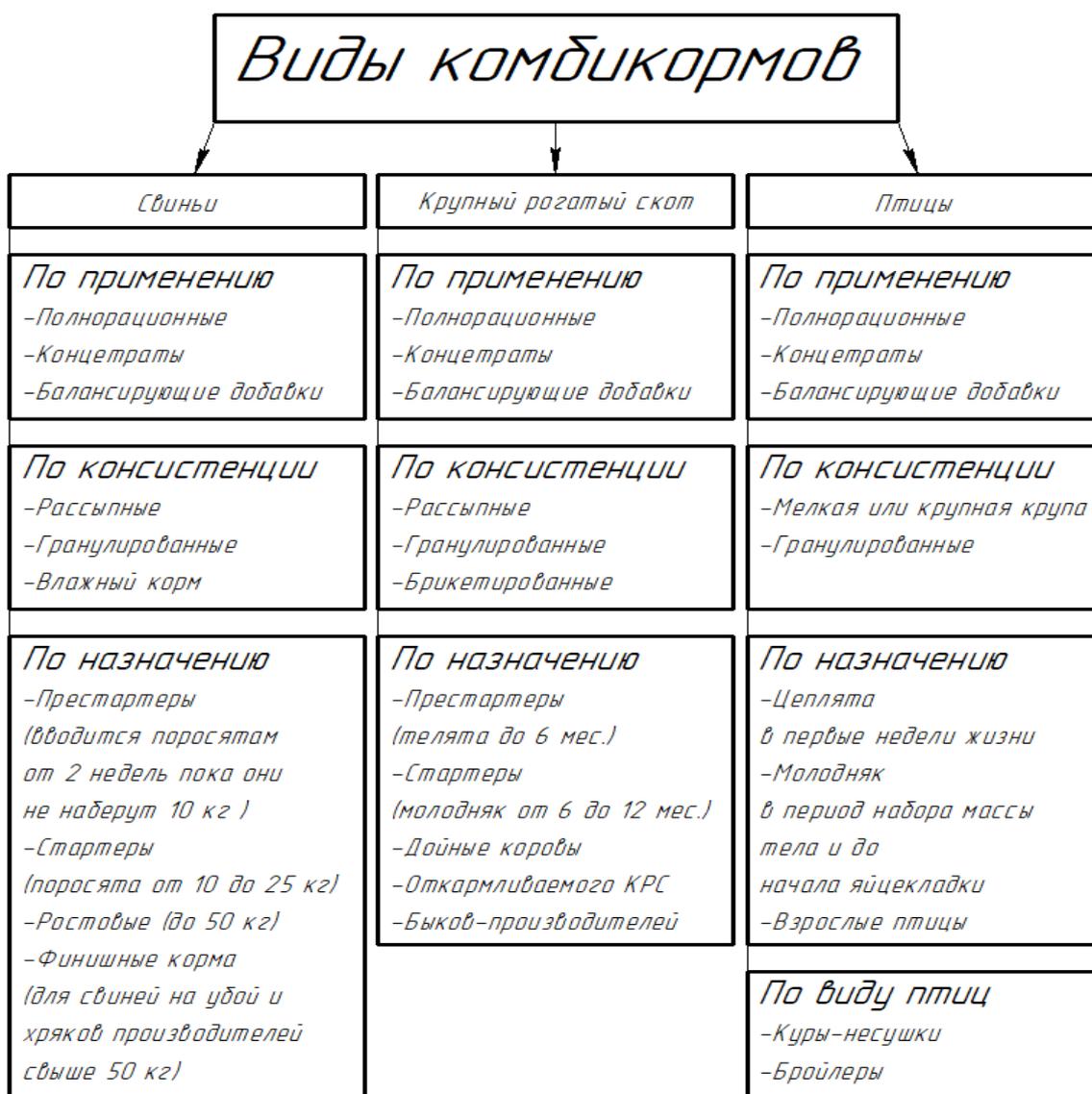


Схема 1. Классификация основных видов комбинированных кормов

Заслуживает внимания способ производства поликомпонентных экструдированных кормов, позволяющих максимально удовлетворить потребности организма животных необходимыми питательными веществами [2,3,4,5,10].

**Вывод.** Производство комбинированных кормов для взрослых животных не требует сложного оборудования, поэтому оно может быть организовано даже в небольших сельскохозяйственных предприятиях. Однако для молодых животных потребуются специфические операции по обработке зерна, направленные в основном на обеззараживание и нагрев, с целью разрушения сложных углеводов.

#### Литература:

1. Кожарова Л. С. Основы комбикормового производства / Л. С. Кожарова – «Пищепромиздат» - 2004, - 287 с.
2. Матюшев В.В. Совершенствование технологии и оборудования для производства поликомпонентных экструзионных смесей. / В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.А. Чалпыгина //Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: мат-лы II Междунар. науч. конф. – Красноярск, 2022. – С. 89-92.
3. Матюшев В.В. Использование экструдатов в кормовых и пищевых технологиях. / В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.А. Чалпыгина, А.А. Беляков //Актуальные вопросы переработки и формирование качества продукции АПК.: мат-лы Междунар. науч. конф. – Красноярск, 2021. – С. 10-13.
4. Матюшев В.В. Производство комбинированных кормов с предварительным проращиванием одного из компонентов смеси. / В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.А. Чалпыгина // Проблемы современной аграрной науки. мат-лы Междунар. науч. конф. – Красноярск, 2020. – С. 367-369.
5. Матюшев В.В. Использование пророщенного зерна пшеницы в экструзионных технологиях. / В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.А. Чалпыгина //Вестник КрасГАУ. – 2020. -№ 11.– С. 184-189.
6. Производство комбикормов в условиях личных подсобных и фермерских хозяйств: монография / И.Н. Краснов, В.М. Филин, А.Н. Глобин, Е.А. Ладыгин. – ФГБОУ ВПО АЧГАА - Зеленоград, 2014. – 228 с.
7. Пелевин А.Д. правила организации и ведения технологических процессов производства продукции комбинированной промышленности / А.Д. Пелевин – «Всероссийский научно-исследовательский институт комбикормовой промышленности» - Воронеж, 1997. – 256 с.
8. Полева Т.А. Нормированное кормление крупного рогатого скота: учеб. пособие/ Т.А. Полева; Красн. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 220 с.
9. Рядчиков В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учебно-практическое пособие / В.Г. Рядчиков – КубГАУ - Краснодар, 2012. - 332 с.
10. Семёнов А.В. Производство поликомпонентных экструдатов на экспериментальном оборудовании. / А.В.Семёнов, И.А. Чалпыгина, В.В. Матюшев // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы Междунар. науч. конф. – Красноярск, 2019. –С. 77-79.

УДК 621.436

**ОБЗОР МАСЛООТЖИМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ  
МАЛОЙ МОЩНОСТИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПОДСОЛНЕЧНОГО И  
РАПСОВОГО МАСЕЛ**

Каюмов Шероз Абдурасулович студент  
sheroz\_qayumov98@mail.ru

Научный руководитель: Доржеев Александр Александрович,  
канд. техн. наук, доцент  
dorzheeva.1985@mail.ru

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

*Рассмотрены требования к производству растительных масел при переработке семян прессованием, представлен маслоотжимного оборудования для предприятий малой мощности, обусловлены требования к выбору маслопрессов для различной загрузки и производительности.*

*Ключевые слова: переработка семян, нормы и требования, прессование, перечень оборудования, предлагаемые решения.*

**OVERVIEW OF OIL-SQUEEZING EQUIPMENT OF TECHNOLOGICAL  
LINES FOR SMALL-CAPACITY ENTERPRISES FOR THE PRODUCTION  
OF SUNFLOWER AND RAPESEED OILS**

Kayumov Sheroz Abdurasulovich Master's degree student  
sheroz\_qayumov98@mail.ru

Scientific supervisor: Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Dorzheev Alexander Alexandrovich  
dorzheeva.1985@mail.ru

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The requirements for the production of vegetable oils during the processing of seeds by pressing are considered, oil-squeezing equipment for low-power enterprises is presented, the requirements for the selection of oil presses for various loads and productivity are determined.*

*Keywords: seed processing, norms and requirements, pressing, list of equipment, proposed solutions.*

На сегодняшний день в агропромышленном комплексе России происходит наращивания объемов производства и переработки масличных. Во всех регионах отрабатываются технологии возделывания, Красноярский край несколько лет лидирует в этом направлении. Нельзя сказать о том, что налажена на должном уровне налажена система элеваторов и переработки. Элеваторы, в большей степени настроены на экспортный ориентир, переработка осуществляется в гораздо меньших объемах, чем экспортные поставки семян.

В сложившихся ситуациях требуется тщательный анализ не только рынка продукции из семян, объемы их производства, но и подходы к

производственным технологиям и их техническому обеспечению. Площади под рапс за 7 лет выросли в несколько раз [1,2]. До наращивания площадей (7-10 лет назад) перерабатывающих мощностей в хозяйствах АПК региона почти хватало. При сегодняшних масштабах – напротив, их не хватает. Оборудование по переработки маслосемян подсолнечника, рапса и других масличных культур было представлено, в основном, прессами и экструдерами импортного производства. На сегодняшний день оно физически устаревает, ремонтных предприятий такого типа очень мало. Поэтому постепенно становится актуальным производить российское оборудование, комплектующие и даже линии в целом.

Несколько десятков лет назад профильными предприятиями совместно с научными организациями разрабатывались правила и нормы на проектирование технологий и оборудования по переработке семян подсолнечника и рапса [3,4]. В таких правилах сформированы основы для технологических линий, взятые с учетом типового оборудования и ранее апробированных проектных решений (отработанных).

Для переработки маслосемян рапса по приведенным нормам предложен комплект маслоотжимного оборудования:

- 1). Отечественные маслопрессы, производительностью 1600 кг/ч по сырью;
- 2). Маслопрессы на базе HFP 20.1 - «SKET» (Германия); производительностью 1600 кг/ч по сырью;
- 3). Маслопрессы на базе отечественных (серия ПШМ), производительностью 600 кг/ час по семенам рапса;

Для переработки маслосемян подсолнечника:

- 1). Отечественные маслопрессы, производительностью 1600 кг/ч по семенам подсолнечника и рапса.

Приведенные наборы оборудования по основным положениям [3] ориентированы на однократный отжим прессовым способом рапса и подсолнечника производительностью до 100000 кг по сырью сутки. Параметры и мощностные характеристики комплектов оборудования для приема сырья и хранения маслосемян регламентированы и предложены в нормах [4]. Поэтому в рекомендациях [3] они не описаны.

Рапс активно выращивается крупными сельскохозяйственными предприятиями, крестьянско-фермерскими, даже частными предпринимателями. Переработка необходима для всех форм собственности, если не предусмотрено другое – экспорт, либо использование мощностей сторонних организаций, где организовано получение растительных масел (при этом следует учесть транспортные расходы). При наращивании объемах возделывания масличных, стали актуальны именно эти решения, т.е. – при организации мини-заводов и цехов по переработке маслосемян рапса, следует руководствоваться правилами [3,4] и апробированными вариантами. Организация, или новое строительство сравнительно небольших перерабатывающих производств, таких как: мини-заводов, мини-цехов непосредственно в сельскохозяйственных предприятиях, возделывающих рапс

на семена, требует изначально задаться установленной мощностью (см. таблицу).

Рынок представленного оборудования не всегда удовлетворяет указанные выше требования и нормы. По подсолнечнику предъявлены высокие требования к подготовительным процессам перед прессованием (помимо очистки и взвешивания, необходимо обрушивать семена; проводить процесс отвеивания, контроль лузги, недоруша, перевея, измельчение и контроль ядра).

С рапсом в плане подготовки несколько проще – семена сушат, очищают, после очистки взвешивают и затем уже подают на прессование. Прессование подсолнечных и рапсовых семян не отличается в аппаратном оформлении. Но имеются некоторые отличия в температурных и влажностных режимах при первом и втором отжиме. Основным технологическим оборудованием, по производительности которого определяется мощность производства, являются маслоотжимные агрегаты (таблица). Для оптимальной загрузки линии остальное оборудование (подготовительное, очистное и т.д.) должно обеспечивать работу маслоотжимного.

Таблица – Модельный ряд мощностей в зависимости от вида перерабатываемого сырья и перечня оборудования [4]

№ пп	Наименование сырья	Мощность т/сут.	Наименование оборудования	Кол-во шт.
1.	Семена подсолнечника	1 - 10	Линия производительностью от 1 до 10 т/сут.	1
		10 - 20	Линия производительностью от 1 до 10 т/сут.	2
2.	Семена рапса	5	Маслоотжимной пресс ПШМ-250	1
		10	Маслоотжимной пресс ПШМ-250	2
		15	Маслоотжимной пресс ПШМ-250	3
		20	Маслоотжимной пресс ПШМ-250	4
3.	Семена подсолнечника и рапса	25	Маслоотжимной агрегат Т7-МОА	1
		50	Маслоотжимной агрегат Т7-МОА	2
		75	Маслоотжимной агрегат Т7-МОА	3
		100	Маслоотжимной агрегат Т7-МОА	4

Трехсменная работа по 8 часов в смену обеспечивает бесперебойность работы, т.е. без остановки маслоотжимного агрегата. На разогрев в пусковом режиме необходимо время для выхода на рабочий режим и заданную производительность. На это ориентированы прессы Т7-МОА, ММШ-450, АР-500 и другие, с производительностью от 450 кг/час (10,8 тонн в сутки) по сырью и более. Для хозяйств с большим запасом семян, либо отдельных маслозаводов с необходимым элеватором, подходят подобные агрегаты и их компоновка в линиях на 2,3 и более основных машин.

При применении маслопрессов типа ПШМ, а также других, с производительностью до 450 кг/час, линия может работать как в одну, так и в 2 – 3 смены. Таким образом обусловлено, что производительность и загрузка основных агрегатов обозначена запасами маслосемян и возможностью его предварительной подготовки.

Такие машины, например, как маслоотжимной агрегат МП-68, производительностью до 60 тонн в сутки, приобретать, обслуживать и ремонтировать, хозяйствам края очень дорого. Подводя итог обзорному материалу и проделанной работе, можно сказать, что АПК региона требует расширения линейки маслоотжимного оборудования, прежде всего маслопрессов с производительностью более 450 кг/час (по сырью), а это непременно, поведет к налаживанию сервисных и ремонтных служб для данной отрасли.

#### Литература:

1. Доржеев, А.А. Технология приготовления и использования биотопливной композиции на сельскохозяйственных тракторах [Текст] / автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.А. Доржеев. – Красноярск, 2011. – 20 с.

2. Доржеев, А. А. Актуальность вопросов экологии при возделывании семян рапса на биотопливо / А. А. Доржеев, С. В. Грищенко // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России : Материалы II Международной научной конференции, Красноярск, 25 ноября 2021 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 54-61. – EDN TCNXBC.

3. Ведомственные нормы технологического проектирования предприятий малой мощности по производству растительных масел из семян подсолнечника и рапса методом прессования [Электрон. ресурс]. – URL: [https://znaytovar.ru/gost/2/VNTP\\_20m93\\_Normy\\_tehnologiches.html](https://znaytovar.ru/gost/2/VNTP_20m93_Normy_tehnologiches.html) (дата обращения 29.10.2022).

