

**БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ**

**Всероссийская студенческая научная конференция, посвященная  
90-летию УГПИ-УдГУ  
23 апреля 2021г.**



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУВО «Удмуртский государственный университет»  
Институт гражданской защиты  
Кафедра общепрофессиональных дисциплин

**БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И  
ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ**

Всероссийская студенческая научная конференция,  
посвященная празднованию 90-летия УГПИ-УдГУ  
23 апреля 2021г.

Ижевск  
ФГБОУ ВО «УдГУ»  
2021

УДК 621.3:351.78(063)

ББК 31.2нбя431

Б40

*Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом УдГУ*

Ответственный редактор Т. Н. Стерхова,  
кандидат технических наук, доцент

Безопасность в электроэнергетике и электротехнике. Всероссийская студенческая научная конференция, посвященная празднованию 90-летия УГПИ-УдГУ 23 апреля 2021 г. / отв. ред. Т. Н. Стерхова [Электронный ресурс]. — Текстовое (символьное) электронное издание (13,8 Мб). — Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2021. — 1 электрон. опт. диск (CD-R).

В сборнике опубликованы материалы докладов Всероссийской студенческой научной конференции «Безопасность в электроэнергетике и электротехнике, посвященная празднованию 90-летия УГПИ-УдГУ»: Всероссийская студенческая научная конференция (апрель 2021 г.). В конференции приняли участие студенты УдГУ, ИжГТУ и ИжГСХА. Представлены материалы, посвященные безопасной эксплуатации электротехнических систем и безопасности труда в промышленности, нефтегазовом комплексе и АПК.

Сборник предназначен для преподавателей и студентов вузов.

Минимальные системные требования: Celeron 1600 Mhz; 128 Мб RAM; Windows XP/7/8 и выше; 8x CDRом; разрешение экрана 1024×768 или выше; программа для просмотра pdf.

**ISBN 978-5-4312-0898-0**

© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2021

© Сектор НИРС ЦНТИ, сост., 2021

## **БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ**

Всероссийская студенческая научная конференция, посвященная празднованию  
90-летия УГПИ-УдГУ  
23 апреля 2021 г.

---

Подписано к использованию 18.05.2021.

Объем электронного издания 13,8 Мб на 1 CD.

Издательский центр «Удмуртский университет»

426034, г. Ижевск, ул. Университетская, д. 1, корп. 4, каб. 207.

E-mail: editorial@udsu.ru Тел./факс: +7 (3412) 50-02-95

---

## СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ».....	6
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТПУГИВАНИЯ СИНАНТРОПНЫХ ПТИЦ НА ОБЪЕКТАХ АПК.....	6
СОВРЕМЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА.....	11
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫМИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА В УСЛОВИЯХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ.....	16
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО МЕТОДА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ.....	17
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТРАКТОРА ДЛЯ МАЛЫХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