4. Ведомственные нормы технологического проектирования предприятий по производству растительных масел из семян масличных культур (подсолнечника, сои) [Электрон. ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200037059> (дата обращения 01.11.2022).

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ  
СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОДОВ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ  
В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ КОРОБКАХ**

Першин Егор Сергеевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

domaegor@mail.ru

Климентьев Сергей Александрович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

klimentev\_02@bk.ru

Научный руководитель: Чебодаев Александр Валериевич,

канд. техн. наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Ale-chebodaev@yandex.ru

*В статье рассмотрены различные способы соединения проводов в распределительных коробках жилых и общественных зданий. Проведены испытания рассмотренных способов соединения проводов на нагрев токами нагрузки и токами аварийных режимов.*

*Ключевые слова: соединение проводов, клеммная колодка, скрутка, пайка, сварка, опрессовка, гильза, пирометр, тепловизор, ток нагрузки, ток перегрузки.*

**TEST RESULTS OF VARIOUS METHODS OF CONNECTING  
ELECTRICAL WIRING WIRES IN JUNCTION BOXES**

Pershin Egor Sergeevich, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Klimentyev Sergey Alexandrovich, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Scientific supervisor: Chebodaev Aleksandr Valerievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article discusses various ways of connecting wires in junction boxes of residential and public buildings. Tests of the considered methods of connecting wires for heating by load currents and emergency currents have been carried out.*

*Keywords: wire connection, terminal block, twisting, soldering, welding, crimping, sleeve, pyrometer, thermal imager, load current, overload current.*

В современном мире, существует большое разнообразие способов соединения проводов электропроводки в распределительных коробках. Обычно качество контактных соединений зависит от переходного сопротивления на контакте, некоторые выглядят надежными, другие вызывают сомнения в силу своих размеров и конструктивных особенностей. Мы задались целью испытать различные способы соединения проводов электропроводки на способность

длительно выдерживать токи перегрузки.

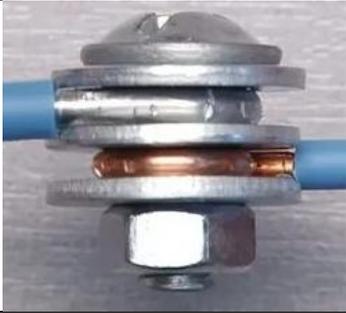
Прежде чем проводить испытания способов соединения проводов нужно сначала с ними познакомиться, узнать их преимущества и недостатки. Для этого составим таблицу 1.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки различных способов соединения проводов в распределительной коробке

Название и общий вид	описание	достоинства	Недостатки
1	2	3	4
<p>Клеммная колодка винтовая типа U</p> 	<p>Для соединения проводов друг с другом нужно с каждой стороны клеммной колодки вставить по проводнику и плотно их зафиксировать винтами.</p>	<p>+ невысокая стоимость; + простота и удобство монтажных работ; + надежность фиксации проводника; + возможность соединения мало совместимых материалов, таких как медь и алюминий.</p>	<p>– малая длина резьбы контактных соединений (при превышении усилия затяжки, происходит срыв, что приводит к выбраковке изделия. – допускается соединение лишь двух проводов; – малый номинальный ток.</p>
<p>Клеммы Wago</p> 	<p>Соединение осуществляется при помощи особого прижимного механизма. Приспособление оснащено рычагом, который позволяет надежно закреплять проводник, сохраняя его целостность.</p>	<p>+ подходит для проводников из разнородных материалов. + имеется возможность соединения множества жил (трех и более). + быстрый монтаж; + малые трудозатраты; + высокое качество соединения.</p>	<p>– высокая стоимость.</p>
<p>Само изолирующие зажимы (СИЗ)</p> 	<p>Пластиковый колпачок, внутри которого имеется особая конусообразная пружинка для фиксации соединяемых проводов.</p>	<p>+ невысокая стоимость; + использование негорючего пластика; + простой монтаж.</p>	<p>– невысокие крепежные и изоляционные качества; – невозможность применения для соединения алюминиевых и медных проводников.</p>

продолжение таблицы 1

1	2	3	4
<p>Скрутка</p> 	<p>Скручивание зачищенных двух и более проводников вокруг общей оси.</p>	<p>+ простой и дешевый способ соединения.</p>	<p>– для обеспечения надлежащего качества соединения необходима скрутка длиной 10 см.; – требует дополнительной изоляции; – не рекомендована ПУЭ в качестве контактного соединения п. ПУЭ 2.1.21.</p>
<p>Сварка</p> 	<p>Представляет собой скрутку проводов на участке меньшей длины, с последующей проваркой конца места соединения угольным электродом до образования шарика расплавленного проводникового материала.</p>	<p>+ качественное и долговечное соединение; + температурные расширения не влияют на качество контакта; + поверхностное окисление не влияет на качество контакта.</p>	<p>– трудоемкость; – повышенные затраты времени на монтаж; – необходимость в специальном оборудовании (специальный сварочный аппарат).</p>
<p>Опрессовка гильзами</p> 	<p>Зачищенные провода размещаются в соединительной гильзе с последующей опрессовкой специализированным инструментом путем обжатия.</p>	<p>+ высокое качество соединения проводов.</p>	<p>– использование специализированного инструмента – пресс клещей; – опрессовка алюминиевых и медных проводов возможна лишь с помощью специальной гильзы.</p>
<p>Болтовые соединения</p>	<p>Соединяемые провода изгибаются в форме кольца, надеваются на болт между шайб и</p>	<p>+ высокая механическая прочность соединения</p>	<p>– трудоемкость; – повышенные затраты времени на монтаж;</p>

	<p>затягиваются гайкой. Для соединения двух проводов понадобятся: болт, три шайбы и гайка.</p>	<p>проводов; + возможность соединения изделий из меди и алюминия.</p>	<p>– большой размер соединения; – большое количество изоляционного материала.</p>
<p>Пайка</p> 	<p>Представляет собой скрутку проводов на участке меньшей длины, с последующей пайкой места соединения паяльником или окусанием в расплавленный припой.</p>	<p>+высокая прочность соединения.</p>	<p>-необходим специализированный инструмент, а также навыки обращения с ним; -со временем сопротивление пайки возрастает, что снижает качество контактного соединения.</p>

Проведем испытание способов соединения проводов в распределительных коробках с целью определения их надежности. Для этого соберем испытательный стенд, состоящий из клеммной колодки, в которой закреплены на одинаковом расстоянии исследуемые контактные соединения. Общий вид испытательного стенда представлен на рисунке 1. Все контакты соединены последовательно, для протекания одинакового тока. При этом заводские контактные соединения, такие как соединительная клеммная колодка типа U, контакты Wago, СИЗ подобраны по номинальному току не менее 25 А.

Подвергнем контактные соединения протеканию тока, свыше длительно допустимого на 20%. То есть, для жил провода ВВГ 3х2,5 длительно допустимый ток составляет 25А (зависит от способа прокладки), испытательный ток при этом примем 30А. Время срабатывания автоматического выключателя по время токовой характеристики составляет для данного тока перегрузки не менее 40с. (зависит от производителя автоматического выключателя). Во время опыта контролируем поддержание постоянной величины тока перегрузки токовыми клещами и нагрузочным трансформатором. Снимаем температуру нагрева различных контактных соединений пирометром и тепловизором, результаты опыта заносим в таблицу 2. Вид испытательного стенда с использованием тепловизора представлен на рисунке 2.

Таблица 2 – результаты испытаний нагрузки проводников.

$T, c$ / $t, \text{ мин}$	0	1:04	2:02	3:10	4:23
Гильзы опрессовки	28	40	51	65	75
Болтовое соединение	28	42	54	73	82
Скрутка	28	38	48	63	81
Сварка	28	36	46	60	76

ЗИС	28	41	52	57	78
Клемма	28	39	48	54	72
Клемма Wago	28	35	41	68	76
Пайка	28	38	46	62	73

По результатам испытаний построены кривые нагрева различных контактных соединений, представлены на рисунке 3.

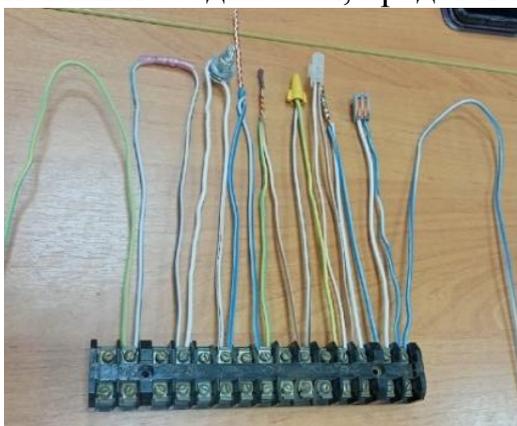


Рисунок 1. Общий вид испытательного стенда.

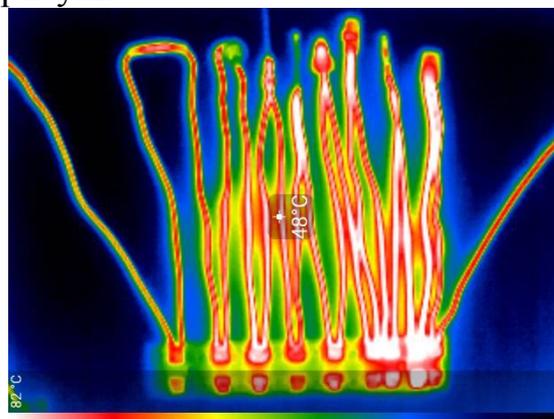


Рисунок 2. Схема в ходе испытания, снимок с тепловизора.

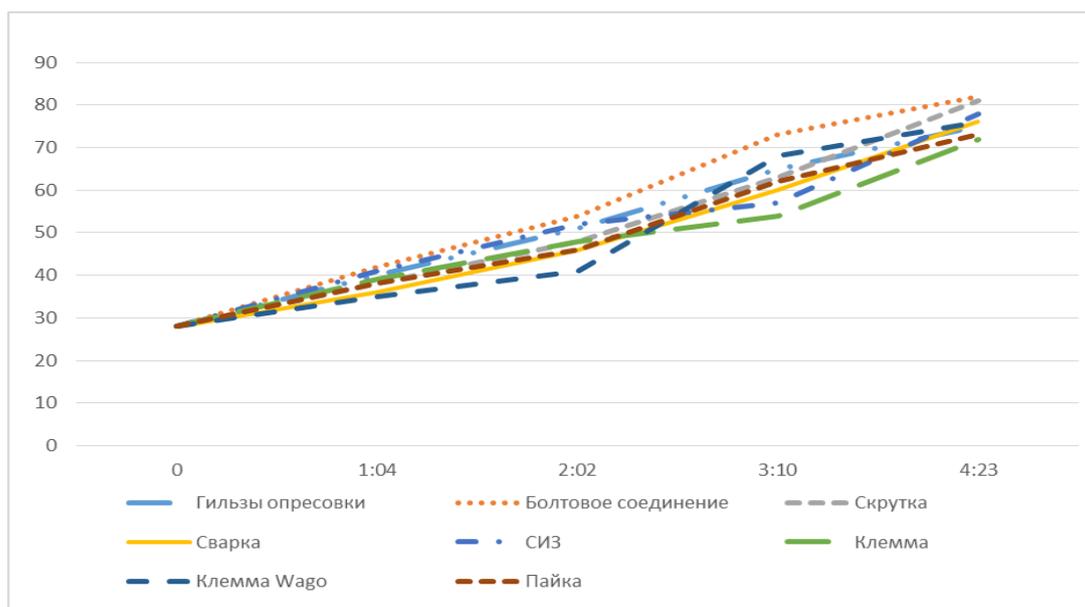


Рисунок 3: Результаты испытаний различных контактных соединений.

Вывод. По результатам проведенных испытаний, представленным на рисунке 3, видно, что разброс по нагреву между проводниками составляет порядка 10°C, что, по нашему мнению, находится в зоне погрешности измерения, так как невозможно снимать температуру нагрева одновременно со всех контактов. Таким образом, все способы соединения можно рекомендовать к использованию, при строгом соблюдении технологии электромонтажа.

Литература:

1. Правила устройства электроустановок. Шестое и седьмое издания (все действующие разделы) [Электронный ресурс] ruе.pdf - Яндекс.Документы (yandex.ru).

2. Блог домашнего электрика [Электронный ресурс]  
<https://elektrikblog.ru/kak-soedinyat-provoda-pravilno-mezhdu-soboj/?ysclid=la4tfznyt8294339858>

УДК 621.3

**ОБЗОР НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ  
БОЛЬШОЙ УДЕЛЬНОЙ ЕМКОСТИ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ  
НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Озеров Антон Игоревич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
antonozarov1337@gmail.com

Потылицына Маргарита Александровна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
potylitzyna.margarita@yandex.ru

Кузьмин Павел Николаевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
pavel.kuzmin220399@mail.ru

Научный руководитель: Чебодаев Александр Валериевич,

канд. техн. наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
ale-chebodaev@yandex.ru

*В статье приведен обзор систем накопления электрической энергии большой емкости для увеличения надежности сетевого электроснабжения.*

*Ключевые слова: накопление, электроэнергия, надежность электроснабжения, генерация, микрогенерация,*

**REVIEW OF ELECTRIC ENERGY STORAGE WITH A LARGE  
SPECIFIC CAPACITY TO INCREASE THE RELIABILITY OF THE  
POWER SUPPLY**

Ozerov Anton Igorevich, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Potylitsyna Margarita Alexandrovna, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Kuzmin Pavel Nikolaevich, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Scientific supervisor: Chebodaev Alexander Valerievich, Candidate of  
Technical Sciences, Associate Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*This article provides an overview of systems the accumulation of electrical*

*energy to increase the reliability of network power supply.*

*Key words: electric energy storage, equipment, overview, energy, electricity, power supply reliability.*

Электрические сети строят, полагая, что после генерации электроэнергия будет передаваться, распределяться и использоваться в тот же момент времени, то есть, «электрической энергии должно вырабатываться столько, сколько ее потребляется в данный момент времени». Если данное условие не выполняется, наблюдаются проблемы с качеством электрической энергии. При использовании в качестве генерирующих мощностей, уже ставших традиционными источниками энергии ГЭС, ТЭЦ, ГРЭС, АЭС и др. проблем не возникает, так как в системе выделяются балансирующие электростанции, отвечающие за поддержание параметров качества электрической энергии [7]. Чего не скажешь про возобновляемым источникам энергии (ВИЭ), которые зачастую характеризуются неравномерностью вырабатываемой электрической мощности. энергии, и отдачи ее в сеть при недостатке мощности, производимой от ВИЭ.

В общем объеме генерирующих мощностей, доля возобновляемых источников энергии, по данным Минэнерго РФ в 2019 составила 17,76 % (191915 ГВт·ч) от общей генерации электроэнергии, из них 17,61 % – приходится на долю гидроэлектростанций и 0,15 % – приходится на долю солнечных и ветряных электростанций, и данный показатель имеет тенденцию к увеличению [8].

Из-за непостоянного характера работы, переход на возобновляемые источники энергии и распределенную генерацию в целом, неминуемо влечет за собой снижение бесперебойности, а как следствие, надежности электроэнергии.

Один из вариантов решения данной проблемы является применение систем накопления и хранения электроэнергии (energy storage systems – ESS). КПД аккумулирующих технологий определяется отношением полезно использованной энергии к суммарному количеству энергии, полученному системой [3].

Целью данной статьи является анализ ESS, для определения их применимости и перспективности.

*Литий-ионные аккумуляторы.* Самый популярный на сегодняшний день способ хранения электроэнергии. Один из наиболее крупных представителей на рынке Tesla Powerpack, его КПД составляет 89%.

Преимуществом данного вида накопителей являются: скорость постройки, мгновенный импорт энергии в сеть.

Недостатками являются: высокая цена, деградация, утилизация (утверждена стратегия утилизации и повторного использования металлов). Их стоимость оценивается в \$200 – \$600 за кВт·ч [2].



Рисунок 1 – Литий-ионные аккумуляторы Tesla Powerpack 8 МВт ·ч [2]

*Газовые хранилища.* Электроэнергия, полученная на основе ВИЭ, преобразуется в водород посредством электролиза. В химической реакции водорода и углекислого газа, посредством биокатализа получают метан, который может храниться с помощью существующей инфраструктуры.

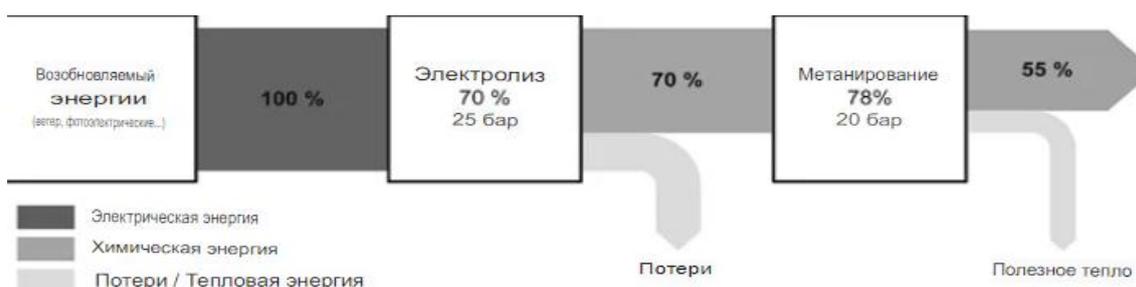


Рисунок 2 – Эффективность использования газовых хранилищ [1]

Эффективность донного ESS, не превышает 50%. Данный способ больше подходит для долгосрочного хранения, нежели для ежедневного заряда/разряда, ввиду слишком больших потерь.

Преимуществом являются: возможность поставки газа в сети и перевозка его в резервуарах.

Недостатками являются: невысокая эффективность, дороговизна электролиза [1].



Рисунок 3 – Газовые хранилища «power to gas» [1]

*Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС).* Данный способ не является новым, однако отлично подходит для использования с ВИЭ, так как подходит для компенсации переизбытков при отсутствии энергии в разные периоды суток. Эффективность порядка 87%. Принцип действия заключается в транспортировке воды насосом в «верхний бассейн» при профиците и использования «турбинного режима» в отсутствие энергии от ВИЭ.

Преимуществом данного вида накопителей являются: высокая эффективность, большие мощности, дешевизна хранения.

Недостатками являются: высокая стоимость капиталовложений, постройка возможно только в подходящем для этого месте [5].



Рисунок 4 – Загорская ГАЭС [5]

*Гравитационные ESS.* Способ хранения похож на предыдущий, но вместо воды используются груз. Один из примеров такого хранилища – в профицит электроэнергии, вагоны с помощью электродвигателей заезжают в гору, тем самым, накапливают потенциальную энергию, при дефиците энергии, вагоны скатываются, двигатели при этом работают в режиме генератора и отдают электроэнергию в сеть. КПД порядка 86%. На подобие этого существует хранилище на основе башенного крана.

Преимуществом данного вида накопителей являются: быстрое строительство, дешевизна.

Недостатками являются: малая изученность, скорость отдачи энергии [6].



Рисунок 5 – Гравитационные накопитель энергии в Калифорнии [6]

*Термальные ESS.* В режиме аккумуляции, изолированное от теплопотерь тело (песок, камень) нагревается до  $\approx 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в режиме генерации посредством паровой турбины получаем электроэнергию. Эффективность данного хранилища составляет порядка 25%.

Преимуществом данного вида накопителей являются: дешевизна.

Недостатками являются: не высокая эффективность, хранение энергии в долгосрочной перспективе невозможно [4].



Рисунок 6– Финский Термальные накопители энергии [4]

Таблица 1 – накопители электрической энергии.

Тип ESS	КПД	Скорость отдачи	Стоимость	Практичность	Мобильность
Li-ion аккумуляторы	89%	+	-	-	+
Газовые хранилища	50%	+	-	+/-	+

ГАЭС	75%	-	+	+	-
Гравитационные ESS	85%	-	+	+/-	+/-
Термальные ESS	25%	-	+/-	+	+/-

В результате проведенного анализа различных накопителей электрической энергии было выявлено:

Литий-ионные и газовые ESS подходят для длительного хранения и, что самое главное, для транспортировки энергии, что позволит электрифицировать удаленные районы.

Гидроаккумулирующие электростанции и гравитационные ESS, обеспечивающие, на сегодняшний день, 99% запаса энергии, отличаются не дорогой реализацией и подойдут для компенсации «ночных просадок» выработки энергии от ВИЭ.

Термальные ESS на данном этапе показывают невысокую эффективность, однако их не высокая стоимость и практичность делают их перспективными.

Развитие ВИЭ, ведущее к увеличению непостоянства генерируемой мощности в энергосистеме и уменьшению ее надежности, требует поиска эффективных решений для накопления электрической энергии на всех уровнях энергетической системы.

#### Литература:

1. Making the energy power-to-gas [электрон. ресурс] // Euractiv . 2017. – URL: <https://www.euractiv.com/section/energy/opinion/making-the-energy-transition-possible-through-green-hydrogen-and-power-to-gas> (дата обращения: 28.10.2022).
2. Tesla to supply up to 8 MWh of Powerpacks for SpaceX's Starbase solar farm [электрон. ресурс] // electrek.co. 2019. – URL: <https://electrek.co/guides/tesla-powerpack> (дата обращения: 28.10.2022).
3. Бастрон А.В., Чебодаев А.В. Тенденции развития возобновляемой энергетики. Подготовка агроинженерных кадров по эффективному использованию ВИЭ // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. 2020. – С. 28-31.
4. Батарея на основе песка [электрон. ресурс] // Новости России и мира. 2021. – URL: <https://lenta.ru/news/2022/07/07/sand> (дата обращения: 28.10.2022).
5. Гидроаккумулирующая электростанция [электрон. ресурс] // Новостной портал о ТЭК. 2021. – URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/gidroenergetika/142489-gidroakkumuliruyushchaya-elektrostantsiya-gaes> (дата обращения: 10.11.2022).
6. Гравитационные накопители энергии [электрон. ресурс] // Ресурс для IT-специалистов. 2019. – URL: <https://habr.com/ru/post/377425> (дата обращения: 28.10.2022).
7. Костюченко Л.П., Чебодаев А.В. Электроснабжение: учебное пособие. - 2-е изд. - Красноярск: Красноярский ГАУ. 2018. – 394 с.
8. Купреенко А.И., Исаев Х.М. Развитие сектора энергетики в России на основе возобновляемых источников энергии // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. – №. 3 – С. 55-60.

УДК 636.085.552

**ПРОИЗВОДСТВО ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ  
НА ОСНОВЕ ЗЕРНА И КОМПОНЕНТОВ ЖИВОТНОГО  
ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Погребнов Роман Станиславович, студент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
romanpogrebnov@mail.ru

Карабухин Дмитрий Владимирович, студент  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
mr.demon132666@gmail.com

Научный руководитель: Семенов Александр Викторович  
канд. техн. наук, доцент кафедры МиТСвАПК  
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
semenov02101960@mail.ru

*В статье автор рассматривает применение кормов животного происхождения, их роль в животноводстве, а также экструдирование зерна с применением кормовых ингредиентов животного происхождения.*

*Ключевые слова: корм, животноводство, экструдирование, пахта, перьевая мука, костная мука, рыбная мука, сыворотка.*

**PRODUCTION OF EXTRUDED FEED MIXTURES BASED ON GRAIN  
AND ANIMAL COMPONENTS**

Pogrebnov Roman Stanislavovich, student  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
Karabukhin Dmitry Vladimirovich student  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
Scientific supervisor: Semenov Alexander Viktorovich ,  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of  
MiTSvAPK  
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*In the article, the author examines the use of animal feed, their role in animal husbandry, as well as the extrusion of grain using animal feed ingredients.*

*Keywords: feed, animal husbandry, extrusion, buttermilk, feather flour, bone meal, fish meal, whey.*

Животноводство является одной из основных отраслей сельскохозяйственного производства, позволяющее снабжать население продуктами питания и обеспечивать продовольственную безопасность страны.

Основа успешного ведения животноводства заключается в правильном подборе кормов для сельскохозяйственных животных. В настоящее время в кормлении сельскохозяйственных животных наиболее распространены три группы кормов растительного происхождения: грубые, сочные, концентрированные. Помимо основных кормов используют корма животного происхождения [6].

Корма животного происхождения – это продукты животного происхождения, их отходы от переработки, которые используют для кормления животных и птицы. Такие корма не скармливают животным в виде монокормов, а вводят в состав комбикорма. Корма животного происхождения разделяют на несколько групп: продукты переработки молока, побочные продукты птицефабрик, побочные продукты мясокомбинатов, продукты птицефабрик, а также продукты рыбоперерабатывающей промышленности (рис. 1).



Рисунок 1 – Классификация кормов животного происхождения

Целью данной работы является обзор кормовых добавок животного происхождения, используемых в производстве экструдированных кормовых смесей.

Задачи исследования:

- изучить классификацию отходов производств по переработке сырья животного происхождения.
- изучить направления использования отходов пищевых производств в кормлении животных и птицы.

Обезжиренное молоко – это молоко, в котором процентное содержание жира приблизительно равно нулю. Используется для выпойки телят, а также добавки в комбикорма.

Пахта – это молочный продукт, который образуется в процессе производства сливочного масла из пастеризованных сливок. Используется для производства заменителя цельного молока.

Сыворотка – это жидкость, образующаяся после сворачивания и процеживания молока. Используется в качестве заменителя цельного молока и добавки в корма.

Заменитель цельного молока – это смесь, включающая в себя пахту, сыворотку, обезжиренное молоко и другие макро- и микроэлементы.

Перьевая мука – это продукт, получаемый после убоя сельскохозяйственной птицы. Используется в качестве добавки в комбикорма.

Кровяная мука – продукт для сельскохозяйственных животных и птицы, получаемый из отходов мясного производства (высушенная кровь КРС, кур, свиней). Используется в качестве заменителя цельного молока, а также

выполняет роль пищевого белка.

Костная мука – продукт переработки костей сельскохозяйственных животных и птицы. Используется в качестве добавки в комбикорма.

Мясная мука – продукт переработки туш животных, отходов мясного и рыбного производства.

Мясокостная мука – продукт переработки туш животных вместе с их костями.

Рыбная мука – продукт переработки рыбы, ракообразных, а также их отходов. Используется в качестве добавки в комбикорма.

Гракса – продукт, получаемый в процессе вытопки рыбьего жира из печени рыб.

Как показывает зоотехническая практика, скармливать корма животного происхождения можно только в ограниченных количествах в виде кормовых добавок, предварительно прошедших термическую обработку [1].

Одним из способов проведения термической обработки кормов перед скармливанием является экструдирование [2,3,4,5,7].

Технический процесс получения поликомпонентных экструдатов включает в себя подготовку отходов животного происхождения, смешивание с зерновыми, охлаждение, скармливание.

Вывод. Использование в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы экструдатов, полученных из смеси зерновых и компонентов животного происхождения, позволит повысить энергетическую ценность и санитарные состояние кормов.

#### Литература:

1. Использование отходов перерабатывающих отраслей в животноводстве: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 96 с

2. Матюшев В.В. Использование пророщенного зерна пшеницы в экструзионных технологиях. / В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.А. Чалпыгина // Вестник КрасГАУ. - 2020.- № 11. – С. 184-189.

3. Матюшев В.В. Использование экструдатов в кормовых и пищевых технологиях. / В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.А. Чалпыгина, А.А. Беляков // Актуальные вопросы переработки и формирование качества продукции АПК: мат-лы междунар. науч. конф. – Красноярск, 2021. - С. 10-13.

4. Матюшев В.В. Производство комбинированных кормов с предварительным проращиванием одного из компонентов смеси. / В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.А. Чалпыгина // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. науч. конф. - Красноярск, 2020. - С. 367-369.

5. Матюшев В.В. Совершенствование технологии и оборудования для производства поликомпонентных экструзионных смесей. / В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.А. Чалпыгина // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: мат-лы II Междунар. науч. конф. - Красноярск, 2022. – С. 89-92.

6. Полева Т.А. Нормированное кормление крупного рогатого скота: учеб. пособие / Т.А. Полева: Красн. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 220 с.

7. Семёнов А.В. Производство поликомпонентных экструдатов на экспериментальном оборудовании. / А.В. Семёнов, И.А. Чалпыгина, В.В. Матюшев // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы междунар. науч. конф. - Красноярск, 2019. – С. 77-79.

УДК 628.9,631.5

## **ОБЗОР СВЕТОДИОДНЫХ ОБЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ РАСТЕНИЙ В ГИДРОПОННЫХ УСТАНОВКАХ**

Потылицына Маргарита Александровна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
potylitzyna.margarita@yandex.ru

Озеров Антон Игоревич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
antonozarov1337@gmail.com

Кузьмин Павел Николаевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
pavel.kuzmin220399@mail.ru

Научный руководитель: Дебрин Андрей Сергеевич, канд.техн.наук

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
debrin.as@yandex.ru

*В данной статье представлен обзор светодиодного оборудования для растений в гидропонных установках для увеличения эффективности выращивания.*

*Ключевые слова: светодиодные облучатели. 시티-фермерства, гидропоника, растения, освещения, светодиодных ламп.*

## **OVERVIEW OF LED IRRADIATORS FOR PLANTS IN HYDROPONIC INSTALLATIONS**

Potylitsyna Margarita Alexandrovna, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia  
Ozerov Anton Igorevich, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Kuzmin Pavel Nikolaevich, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Scientific supervisor: Debrin Andrey Sergeevich,

Candidate of Technical Sciences

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*This article provides an overview of LED equipment for plants in hydroponic plants to increase the efficiency of cultivation.*

*Keywords: LED irradiators. city farming, hydroponics, plants, lighting, LED lamps.*

Рост численности населения мира, все большая концентрация населения в городах, на фоне изменения потребительских предпочтений в сторону приоритета «здоровой», «натуральной», «органической» пищи, с особой остротой поднимают такие вопросы, как развитие дополнительной или альтернативной системы бесперебойного снабжения или самообеспечения городов продуктами питания и обеспечение перспективной продовольственной

безопасности. Это обуславливает актуальность развития технологий урбанизированного агропроизводства (сити-фермерства) и повышения востребованности специалистов из сферы агроинженерии и агробизнеса. Целью сити-фермерства является создание и обслуживание удобных в эксплуатации в городских условиях установок для выращивания агрокультур с использованием гидро- и аэропонных систем. Сити-фермерство как вид деятельности включает в себя элементы конструирования и агротехнологии.

Сити-фермер – это специалист по обустройству и обслуживанию агропромышленных хозяйств, которые будут выращивать продукты питания на крышах и стенах небоскребов крупных городов.

Культивировать растения на искусственных средах – это новшество не сегодняшнего дня. Подобные эксперименты ставили в далеком прошлом ацтеки и вавилоняне, когда выращивали висячие и плавающие сады. В условиях дефицита земельных площадей, нехватки плодородной почвы и плохой экологии все чаще появляются желающие попробовать новый (давно забытый) способ беспочвенной технологии получения чистых, вкусных и недорогих продуктов питания. Гидропонные теплицы для зелени, фруктов и овощей уже работают в полевых условиях некоторых государств. В засушливом климате жарких стран, где вода на вес золота, сельхозпроизводители снимают в год несколько урожаев, полученных гидропонным способом. Основная сложность гидропонного способа – в аэрации корней, то есть в наполнении их кислородом. В питательном растворе кислорода не хватает, поэтому в гидропонных емкостях (горшках, сосудах) между основой и раствором оставляют воздушное пространство (для небольших растений – 3 см, для взрослых – 6 см). Один раз в месяц меняется и питательный раствор. В связи с этим не все растения могут выращиваться на гидропонике. Если корневая система слишком нежная, не способна сильно разрастаться, содержимое емкостей придется менять часто, чтобы снизить вероятность загнивания. Сюда относятся луковичные, а также сохраняющие влагу стеблевые и листовые суккуленты [1].

Гидропонная установка включает в себя мультикомплекс средств и аппаратов, предназначенных для быстрого роста и развития зеленных культур, для этого необходимо субстрат, материал, который отличается хорошей гигроскопичностью и воздухопроницаемостью. В качестве субстрата зачастую применяют керамзит, перлит, волокна кокоса, торф. Материал промывают, нормализуют кислотно-щелочной баланс. Если приобретать гидропонную установку у производителя, то в комплект входит аэратор. Он необходим для насыщения раствора воздухом. Так же в помещение нужно предусмотреть вентиляцию для нормального микроклимата. Необходимо выбрать светильники. Для выращивания растений на гидропонике в помещении необходимо соблюдать не только определённый микроклимат, но и степень освещённости.

В последние годы в сфере освещения растений и агрокомплексов произошла научно-техническая революция, позволившая значительно повысить качество продукции значительно уменьшить ее себестоимость. В тепличные хозяйства на смену лампам ДНаТ пришли диодные лампы, действие которых

основано на возможности искусственно выращенных кристаллов преобразовывать электрическую энергию в световую. Интерес к выращиванию растений в закрытом грунте вызван такими качествами светодиодных приборов, как низкое электропотребление, возможность подобрать для растений правильный спектр света, высокая экологичность. Хорошая репутация светодиодных ламп для освещения растений зависит от принципиального подхода производителя к решению важнейших задач по регулированию обменных процессов растений.

Так в патенте № RU 209987 «Светодиодный облучатель для растений» [2], авторами которого являются Полторацкий Д.А., Былков Д.В., Солдаткин В.С., Виноградов М.В., задачу повышения эффективности облучения рассады, овощей, цветов и зелени, и повышение безопасности при сохранении основных потребительских качеств. Сущность изобретения представлено на рисунке 1 - схематический вид конструкции светодиодного облучателя для растений.

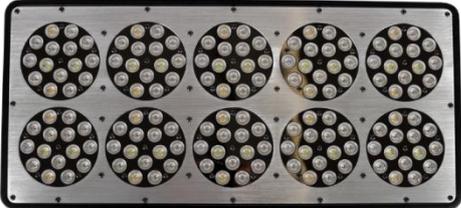


Рисунок 1 – схематический вид конструкции светодиодного облучателя для растений [1]. Схематичный вид конструкции содержит 1 - светодиоды, 2 - печатная плата, 3 - блок линз, 4 - блок питания, 5 - кронштейны крепления.

Для подтверждения положительного эффекта авторами проведены экспериментальные исследования, изготовлен светодиодный облучатель для растений, установлено, значение фотосинтетического потока фотонов 120мкмоль/с, эффективность в области ФАР 2,14мкмоль/Дж, что соответствует ГОСТ Р 57671-2017 «Приборы облучательные со светодиодными источниками света для теплиц».

В настоящее время в сфере производства светодиодного оборудования для теплиц и агрокомплексов, а также оборудования для домашнего досвечивания растений работают следующие известные бренды: Филипс, Kessil, Хаббелл, Osram, Gavita, Everlight, Illumitex, General Electric, Fionia, Ohmax, Lumigrow, Helios Spektra АБ, Valoya, Cidly. Известные производители с каждым днем обращают все большее внимание на создание осветительной техники для повышения производительности в агрокомплексах по выращиванию растений для потребления человеком [3]. В таблице 1 представлены светодиодные облучатели для растений.

Таблица 1 Светодиодные облучатели

Описание облучателей	Наглядный вид (Рисунок)
1	2
<p>Светильник светодиодный АРОЛЛО 10 (370 Вт)                      Характеристики:                      Количество диодов: 150шт * 3w                      Количество сегментов: 10                      Цветность диодов на 1 сегмент (нм*шт): 640*7 (красный) , 660*3 (красный) , 460*1 (голубой)                      Цветовая температура на 1 сегмент (кельвин*шт): 3000-4000*2 (теплый белый) , 6500*2 (холодный белый)                      Угол рассеивания линз: 120 градусов                      Срок службы: 50 000 часов                      Рабочая частота: 50-60 Гц.                      Мощность: 370 Вт                      Цена: 41530 руб.                      Размеры:609*283*85 мм [4]</p>	

1	2
<p>Светодиодная тепличная фитолампа "Хамаль" 100-1000 Вт                      Тип светильника Полный спектр                      Размер базовой версии, см (длина x ширина x высота) 40 x 10 x 12                      Электропитание 220 В                      Базовая мощность 100 Вт                      Класс защиты IP 21                      Срок службы светодиодов до 100 000 часов                      Вес (базовой версии) 1,2 кг                      Цена 4999 руб. [5].</p>	

<p>Комплект Quantum board 281b+pro 480 Вт (4x120)  Габариты собранного комплекта:  800 мм * 800 мм * 40 мм  Общая потребляемая мощность:  около 480 Вт при токе 1300 мА  (зависит от конкретного спектра)  Оптимальное решение для  установки в гроубокс 120x120 см  За счет рассчитанной площади  модуля и высокой  эффективности светодиодов, при  запитке током 1300 мА  дополнительный радиатор  охлаждения не требуется  Цена 32240 руб. [6].</p>	 <p>The image shows a Quantum board LED light fixture, which is a rectangular metal panel with a grid of holes. It is connected to a power cord and has several cables extending from it. The fixture is shown from a perspective view, highlighting its thin profile and the arrangement of the LED modules.</p>
<p>Светильник светодиодный  полного спектра для гроубоксов  и теплиц "Нембус" 300Вт  Тип светильника Полный спектр  Размер базовой версии, см  (длина x ширина x высота) 30 x  30 x 10  Электропитание 220 В  Базовая мощность 300 Вт  Класс защиты IP 33  Срок службы светодиодов до 100  000 часов  Вес (базовой версии) 2800 г  Цена 12900 руб. [7].</p>	 <p>The image shows a Nembus LED light fixture, which is a rectangular metal panel with a grid of holes. It is connected to a power cord and has several cables extending from it. The fixture is shown from a perspective view, highlighting its thin profile and the arrangement of the LED modules.</p>
<p>Тепличный LED светильник  полного спектра "Тегмен" 200 -  1000 Вт  тип светильника Полный спектр  Размер базовой версии, см  (длина x ширина x высота) 60 x  10 x 12  Электропитание 220 В  Базовая мощность 200 Вт  Срок службы светодиодов до 100  000 часов  Цена 9999 руб. [8]</p>	 <p>The image shows a Tegmen LED light fixture, which is a rectangular metal panel with a grid of holes. It is connected to a power cord and has several cables extending from it. The fixture is shown from a perspective view, highlighting its thin profile and the arrangement of the LED modules.</p>

Светодиодные облучатели являются перспективным инструментом управления ростом и развитием растений. Особенности облучатели позволяют

на новом уровне регулировать продуктивность, накопление в растительном сырье веществ первичного и вторичного метаболизма, тем самым повышая качество, экологичность. Несмотря на многообразие типов и конструкций фито светильников необходимо более качественно подойти к вопросу изучения технологий производства, а также влияния на процессы роста зеленых культур в условиях Сити-фермерства.

#### Литература:

1. Практика и методика реализации образовательных программ среднего профессионального образования с учетом спецификации стандартов Ворлдскиллс по компетенции «Сити-фермерство» [Электронный ресурс] URL: <https://www.center-rpo.ru/images/files/%D0%A1%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE.pdf>

2. Патент на полезную модель № RU 209987 Светодиодный облучатель для растений [Текст]: пат. 209987 Российская Федерация: МПК F21V 33/00 (2006.01) F21S 8/06 (2006.01)/ Полторацкий Дмитрий Алексеевич, Былков Денис Васильевич, Солдаткин Василий Сергеевич, Виноградов Максим Владимирович; заявл. 26.08.2021, опубл. 24.03.2022

3. Применение светодиодов для подсветки растений / [Электронный ресурс] URL: <https://99ds.ru/blog/novinki-svetodiodnykh-svetilnikov-dlya-rasteniy/?ysclid=19ldi39xx5466219555> (Дата обращения 23.10.2022)

4. Освещение для растений / [Электронный ресурс] URL: <https://gidroponika.shop/osveshchenie-dlya-rasteniy/svetodiodnye-svetilniki-i-lampy/svetilnik-svetodiodnyj-apollo-10-370-vt> (Дата обращения 27.10.2022)

5. Лампы для теплиц/[Электронный ресурс] URL: [http://xn--80aidmlcbe1ad5abc1c2c.xn--p1ai/%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0\\_%D0%A5%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C](http://xn--80aidmlcbe1ad5abc1c2c.xn--p1ai/%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%BF%D0%B0_%D0%A5%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C) (Дата обращения 27.10.2022)

6. Комплект Quantum board 281b+pro 480 Вт [Электронный ресурс] URL: [https://minifermer.ru/product\\_2612.html](https://minifermer.ru/product_2612.html) (Дата обращения 27.10.2022)

7. Лампы для теплиц / [Электронный ресурс] URL: [http://xn--80aidmlcbe1ad5abc1c2c.xn--p1ai/%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA\\_%D0%B4%D0%BB%D1%8F\\_%D0%B3%D1%80%D0%BE%D1%83%D0%B1%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B0\\_%D0%9D%D0%B5%D0%BC%D0%B1%D1%83%D1%81\\_300%D0%92%D1%82](http://xn--80aidmlcbe1ad5abc1c2c.xn--p1ai/%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%B4%D0%BB%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%BE%D1%83%D0%B1%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B0_%D0%9D%D0%B5%D0%BC%D0%B1%D1%83%D1%81_300%D0%92%D1%82) (Дата обращения 27.10.2022)

8. Лампы для теплиц / [Электронный ресурс] URL: <http://xn--80aidmlcbe1ad5abc1c2c.xn--p1ai/%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8>

С%0%BD%D1%8B%D0%B9\_%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9\_%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA\_%D0%A2%D0%B5%D0%B3%D0%BC%D0%B5%D0%BD (Дата обращения 27.10.2022)

УДК 631.171

**АККУМУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ТЕПЛИЦЫ**

Соловьёв Сергей Андреевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
serg102210221022@mail.ru

Винтер Анатолий Анатольевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
vinter.tolik1999@mail.ru

Научный руководитель: Баранова Марина Петровна,  
д-р техн. наук, профессор

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

*В работе рассмотрены методы аккумулирования тепловой энергии для систем теплоснабжения теплицы. На основании проведенного анализа известных методов предлагается использовать комбинированный метод аккумулирования тепловой энергии.*

*Ключевые слова: аккумулирование, тепловой, энергии, теплоснабжение, метод, комбинированный, безопасность.*

**HEAT ENERGY STORAGE IN THE GREENHOUSE HEAT SUPPLY**

Solovyov Sergey Andreevich, student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Winter Anatoly Anatolyevich, student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Scientific supervisor: Baranova Marina Petrovna

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of System  
Power Engineering

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

*Abstract: This article discusses the methods of heat energy storage for greenhouse heat supply systems. Based on the known methods, it is proposed to develop and implement a combined method of heat energy storage, to analyze its advantages and disadvantages. Give an estimate of the demand and energy consumption of this method.*

*Keywords: storage, heat, energy, heat supply, method, combined, safety.*

Задачей данной работы было определение наиболее эффективного метода аккумулирования тепловой энергии для систем теплоснабжения теплиц [6].

Данная тема в настоящее время достаточно актуальна в связи с расширением и усовершенствованием агропромышленного комплекса по всей России.

Существуют разные способы и методы аккумулирования тепловой энергии для систем теплоснабжения теплиц. Аккумуляторы тепла для теплиц – это, чаще всего, устройства для накопления солнечного тепла. Они систематизируются в основном по типу материала, из которого выполнен их главный элемент, которым является тепловой аккумулятор, а так же по методу или способу теплоснабжения. Из наиболее известных методов можно выделить водяные теплоаккумуляторы, накопление тепла грунтом, каменные аккумуляторы тепла, солнечный воздушный коллектор для теплиц. В ходе работы был рассмотрен вариант комбинированного применения водного аккумулирования и солнечный воздушный коллектор для теплиц [2-3].

Водяные теплоаккумуляторы накапливают тепло в ёмкости с водой которая находится непосредственно внутри теплицы. Сами же ёмкости могут быть закрытого или открытого типа. В случае с закрытой ёмкостью можно получить больший коэффициент полезного действия по сравнению с одной большой конструкцией с тем же объемом жидкости.

Солнечный коллектор для теплиц представляет собой теплообменник, внутри которого циркулирует воздух из теплицы. С помощью труб можно нагревать как сам воздух внутри теплицы, так и грунт или водяные резервуары в дневное время [1-4].

Комбинированный же метод представляет собой использование одного источника тепла с целью максимального использования накопления этого тепла разными аккумуляторами тепловой энергии.



Рисунок 1 – Солнечный воздушный коллектор

Основным элементом получения тепла служит солнечный коллектор, так как даже при пасмурной погоде поглощаемого им тела должно хватать для поддержания нужной температуры воздуха внутри теплицы в дневное время. Принцип работы солнечного воздушного коллектора основан на физических

законах. Нагрев воздуха происходит тогда, когда солнечные лучи попадают на твёрдые поверхности, при воздействии солнечных лучей различные материалы нагреваются. Конструкция устроена таким образом что аккумулируемое тепло направляется в нужное помещение с помощью вентиляционных труб (Рис.1).

Посредством этих же труб можно осуществлять и нагрев грунта. Для этого необходимо эти вентиляционные трубы проложить в грунте, а выходную трубу вывести непосредственно в теплицу для осуществления циркулирования в ночное время. Можно использовать традиционный метод нагрева грунта. Проложить сеть труб в грунте с забором воздуха из теплицы с циркулирующим принципом [3-5].

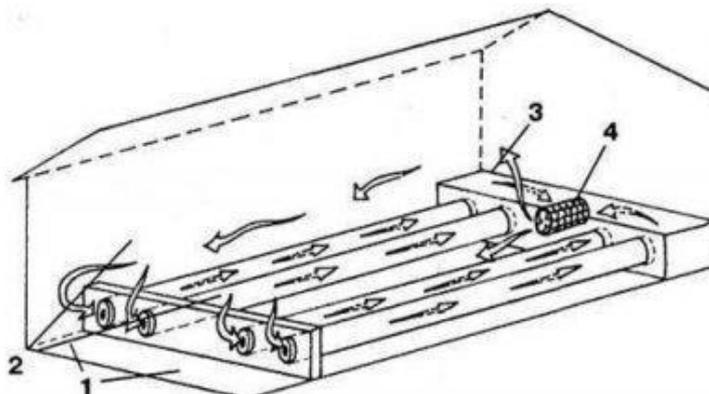


Рисунок 2 – Метод нагрева грунта  
1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 -

Использование водяных теплоаккумуляторов представляет собой процесс нагрева воды в резервуаре при помощи нагрева лучами солнца, но так как солнечная энергия не способна проникнуть сквозь большое расстояние толщи воды, нагрев происходит только сверху и около стенок. Улучшить эффективность данного метода можно при помощи установки большого количества небольших закрытых резервуаров с водой. Разместить ёмкости необходимо равномерно по всей площади помещения. Это позволит прогреть жидкость быстрее, а в дальнейшем равномерно отдавать тепло. При комбинированном методе следует расположить трубы таким образом чтобы воздух поступал на поверхность резервуаров, там, где они менее всего подвержены нагреву в дневной период времени. При использовании комбинированного метода аккумулирования тепловой энергии в системе теплоснабжения теплицы есть следующие преимущества:

- вариативность использования той или иной системы аккумулирования в зависимости от потребности и необходимости температурных и климатических условий;
- производительность не зависит от времени суток;
- безопасное и долгосрочное использование при минимальном вмешательстве человека;
- этот метод может подойти как для производственных теплиц, так и для теплиц в малых хозяйствах или дачных участках;

- дальнейшее усовершенствование установок и материалов позволит использовать тепловую энергию в большем объеме, что позволит снизить цену и повысить производительность комбинированного метода аккумулирования тепловой энергии.

Таким образом, в ходе работы был определен наиболее эффективный метода аккумулирования тепловой энергии для систем теплоснабжения теплиц.

#### Литература:

1. Аккумуляторы тепла для теплицы – Всё о земледелии. URL: <https://evpa-gaz.ru/sistemy/solnechnyj-obogrev-teplicy.html> (Дата обращения 09.11.22)

2. Баранова М.П., Когенерация электроэнергии с использованием возобновляемых источников /М.П. Баранова, Г.О. Холбоев, Х.И. Ибрагимова// В сб.: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития [Электронный ресурс]:. мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Часть 2. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития.Т.1/ Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2021. С. 201-204.

3. Дешевый и надежный аккумулятор тепла для теплицы URL: <https://sadda.ru/obustrojstvo/akkumulyatory-tepla-dlya-teplic.html> (Дата обращения 09.11.22).

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

5. Солнечный коллектор и другие эффективные аккумуляторы тепла для теплиц URL: <https://rusfermer.net/postrojki/sadovye-postrojki/teplitsy/svoimi-rukami-t/akkumulyatory-tepla.html> (Дата обращения 09.11.22)

6. Baranova M., Improving the reliability of power supply to electric networks /Baranova M., Ibragimova K., Holboev G./ В сборнике: AIP Conference Proceedings. 1. Сер. "1st International Conference on Problems and Perspectives of Modern Science, ICPPMS 2021" 2022. С. 030022.

УДК 539.42

**ПРОБЛЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
С ЛЕДЯНЫМИ ОБРАЗОВАНИЯМИ**

Теслин Денис Максимович, аспирант  
den41kk@mail.ru

Сергиенко Николай Евгеньевич, студент  
nesergienko@mail.ru

Научный руководитель: Лысянников Алексей Васильевич,  
канд. техн. наук, доцент  
av.lysyannikov@mail.ru

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

*В статье раскрывается проблема моделирования процесса взаимодействия рабочих органов строительно-дорожной техники с ледяными образованиями на дорожном покрытии.*

*Ключевые слова: лед, моделирование, разрушение, зимнее содержание, строительно-дорожные машины, рабочий орган.*

**THE PROBLEM OF MODELING THE PROCESS OF INTERACTION OF  
WORKING BODIES OF ROAD CONSTRUCTION EQUIPMENT WITH ICE  
FORMATIONS**

Teslin Denis Maksimovich, postgraduate student

Sergienko Nikolay Evgenievich, student

Scientific supervisor: Alexey Vasilyevich Lysyannikov, candidate of technical  
sciences, associate professor

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

*The article reveals the problem of modeling the process of interaction of working bodies of road construction equipment with ice formations on the road surface.*

*Keywords: ice, modeling, destruction, winter maintenance, road construction machines, working body.*

Контроль за параметрами технологического процесса является основополагающим фактором для применения автоматических систем управления строительно-дорожными машинами, что является актуальным направлением развития транспортной инфраструктуры в настоящее время.

При удалении снежно-ледяных образований с дорожного покрытия одним из контролируемых параметров является усилие резания, возникающее на рабочем органе, значение которого используется для выбора оптимального режима эксплуатации спецтранспорта, обеспечивающего эффективность и качество выполняемых работ по содержанию автомобильных дорог.

Контроль усилия резания льда в автоматических системах управления рабочим оборудованием опирается на результаты исследований и

математического моделирования процесса взаимодействия рабочих органов с разрабатываемой средой.

На сегодняшний день существует множество научных работ, посвященных математическим моделям взаимодействия льда с различными телами при различных условиях для установления основных закономерностей и особенностей поведения взаимодействующих тел при их контакте с возможностью прогнозирования их состояния.

В работе [1] приведена математическая модель резания льда одиночным стальным дисковым резцом, расположенным вертикально. За основу принята модель разрушения мерзлых грунтов. Приведены формулы для расчета составляющих усилия резания, воздействующих на диск в трех плоскостях (горизонтальная, боковая, вертикальная).

В работах [2, 6] проведены исследования по внедрению твердого тела (в виде стальной полусферы) в ледяную среду, при этом индентор сбрасывался с определенной высоты на образец льда. В процессе исследований наблюдался промежуточный слой между полусферой и образцом льда в виде раздробленного льда, вытесняемый под воздействием индентора. Определены формулы для нахождения скорости и глубины погружения полусферы в лед, толщины промежуточного слоя, а также значений касательных напряжений в поверхности разрушения. Данная модель является континуальной.

В работе [3] представлена модель предельной нагрузки ледяных балок. В процессе нагрузки лед первоначально испытывает упругие деформации до предельных значений, после чего начинает воспринимать пластические деформации, достигнув предела, разрушается.

В работе [4] выявлено, что для моделирования поведения льда в CAE-программах больше всего подходит модель упругопластической среды Прандтля-Рейсса с изотропным упрочнением и условием текучести Мизеса. Данная модель использовалась в работе [5] по исследованию процессов динамического нагружения льда с учетом прочностных свойств, ударно-волновых явлений, а также совместных процессов отрыва и сдвига. В модели лед принят пористой структурой.

В работе [7] представлены результаты исследования по смятию блоков льда индентором в виде стальной пластины. В ходе эксперимента осуществлялось измерение нагрузки на инденторе за счет установленных датчиков давления. Получены графические зависимости значений давления на стальной пластине от времени.

В работе [8] предположили, что поведение твердого льда соответствует модели линейного изотропного материала. Состояние предела текучести и размягчение материала после текучести описываются моделью вязкопластического материала Друкера-Прагера. Но данная модель не ограничивает увеличение

УДК 539.42

первого инварианта напряжения при сжатии и при условиях жестких ограничениях может привести к ошибочным результатам. Поэтому в последующей работе [9] для льда использовали вязкопластическую модель

типа Perzyna.

В работе [10] в ходе эксперимента наблюдалось кумулятивное разрушения льда, вызванное постепенным внедрением индентора в образец льда. При достижении предельных напряжений лед моментально разрушался, нагрузка в зоне контакта резко уменьшалась, но после вытеснения раздробленной ледяной крошки из основного массива снова возрастала и процесс разрушения повторялся.

Представленные модели не являются универсальными, так как каждый процесс взаимодействия характеризуется своими условиями (физико-механические свойства льда, состав и структура исследуемых образцов, характер и скорость приложения нагрузки, а также условия проведения эксперимента), которые необходимо учитывать. Существующие модели не подходят для описания взаимодействия льда при контактном разрушении с любым твердым телом. Для каждого разрабатываемого или уже существующего рабочего оборудования строительного-дорожного машин необходимо создание соответствующей модели взаимодействия со льдом. Разработка математических моделей возможна за счет проведения экспериментальных исследований и современного программного обеспечения.

#### Литература:

1. Желукевич Р. Б. Теория и практика создания рабочих органов строительных и дорожных машин с дисковыми резцами: специальность 05.05.04 " Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины": автореферат диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Желукевич Рышард Борисович; Сибирский федеральный университет. – Красноярск, 2013. – 34 с.
2. Курдюмов В. А. Гидродинамическая модель удара твердого тела о лед / В. А. Курдюмов, Д. Е. Хейсин // Прикладная механика. – 1976. – Т. XII. – № 10. – С. 103-109.
3. Ли Лян Предельная несущая способность ледяных балок / Ли Лян, К. Н. Шхинек // Инженерно-строительный журнал. – 2013. – № 1. – С. 65-74.
4. Лобанов В. А. Моделирование льда в задачах с конечноэлементной постановкой / В. А. Лобанов // Дифференциальные уравнения и процессы управления. – 2008. – № 4. – С. 19-29.
5. Орлов Ю. Н. Комплексное теоретико-экспериментальное исследование процессов динамического нагружения поликристаллического льда / Ю. Н. Орлов, М. Ю. Орлов // Проблемы Арктики Антарктики. – 2016. – № 1. – С. 28-38.
6. Хейсин Д. Е. Определение удельной энергии разрушения и контактных давлений при ударе твердого тела о лед / Д. Е. Хейсин, В. А. Лихоманов, В. А. Курдюмов // Труды Арктического и антарктического научно-исследовательского института. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – Т. 326. – С. 210-218.
7. Joensuu A. Jään ja Rakenteen Välinen Kosketus / A. Joensuu, K. Riska. – Otaniemi : Helsinki Teknillinen korkeakoulu, 1988. – 211 p.

8. Kolari K. Ice failure simulation – softening material model / K. Kolari, R. Kouhia, T. Kärnä // Proceedings of the 16-th IAHR International Symposium on Ice «Ice in the Environment». – Dunedin: International Association of Hydraulic Engineering and Research, 2002. – pp. 154-159.

УДК 539.42

9. Kolari K. Ice failure analysis using strain-softening viscoplastic material model / K. Kolari, R. Kouhia, T. Kärnä [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/287102193\\_ICE\\_failure\\_analysis\\_using\\_strain-softening\\_viscoplastic\\_aterial\\_model](https://www.researchgate.net/publication/287102193_ICE_failure_analysis_using_strain-softening_viscoplastic_aterial_model) (дата обращения: 15.10.2022).

10. Timco G. W. Indentation and Penetration of Edge-Loaded Freshwater Ice Sheets in the Brittle Range / G. W. Timco // Proceedings Fifth Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering (ОМАЕ). – New York: American Society of Mechanical Engineers, 1986. – Vol. 4. – pp. 444-452.

УДК 631.354

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА**

Цыглимов Иван Анатольевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия  
[ivan.czyglimov@mail.ru](mailto:ivan.czyglimov@mail.ru)

Самойлов Даниил Николаевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия  
[samojlov\\_daniil@bk.ru](mailto:samojlov_daniil@bk.ru)

Научный руководитель: Кузнецов Александр Вадимович  
канд.техн.наук, доцент кафедры «Тракторы и автомобили»  
Красноярский государственный аграрный университет,  
Красноярск, Россия  
[kuznetsov1223@yandex.ru](mailto:kuznetsov1223@yandex.ru)

*Аннотация: Представленная работа направлена на решение проблемы эффективности сушки зерна путем охлаждения зернового вороха аэратором с предварительно охлажденным и осушенным воздухом.*

*Ключевые слова: сушка зерна, производительность зерносушилки, аэратор вороха, снижения энергозатрат.*

### **IMPROVING COOLING EFFICIENCY GRAIN HEAP**

Tsyglimov Ivan Anatolyevich, student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia  
Samoilov Daniil Nikolaevich, student

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

Supervisor: Kuznetsov Alexander Vadimovich Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Tractors and Automobiles" Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*Abstract: The presented work is aimed at solving the problem of grain drying efficiency by cooling the grain pile with an aerator with pre-cooled and dried air.*

*Keywords: grain drying, grain dryer performance, heap aerator, energy consumption reduction.*

Сушка зерна – это важное звено в уборочной компании. Проблема повышения эффективности сушки зерна обострилась с появлением высокопроизводительных комбайнов и, в связи с этим неравномерности (связанной с погодными условиями) подачи зерна. Поэтому появилась потребность в высокопроизводительных сушилках. Подобные установки обеспечивают увеличение срока хранения зерна, снижают его потери в поле при уборке, позволяют быстро передать зерно с поля на длительное хранение.

В данной статье мы рассмотрим разновидности сушилок, способы сушки зерна, и постараемся решить одну из проблем определенной сушилки.

Основные виды зерносушилок, используемые в нашем регионе.

Шахтная зерносушилка. Принцип работы данной зерносушилки заключается в следующем – продукт попадает в вертикальную камеру и под собственным весом падает вниз через вертикальные перегородки, проходя три камеры: камеру нагрева, камеру сушки, камеру охлаждения.

Мобильная зерносушилка. Зерносушилка работает следующим образом: через загрузочный шнек продукт поступает в центральный шнек, после она начинает заполняться. Сушилка должна полностью заполниться вместе с бункером накопителем, затем начинается сушка продукта – зерно циркулирует, а горячий воздух с помощью вентилятора продувает продукт и тем самым зерно теряет влажность. Доведя процент влажности до нормы горелка отключается, вентиляторы продолжают работать, а зерно продолжает циркулировать внутри, чтобы температура продукта упала до нормы. Затем осуществляется выгрузка.

Конвейерная зерносушилка рисунок 1. На данной зерносушилке остановимся подробнее. Принцип работы заключается в следующем: продукт поступает с бункера накопителя на конвейер, после чего регулируя скорость, температуру и толщину слоя зерно передвигается по конвейеру. Нагревание массы осуществляется с помощью дизельной горелки и нагнетания вентиляторами горячего потока воздуха (кроме дизеля в качестве горючего может применяться газ и твердое топливо). Три четверти пути продукт нагревается и сушится, после чего наступает стадия охлаждения продукта. Охлаждение производится с помощью вентиляторов (одного и более), затем масса поступает на выгрузной шнек или ленточный транспортер, на этом процесс сушки завершается.

Особенности использования рассмотрим на примере уборочной кампании 2022 года в ИП глава КФХ Цыглимов Анатолий Семенович, была куплена и установлена зерносушилка СК-17 производительностью 17 тонн в час (при

определенных условиях).

Но, к сожалению, на практике данная сушилка не показала заданного результата, так как при установленных настройках (даже в 12 т/ч) зерно не успевало охлаждаться. Температура продукта на выходе с сушилки могла достигать 40-45 °С, что в свою очередь превышала значение температуры, при которой можно было засыпать зерно в ворох.

Используя различные настройки и регулировки при непосредственном участии сервисной службы, не удалось приблизить даже близко результат к заявленным значениям, зерно попросту не успевало охлаждаться. При приемлемых настройках (по температуре зерна на выходе) производительность зерносушилки составляла 7-9 т/ч. Из-за этого сушка продуктов очень сильно отставала от суточного намолота зерноуборочных комбайнов.

Вследствие того, что некоторый объем продукции пришлось засыпать в склад с высокой температурой, было принято решение об установках воздушных аэраторов. Установка состоит из перфорированной металлической трубы, асинхронного электродвигателя и вентилятора в корпусе.

Принцип работы заключается в следующем, с помощью вентилятора нагнетался воздух, который затем подавался в ворох, либо наоборот высасывался из вороха (рис. 2).

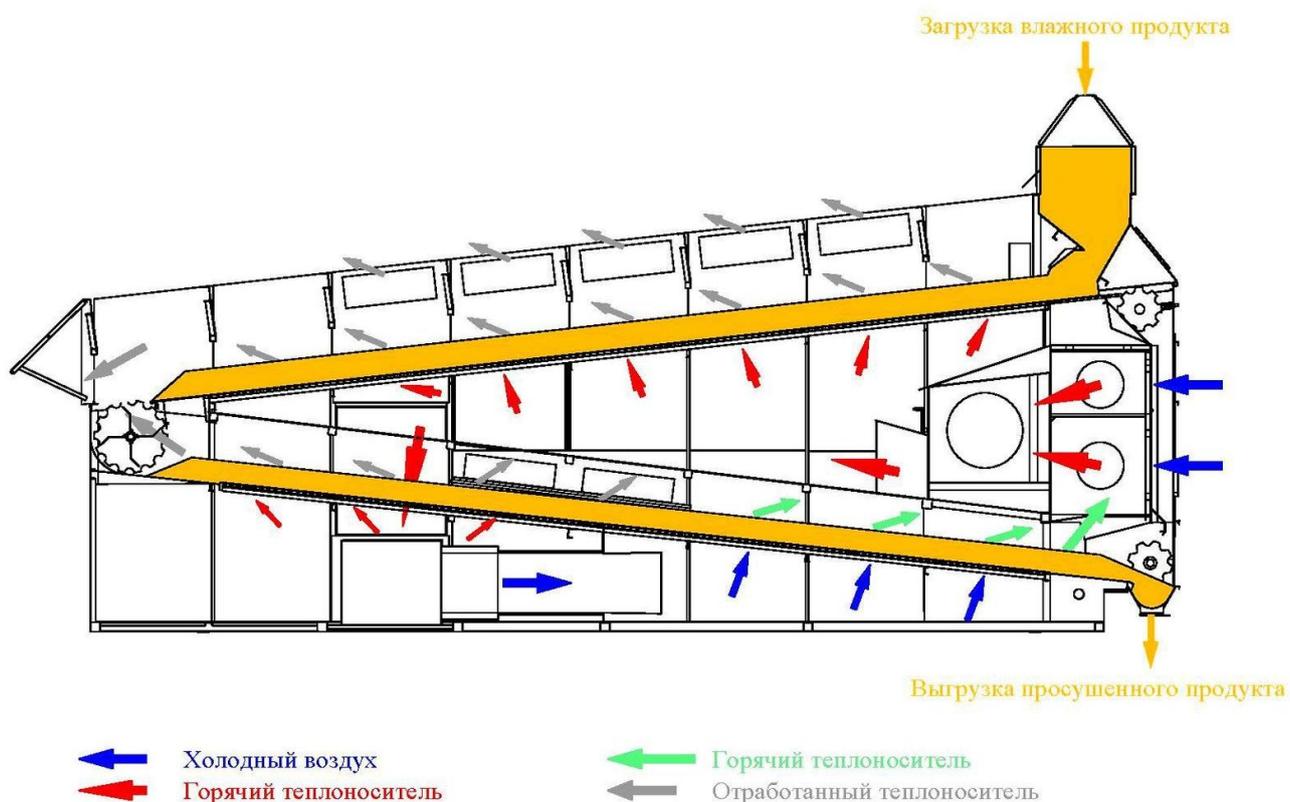


Рисунок 1 – Конвейерная зерносушилка

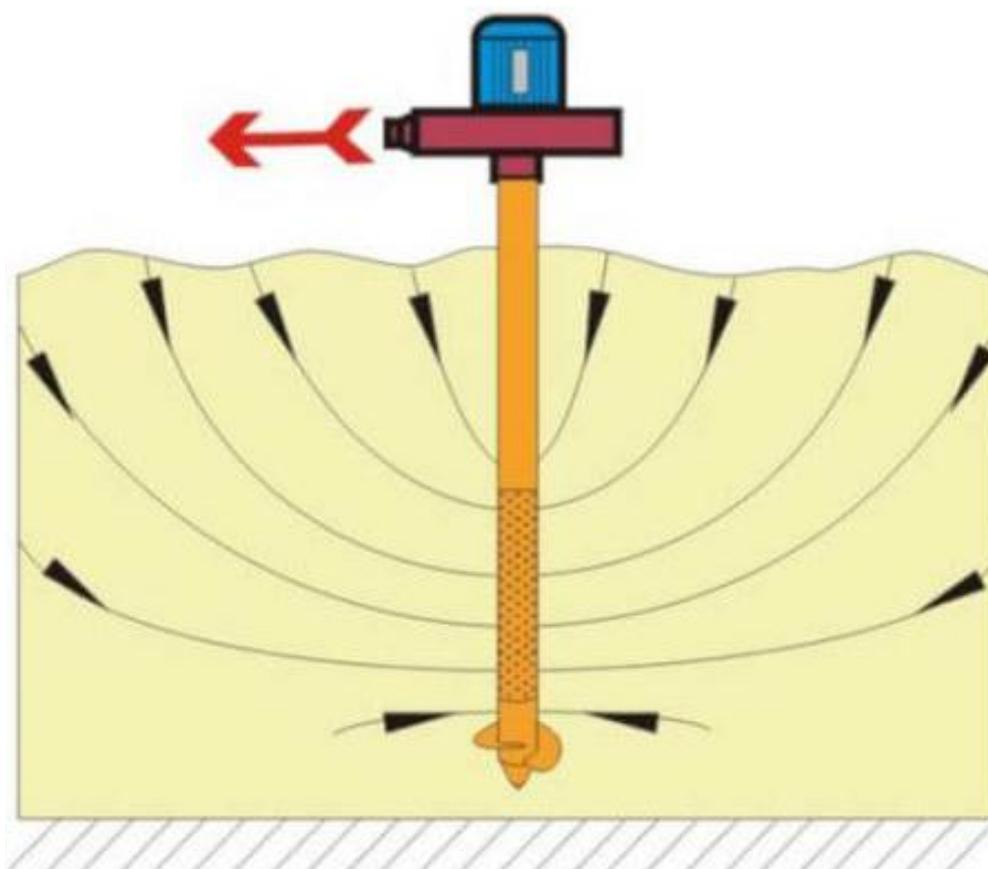


Рисунок 2 – Аэратор зернового вороха

Используемый метод показал эффективность при температуре окружающего воздуха ниже +15 °С. Когда температура воздуха выше +15, результат от аэраторов близок к нулю.

Решением данной проблемы является предварительное охлаждение и снижение влажности воздуха, подаваемого в аэратор, а для снижения энергозатрат использовать компрессорные холодильные машины.

#### Литература:

1. Манасян С.К. Принцип конвективной сушки зерна /С.К. Манасян// Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2019. – №6. – С. 145.
2. Смелик В. А., Ерошенко Л. И. Проектирование и строительство пунктов по послеуборочной обработке и хранению продукции растениеводства для типовых хозяйств Северо-Запада / Крупный и малый бизнес в АПК: роль, механизмы взаимодействия, перспективы. СПб.: СПГАУ. 2009. С. 124.

**ПРОБЛЕМА ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ  
НА БЕРЕЗОВСКОЙ ГРЭС**

Чебодаев Степан Александрович, студент  
step-chebodaev@yandex.ru

Кириллова Дарья Сергеевна, студент  
dasha.kirillova.18@bk

Задорин Егор Константинович, студент  
zadorin.egor1505@mail.ru

Павлова Дарья Андреевна, студент  
dashapav46@gmail.com

Топорков Артем Александрович, студент  
arsenov326@gmail.com

Научный руководитель: Чебодаев Александр Валериевич,  
канд. техн. наук, доцент кафедры электроснабжения с.х.  
ale-chebodaev@yandex.ru

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

*Аннотация: Авторским коллективом в статье рассмотрены существующие проблемы Березовской ГРЭС по переработке золошлаковых отходов. Проанализированы законодательные акты Российской Федерации, и перспективные направления переработки золошлаковых отходов. В качестве решения проблемы предложено строительство двух заводов по переработке ЗШО для производства цемента и наполнителей для бетона с последующем строительством космодрома на месте существующих золоотвалов.*

*Ключевые слова: ГРЭС, золошлаковые отходы, золоотвал, бурый уголь, производство, технология, переработка, цемент, бетон, наполнитель, завод, космодром.*

**THE PROBLEM OF ASH AND SLAG WASTE PROCESSING AT  
BEREZOVSKAYA GRES**

Chebodaev Stepan Alexandrovich, student

Kirillova Darya Sergeevna, student

Zadorin Egor Konstantinovich, student

Pavlova Darya Andreevna, student

Toporkov Artem Aleksandrovich, student

Scientific supervisor: Chebodaev Alexander Valerievich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Power Supply of Agricultural Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*Abstract: The author's team in the article considers the existing problems of the Berezovskaya GRES for the processing of ash and slag waste. Legislative acts of the Russian Federation and promising areas of ash and slag waste processing are analyzed. As a solution to the problem, the construction of two ZCO processing plants for the production of cement and fillers for concrete is proposed, followed by*

*the construction of a cosmodrome on the site of existing ash dumps.*

*Keywords: GRES, ash and slag waste, ash dump, brown coal, production, technology, processing, cement, concrete, filler, plant, cosmodrome.*

В рамках всероссийского кейсового движения «Профессионалы будущего» [1], в октябре 2022 года проводился чемпионат Красноярского края «Кубок региона «Ресурсосберегающие технологии»», посвященный проблеме переработки отходов Березовской ГРЭС, расположенной в г. Шарыпово, Красноярского края, Российской Федерации. Команда «ЭДС» состоящая из студентов института инженерных систем и энергетики, ФГБОУ ВО Красноярского государственного аграрного университета, принимала участие в финале конкурса высшей лиги 3 ноября 2022 г. на базе Многопрофильного техникума в г. Шарыпово.

Березовская ГРЭС – единственная электростанция в России с энергоблоками мощностью 800 МВт, где в качестве топлива используется уголь. Отходами производства при получении электроэнергии на Березовской ГРЭС являются золошлаковые отходы (ЗШО). Выход ЗШО в год составляет до 480 тыс. т. Размещение ЗШО происходит на золошлакоотвале Березовской ГРЭС, на котором накоплено более 1,8 млн.т. ЗШО.

15 июня 2022 г. вышло распоряжение Правительства Российской Федерации №1557-р, в котором утвержден комплексный план по повышению объемов утилизации ЗШО [2]. Согласно данного распоряжения, к 2035 году необходимо увеличить объем использования и переработки ЗШО более 50%. Также согласно ФЗ от 14.07.2022 № 343 ЗШО не являются отходами производства и потребления, должны быть сняты с учета и переработаны/реализованы [3].

Накопление большого количества ЗШО является большой проблемой для Березовской ГРЭС, которая явилась результатом:

- потребности в большом количестве электрической и тепловой энергии, что привело за собой потребление большого количества топлива;
- использования дешевого бурого угля Березовского месторождения;
- применением несовершенной технологии сжигания углей (устаревшие котлы Березовской ГРЭС);
- ограниченностью (отсутствию) переработки ЗШО;
- отсутствием развитой логистической инфраструктуры (речного транспорта; Ж/Д путей и крупных автомобильных магистралей), для реализации больших объемов ЗШО или продукции из них.

По данным, предоставленным специалистами Березовской ГРЭС, характеристика топлива Березовской ГРЭС представлена в таблице 1, а химический состав образцов золы Березовской ГРЭС, представлен в таблице 2[1].

Таблица 1 – Характеристика топлива Березовской ГРЭС

Марка топлива	Рабочая масса топлива, %							Выход летучих $V_r$ , %	Теплота сгорания, $Q_{P_n}$ , кДж/кг	Температура плавления золы,		
	$W_P$	$A_P$	$S_P$	$C_P$	$H_P$	$N_P$	$O_P$			$t_1$	$t_2$	$t_3$
Б-2Р	35,0	4,0	0,2	44,3	3,0	0,4	14,4	48	15 671	1270	1290	1310

Таблица 2 – Химический состав образцов золы Березовской ГРЭС

Место	$Al_2O_3$	$CaO$	$Fe_2O_3$	$MgO$	$Na_2O$	$SiO_2$	$SO_3$	$TiO_2$	$SrO$	$MnO$
Поле №1	8,158	35,037	11,372	21,607	6,951	12,911	2,395	0,171	0,804	0,155
Поле №4	10,611	25,431	12,214	15,592	12,129	14,348	6,624	0,524	0,570	0,196
Формкамеры	7,837	28,261	16,909	16,370	5,065	22,166	1,553	0,230	0,690	0,158
Циклоны	8,327	30,581	9,842	14,365	7,402	17,721	8,788	0,171	0,740	0,170
ЗОС	7,399	36,010	11,023	20,515	7,036	12,938	3,051	0,321	0,930	0,159

Согласно данным, опубликованным в статье [4], на рисунке 1 представлен потенциал и направления утилизации ЗШО до 2024 года. Авторами предлагается основную часть использовать для рекультивации земель, в том числе и сельскохозяйственного назначения. Значительную часть использовать для производства цемента. Остальное предлагается использовать при производстве автомобильных и железнодорожных насыпей, пересыпки ТКО, производства силикатного кирпича.

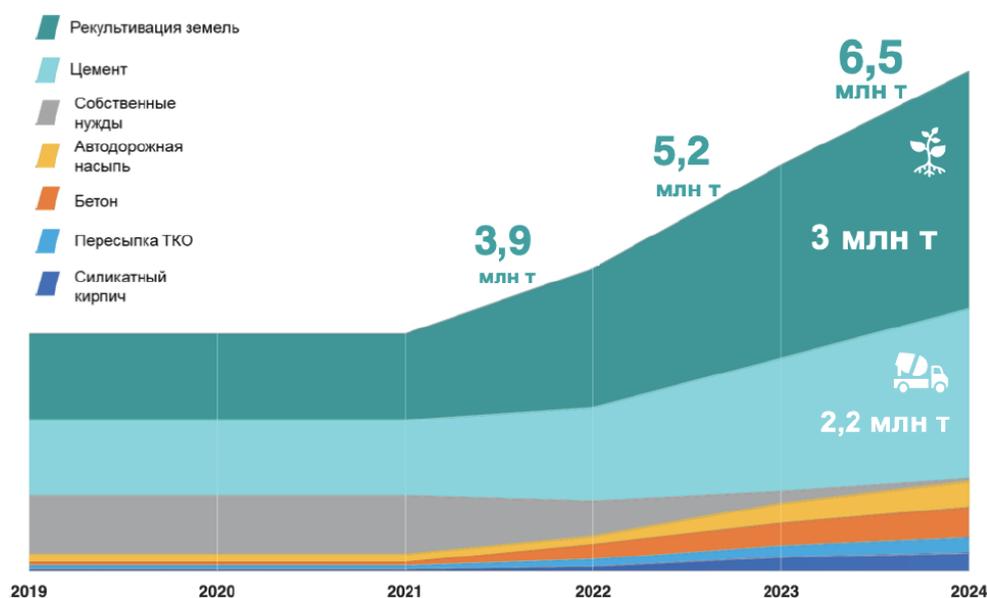


Рисунок. 1 Потенциал и направления утилизации ПСТТ-ЗШО до 2024 года.

В настоящее время в России накоплено более 17,8 млн.т. ЗШО[1], согласно комплексного плана по повышению объемов утилизации ЗШО отходов V класса опасности [2] имеются следующие направления переработки ЗШО в зависимости от уровня затрат в развитие перерабатывающих технологий, представлены в виде графика на рисунке 2 [1].



Рисунок. 2 Ключевые направления использования золошлаков в России.

Проанализировав химический состав образцов золы Березовской ГРЭС, а также направления переработки, можно выделить несколько наиболее перспективных направлений, в которых могут применяться переработанные ЗШО:

- строительство (производство цемента, силикатного кирпича, наполнителей для бетона);
- металлургия (производство алюминиевого, железного, магниевого концентратов);
- сельское хозяйство (получение минеральных удобрений, сорбентов, коагулянтов, и материалов для рекультивации земель).

Учитывая имеющиеся проблемы Березовской ГРЭС, такие как большие ежегодные объемы ЗШО, отсутствие развитой логистической инфраструктуры, которые будут влиять на конечную стоимость производимой продукции из ЗШО, высокий потенциал реализации может быть достигнут в строительной отрасли. Следовательно, предлагаем использовать ЗШО в промышленном строительстве, а именно для постройки космодрома (или космопорта, как перспективное развитие космической отрасли), так как для такого сооружения требуется большое количество бетона.

С этой целью, необходимо строительство завода по комплексной переработке ЗШО. Из ЗШО Березовской ГРЭС нужно получать концентраты металлов (Al, Fe, Mg), из остальной массы ЗШО нужно производить цемент и наполнитель для бетона. Концентраты металлов отправлять на заводы по выплавке металлов. Из цемента и наполнителя изготавливается бетон, использующийся для строительства космодрома (космопорта), который может находиться на месте существующих золоотвалов.

Компания «Абсолют» [5] может построить стационарный завод под ключ по переработке ЗШО до 400 тыс. тонн в год. Стоимость такого завода находится в пределах от 1300 до 1500 млн.руб. Такой завод приносит прибыль

от 365 млн.руб. в год от производства строительных материалов. Срок окупаемости составляет до 5 лет.

Технология, предлагаемая компанией «Абсолит» не использует щелочи и кислоты и не производит никаких отходов - ни твердых, ни жидких. Экологическая безопасность производства и продукции обеспечивается технологией активации, путем измельчения в мельницах и прессования под давлением 700 кг/см<sup>2</sup>, при прочности золошлаков менее 400 кг/см<sup>2</sup>. Физико-химической основой для технологической линии по переработке золошлаков «Березовской ГРЭС», является метод получения новых материалов путем взаимного трения мелкодисперсных химически-активных частиц под высоким давлением, превышающих предел прочности исходного сырья [5].

В идеале, потребление продукции из ЗШО должно осуществляться на месте их производства, следовательно, строительство космодрома (космопорта) позволяет решить проблемы переработки ЗШО для Березовской ГРЭС.

Если построить два завода суммарной мощностью переработки 800 тыс. т. в год, то после строительства заводов, в течение 6 лет будут переработаны ежегодно производимые ЗШО Березовской ГРЭС плюс, накопленные в золоотвале 1,8 млн. тонн. Таким образом, к 2035 году надобности в золоотвале не будет, а заводы будут работать на 60% от установленной мощности, выпуская продукцию гражданского назначения.

#### Литература:

1. Профессионалы будущего; кейсовое движение [Электронный ресурс] Url.: [https:// profuture.space/events/event/?ID=1508](https://profuture.space/events/event/?ID=1508) (дата обращения 07.11.2022г).

2. Комплексный план по повышению объемов утилизации золошлаковых отходов V класса опасности, утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 15 июня 2022 г. № 1557-р. [Электронный ресурс] (электронный ресурс) Url.: <http://government.ru/docs/all/141543/> (дата обращения 07.11.2022 г).

3. Федеральный закон "О внесении изменений в Закон Российской Федерации "О недрах" и отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 14.07.2022 N 343-ФЗ (последняя редакция). [Электронный ресурс] Url.: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202207140118?index=0&rangeSize=1> (дата обращения 07.11.2022 г).

4. «Необходимость новых подходов к использованию золы угольных ТЭС», Делицын Л.М. Власов А.С. журнал: Теплоэнергетика № 4, 2010 г.; Стр. 49-55. Учредители: Национальный исследовательский университет "МЭИ", Российская академия наук.

5. ООО компания «Абсолит» [Электронный ресурс] Url.: <https://absolit.ru/technology/zavod-po-pererabotke-zoloshlakovyh-i-netoksichnyh-othodov> (дата обращения 24.10.2022г).

## **АДАПТАЦИЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОТОПЛИВА**

Шадрыгин Даниил Александрович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
sannikovdiesel@mail.ru

Научный руководитель: Санников Дмитрий Александрович  
канд. техн. наук, доцент кафедры «Тракторы и автомобили»

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия  
sannikovdiesel@mail.ru

*В статье рассматривается техническая разработка, позволяющая эффективно использовать вязкое биотопливо в системах питания автотракторных дизелей.*

*Ключевые слова: биотопливо, прокачивание, нагревание, температура, термостат, циркуляция, топливопровод, бак.*

### **ADAPTATION OF THE FEEDING SYSTEM WHEN USING BIOFUEL**

Shadrygin Daniil Alexandrovich, student

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Scientific adviser: Sannikov Dmitry Alexandrovich

Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department Tractors and  
Automobiles

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

*The article discusses a technical development that allows the efficient use of viscous biofuels in power systems for automotive diesel engines.*

*Key words: biofuel, pumping, heating, temperature, thermostat, circulation, fuel line, tank.*

Во настоящее время актуальной задачей является адаптация дизельных ДВС, а именно их систем топливоподдачи, для эффективной их работы на топливах биологического происхождения, изготовленных из растительных масел. Актуальность данных исследований вызвана отличием физических свойств биологического топлива от традиционного дизельного, поскольку применение биологического топлива без адаптации системы питания приводит к существенным ухудшения работы дизеля, вплоть до невозможности осуществления рабочего цикла.

Можно выделить основную причину, из-за которой требуется проводить адаптацию систем питания топливом - это высокая вязкость и плотность биотоплива [1]. Повышенная вязкость и плотность биотоплива влияет на:

1. ухудшает его прокачивание по трубопроводам, вплоть до невозможности полной прокачки;
2. ухудшение фильтрации в фильтрующих элементах, вплоть до забивания фильтрующего элемента;

3. существенно ухудшается наполнение наплунженного пространства насосной секции, что приводит к понижению цикловой подачи топлива;

4. ухудшается качество распыления топлива форсункой.

Главной проблемой является то, что вышеуказанные последствия проявляются, как правило, на режимах средних и полных нагрузок дизеля, когда требуется максимальная прокачка биотоплива. Но на режимах холостого хода такие негативны явления, как правило, отсутствуют. Таким образом, решение проблемы прокачивания более вязкого и плотного биотоплива позволит существенно повысить эффективность работы системы питания топливом.

Рассмотрим наиболее распространенные способы адаптации системы питания для использования биотоплива [2, 3]:

1. Смешивание биотоплива с традиционным дизельным топливом.

2. Предварительное нагревание прокачиваемого биотоплива.

3. Увеличение площади фильтрации топлива;

4. Увеличение цикловой топлива.

Первый способ применяется для обеспечения оптимальных пусковых и мощностных свойств биотоплива, а также позволяет частично решить проблему прокачивания биотоплива. Второй способ наиболее перспективен, поскольку позволяет гарантировано решить проблему прокачивания. Увеличение площади фильтрации топлива за счет внедрения значительно бóльшего количества фильтрующих элементов не оказывает влияние на качество очистки. Увеличение цикловой подачи топлива будет эффективно лишь при максимально возможном наполнении надплужерного пространства.

Следовательно, первоначально задачей адаптацией системы питания является необходимость обеспечения гарантированного прокачивания биотоплива по трубопроводам. Для решения указанных проблем предлагается способ адаптации системы питания с целью эффективного использования биотоплива (рис. 1).

Адаптированная система питания (рис. 1) содержит топливный бак 1, фильтр грубой очистки топлива 2, топливный насос низкого давления 3, фильтр тонкой очистки топлива 5, электрический нагревательный элемент 4, подключенный к системе электрооборудованию через включатель 12, топливный насос высокого давления 6, форсунки 8, топливопроводы высокого давления 7, дренажный топливопровод топливного насоса высокого давления 9, дренажный топливопровод 10 форсунок 8. Электрический нагревательный элемент расположен в топливном баке таким образом, чтобы все топливо, входящее в него под действием всасывающей силы насоса низкого давления, проходило через него и нагревалось за счет контакта нагретой поверхности тепловыделяющего элемента с проходящим топливом. Топливный насос высокого давления через дренажный теплопровод посредством термостата 11 соединяется или с топливным баком, или с линией всасывания топлива до фильтра грубой очистки топлива. Термостат должен обеспечивать подачу недостаточно нагретого топлива не выше 50 град. Цельсия из топливного насоса высокого

давления в линию всасывания до фильтра грубой очистки топлива, а при температуре свыше 50 градусов Цельсия подачу излишне нагретого топлива в топливный бак. Дренажная линия форсунок соединяется с топливным баком, обеспечивая локальный нагрев топлива постоянно при работе двигателя.

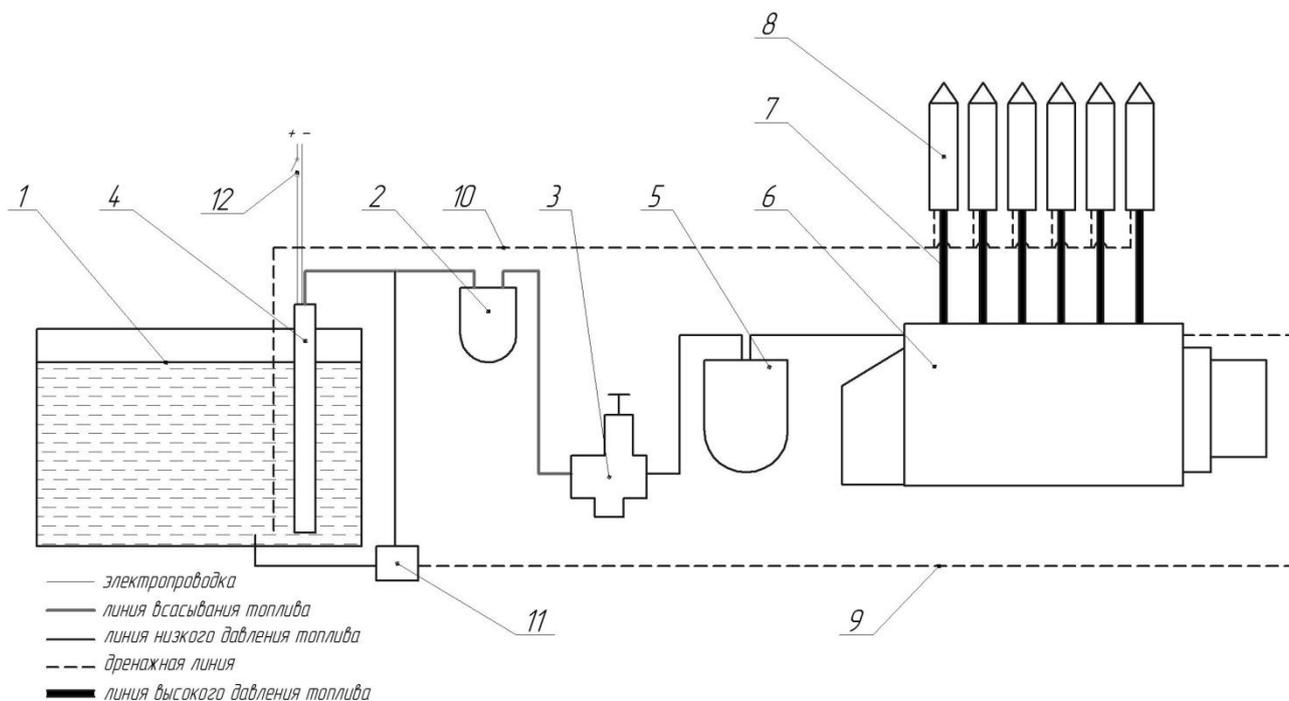


Рисунок 1 - Предлагаемая система питания биотопливом.

Перед запуском двигателя внутреннего сгорания на непродолжительное время включателем подается напряжение на электрический нагревательный элемент с целью нагревания топлива, расположенного в зоне забора в топливном баке. После чего осуществляется запуск двигателя внутреннего сгорания автотракторного средства, при этом электрический нагревательный элемент продолжает работать, т. е. нагревать проходящее через него топливо, тем самым вязкость топлива снижается. Залитое в топливный бак топливо забирается топливным насосом низкого давления и, проходя через работающий электрический нагревательный элемент, поступает в фильтр грубой очистки топлива, где предварительно нагретое топливо проходит очистку. Далее очищенное топливо поступает в насос низкого давления, после чего под давлением закачивается в фильтр тонкой очистки топлива, далее топливным насосом высокого давления распределяется в соответствии с порядком работы цилиндров посредством топливопроводов высокого давления и форсунок. Таким образом, предварительно нагретое топливо в топливном баке с помощью электрического нагревательного элемента было прокачено по системе питания.

Дренажная линия, отводя излишнее количество нагретого топлива из насоса высокого давления, подает его в термостат, который при температуре топлива в него поступающего не выше 50 град. Цельсия

направляет его в линию всасывания до фильтра грубой очистки топлива. Наиболее нагретое топливо из топливного насоса высокого давления позволяет максимально повысить температуру вновь закачиваемого топлива из топливного бака, тем самым обеспечивая прокачиваемость топлива по системе питания. В случае если температура поступающего топлива в термостат 11 выше 50 градусов Цельсия подача излишне нагретого топлива осуществляется в топливный бак, тем самым позволяя рассеять избыточное количество теплоты в холодном топливе, находящимся в топливном баке.

Адаптированная система питания топливом позволяет обеспечить оптимальные вязкостных свойств топлива, имеет минимальное изменение штатной конструкции системы питания.

#### Литература:

1. Санников Д.А., Доржеев А.А., Селиванов Н.И. ПРИМЕНЕНИЕ РАПСОВОГО МАСЛА В УНИВЕРСАЛЬНО-ПРОПАШНЫХ ТРАКТОРАХ / Д.А Санников, А.А. Доржеев, Н.И. Селиванов / В сборнике: Современные тенденции развития АПК в России. V Международная научно-практическая конференция молодых ученых Сибирского федерального округа "Современные тенденции развития АПК в России". 2007. С. 104-106.

2. Пат. RU 2695549 С1 Российская Федерация, МПК F02M 43/00, F02D 19/06 Многотопливная система питания автотракторного дизеля [Текст] / Плотников С.А., Смольников С.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Вятский государственный университет. - № 2018125177; заявл. 09.07.2018; опубл. 24.07.2019.

3. Пат. RU 2645832 С1 Российская Федерация, МПК F02M 43/00, F02D 19/06, F02M 27/08 Двухтопливная система питания дизеля автотракторного средства [Текст] / Уханова Д.А., Уханова Ю.В., Уханов А.П.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Пензенский государственный аграрный университет. - № 2017111406; заявл. 04.04.2017; опубл. 28.02.2018.

## СОДЕРЖАНИЕ

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

Баранова М.П., Ибрагимова Х.И. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИМЕНЕНИЕМ ИНВЕРТОРОВ НА МИКРОСХЕМАХ	3
Бастрон А.В. ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	8
Болотина М.Н. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ПРЕСС-ПОДБОРЩИКОВ РУЛОННЫХ ПР-140 и ПРФ-145	13
Васильев А.А., Санников Д.А., Беляева Е.В., Толстых В.А. МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ РАСЧЕТА НОРМ ВЫРАБОТКИ И РАСХОДА ТОПЛИВА ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ	16
Вензелев Р.В., Баранова М.П. ПОДГОТОВКА КАДРОВ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ	21
Вензелев Р.В., Баранова М.П. ИДЕНТИЧНОСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ КОНТАКТА ПРИ УСТАНОВКЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ДЛИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД	26
Заплетина А.В., Дебрин А.С. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ DIALUX	30
Катаргин С.Н., Кайзер Ю.Ф., Кузнецов А.В. АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ПОВЕДЕНИЯ ВОДИТЕЛЕЙ, ОСНОВАННЫХ НА КОНЦЕПЦИИ РИСКА КАК ГЛАВНОГО ФАКТОРА, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО ЕГО ПОВЕДЕНИЕ В ДОРОЖНОМ ДВИЖЕНИИ	35
Ковальчук А.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ НА СИЛОВОЙ ВАЛОПРОВОД ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРМОВ	39
Комаристая Е.А., Форсел Е.К., Василенко А.А. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ	44
Корнеева В.К., Капцевич В.М., Закревский И.В., Спиридович П.М., Остриков В.В. ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БУМАГИ ДЛЯ ОЦЕНКИ МОЮЩЕ-ДИСПЕРГИРУЮЩИХ СВОЙСТВ МОТОРНОГО МАСЛА МЕТОДОМ «КАПЕЛЬНОЙ ПРОБЫ»	49
Летушко В.С., Безьязыков Д.С. МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДИСПЕРГАЦИИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ	54
Магомедов Ф.М., Меликов И.М., Гасанова Э.С., Магомедова Н.Ф., Кайзер Ю.Ф. ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ОСНАЩЕННЫХ COMMON RAIL	57

Матюшев В.В., Семенов А.В., Чаплыгина И.А. ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ЭКСТРУЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ	62
Медведев М.С., Латаев А.Ю. ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ МОЙКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	66
Орловский С.Н., Карнаухов А.И. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ПЛУЖНОГО КАНАТНО-ЛЕБЕДОЧНОГО КАНАЛОКОПАТЕЛЯ	69
Орловский С.Н., Карнаухов А.И. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ДОЖДЯ МАШИН НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ТИПА «ФРЕГАТ»	74
Орловский С.Н., Карнаухов А.И. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОВОМУ РЕЖИМУ ОБЪЁМНОГО ГИДРОПРИВОДА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН	77
Полюшкин Н.Г., Батрак А.П., Полюшкина М.П. КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ И УСТРОЙСТВ СНИЖЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ГИДРОПРИВОДЕ	79
Полюшкин Н.Г., Батрак А.П., Полюшкина М.П. РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ И УСТРОЙСТВ СНИЖЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ГИДРОПРИВОДЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	83
Полюшкин Н.Г., Батрак А.П., Полюшкина М.П. МЕТОДИКА РАСЧЁТА УСТРОЙСТВ СНИЖЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ГИДРОПРИВОДЕ	87
Романченко Н.М., Гиренков В.Н. ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГОЛЬНЫХ ЗАПАСОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ РЕГИОНА	90
Сабодах И.В., Раменский М.И. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК	95
Санников Д.А. ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В ДВС	100
Санников Д.А. ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОТОПЛИВА	105
Санников Д.А. СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ НАГНЕТАЕМОГО ВОЗДУХА ДЛЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВС	108
Селиванов Н.И., Грищенко С.В. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ	111
Селиванов Н.И., Васильев И.А., Богатиков В.А. МОДЕРНИЗАЦИЯ ПАРКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ	116
Соловской А.С., Титов Е.В. КОНТРОЛЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ С УЧЕТОМ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПОГЛОЩЕННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ	121
Ушанов В.А., Терских С.А. ЭВОЛЮЦИЯ ПРОЦЕССА МЕХАНИЗАЦИИ АПК И РАЗВИТИЯ БАЗЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН	124

Ушанов В.А., Терских С.А ПЕРСПЕКТИВЫ В МЕХАНИЗАЦИИ АПК	131
Ушанов В.А., Долбаненко В.М., Терских С.А. ФИЛОСОФСКИЙ АСПЕКТ РЕМОНТА МАШИН	139
Форсел Е.К., Комаристая Е.А., Василенко А.А. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ	150
Хабардин В.Н., Аносова А.И. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УЛАВЛИВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ ИСПАРЕНИЙ (EVAP)	154
Христинич Р.М., Христинич Е.В., Христинич А.Р. МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ МАСЛОНАСОСА СИЛОВОГО АВТОТРАНСФОРМАТОРА	157
Цайц М.В. К ВОПРОСУ СООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТЯНУТОСТИ ЛЕНТЫ ЛЬНА КАК ФАКТОРА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ОБМОЛАЧИВАЮЩИХ И ОЧЕСЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ	163
Чепелев Н.И., Маслова Т.В. ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ ОБУЧЕНИЯ ОХРАНЕ ТРУДА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	168
Чепелев Н.И., Маслова Т.В. УЛУЧШЕНИЕ ОХРАНЫ ТРУДА ЗА СЧЕТ РАЗВИТИЯ АРЕНДНЫХ ОТНОШЕНИЙ	171
Шматова А.А., Семенов А.Ф. ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГИДРОПОННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ОВОЩЕЙ В ТЕПЛИЦЕ	174
Щеголихина Т.А., Болотина М.Н. СООТВЕТСТВИЕ СЕЯЛОК КРИТЕРИЯМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ	179

## СЕКЦИЯ 2. РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Байкалова Л.П., Карвель А.Б. РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ И ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ ПО ЗЕРНОВОМУ ПРЕДШЕСТВЕННИКУ	182
Байкалова Л.П., Ноздрина Н.А., Попов В.Ю. ОЦЕНКА СОРТОВ ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ, ТРИТИКАЛЕ И ОВСА ПО УРОЖАЙНОСТИ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ	187
Бобкова Ю.А., Токарев Н.Г., Перельгин В.Г., Симаков В.С. РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГРЕЧИХИ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	192
Босак В.Н., Сачивко Т.В., Акулич М.П. ОГРАНИЧЕНИЕ ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕЛЕННЫХ, ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ И ЭФИРНО-МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР	196
Внукова З.М., Питель Т.С. РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ	199
Демиденко Г.А. МОНИТОРИНГ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В АГРОЦЕНОЗАХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ	202

Емелев С.А., Лыбенко Е.С. УРОЖАЙНОСТЬ ВЕГЕТАТИВНОЙ МАССЫ СОРТОВ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО СЕЛЕКЦИИ ФНЦ «ВИК ИМ. В.Р. ВИЛЬЯМСА»	206
Ибиев Г.З., Платоновский Н.Г. ФАКТОРЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	210
Ибиев Г.З., Савоськина О.А., Поддымкина Л.М. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ	216
Ивченко В.К., Полосина В.А., Михайлова З.И., Луганцева М.В. ВЛИЯНИЕ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА TERRION SR 2010 НА ТВЕРДОСТЬ ПОЧВЫ	221
Карпюк Т.В. ГИДРОПОНИКА КАК РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ	224
Карпюк Т.В. ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ГИДРОПОННОЙ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ	226
Королькова А.П., Худякова Е.В., Горячева А.В. ЦИФРОВЫЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ: ПРОБЛЕМЫ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	229
Макаров С.С., Чудецкий А.И., Кульчицкий А.Н. АДАПТАЦИЯ К УСЛОВИЯМ <i>EX VITRO</i> И К УСЛОВИЯМ ОТКРЫТОГО ГРУНТА РОССИЙСКИХ СОРТОВ КЛЮКВЫ БОЛОТНОЙ ( <i>OXYCCOCUS PALUSTRIS</i> L.)	234
Мистратова Н.А., Бопп В.Л., Кириченко Н.А., Ханипова В.А. ОЦЕНКА СОРТОВ СМОРОДИНЫ КРАСНОЙ ПО БИОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ЯГОД В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ	239
Мистратова Н.А., Захарцева М.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УДОБРЕНИЙ ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ РАЗМНОЖЕНИИ ГРУШИ ВЕГЕТАТИВНЫМ СПОСОБОМ	243
Неменушая Л.А. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ	248
Резниченко И.Ю., Фролова Н.А. ТЕХНОЛОГИИ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ И КАСТОМИЗАЦИИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ	252
Сабодах И.В., Плисецкая Н.А. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ	254
Горшкова А.С., Сорокина М.В., Сидорова А.В., Батурина Н.М., Сидорова Е.К. ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	257
Сорокина О.А., Безруких А.М. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБОГАЩЕННЫХ НОВЫХ ВИДОВ УДОБРЕНИЙ НА РАЗНЫХ ТИПАХ ПОЧВ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ	261
Сорокина О.А., Попков А.П. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗВРАТА ЗАЛЕЖЕЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ	266

Сторожева О.В., Шурупова А.В., Дорохин С.В., Чепрасова А.А., Парфенова Н.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРОСЛЕЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ	271
Ступницкий Д.Н., Белоконь А.И., Микешина В.Д., Семин А.С., Павлов И.Ю., Колеснев Р.И. ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА ь В ЗЕЛЕННЫХ ЛИСТЬЯХ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО	274
Ступницкий Д.Н., Белоконь А.И., Микешина В.Д., Семин А.С., Павлов И.Ю., Колеснев Р.И. ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧАТКОВ У ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА ОКТАВА, МД ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ	278
Труфанов А.М., Романина Я.С. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПО РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЮ АГРОТЕХНОЛОГИЙ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ФИТОФАГОВ В ПОСЕВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	283

### СЕКЦИЯ 3. РЕАЛИЗАЦИЯ НОВЫХ СТАНДАРТОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ АПК

Баранова М.П. НАУКА И ПРАКТИКА В АГРАРНОМ ОБРАЗОВАНИИ	288
Бердникова Л.Н. ВЛИЯНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА РАБОТНИКОВ АПК НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ	292
Бердникова Л.Н. ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА В АПК	295
Заплетина А.В., Дебрин А.С. РЕАЛИЗАЦИЯ НОВОГО СТАНДАРТА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 35.02.08 «ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ» В ИНСТИТУТЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ЭНЕРГЕТИКИ	298
Кузьмин Н.В., Козлов В.А. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АККРЕДИТАЦИИ И ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ (НАДЗОРА) В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ	303
Резниченко И.Ю. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И НАВЫКОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ ДЛЯ АПК	306
Романченко Н.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ РАБОТЫ ДЛЯ ДОПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО КУРСА	308

### СЕКЦИЯ 4. АСПЕКТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ АГРОИНЖЕНЕРИИ В РАБОТАХ СТУДЕНТОВ

Винтер А.А., Соловьев С.А. ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ	312
Геранимус Н.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЖИДКОСТНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ НАГНЕТАЕМОГО ВОЗДУХА	315

Глушков Р.В., Крылов А.В., Кузнецова П.А. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА КУЛЬТИВАТОРА	319
Деньгаева П.А., Залба В.О. АНАЛИЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫГРУЗКИ КОКСА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ БУРОГО УГЛЯ	324
Залба В.О., Золотарёв Д.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗИНЫ В КАЧЕСТВЕ КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ	330
Засимов И.И. ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ГИБРИДНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	334
Золотарёв Д.С. ПРОИЗВОДСТВО РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ И КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ	339
Карабухин Д.В., Погребнов Р.С. АНАЛИЗ ВИДОВ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИНИРОВАННЫХ КОРМОВ	342
Каюмов Ш. А. ОБЗОР МАСЛООТЖИМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПОДСОЛНЕЧНОГО И РАПСОВОГО МАСЕЛ	346
Першин Е.С., Климентьев С.А. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОДОВ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ КОРОБКАХ	350
Озеров А.И., Потылицына М.А., Кузьмин П.Н. ОБЗОР НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ БОЛЬШОЙ УДЕЛЬНОЙ ЕМКОСТИ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	355
Погребнов Р.С., Карабухин Д.В. ПРОИЗВОДСТВО ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ЗЕРНА И КОМПОНЕНТОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ	360
Потылицына М.А., Озеров А.И., Кузьмин П.Н. ОБЗОР СВЕТОДИОДНЫХ ОБЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ РАСТЕНИЙ В ГИДРОПОННЫХ УСТАНОВКАХ	363
Соловьев С.А., Винтер А.А. АККУМУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ТЕПЛИЦЫ	369
Теслин Д.М., Сергиенко Н.Е. ПРОБЛЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ С ЛЕДЯНЫМИ ОБРАЗОВАНИЯМИ	373
Цыглимов И.А., Самойлов Д.Н. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ЗЕРНОВОГО ВОРОХА	376
Чебодаев С.А., Кириллова Д.С., Задорин Е.К., Павлова Д.А., Топорков А.А. ПРОБЛЕМА ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ НА БЕРЕЗОВСКОЙ ГРЭС	380
Шадрыгин Д.А. АДАПТАЦИЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОТОПЛИВА	385

# РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ

**Материалы III международной научной конференции**

**(24 ноября 2022 года, г. Красноярск)**

*Секция 1. Актуальные проблемы механизации и электрификации  
агропромышленного комплекса*

*Секция 2. Ресурсосберегающие технологии в растениеводстве*

*Секция 3. Реализация новых стандартов при подготовке технических  
специалистов для АПК*

*Секция 4. Студенческий исследовательский сектор –  
Аспекты научных исследований в области агроинженерии в работах студентов*

*Электронное издание*

*Издается в авторской редакции*

Подписано в свет 13.12.2022. Регистрационный номер 165  
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117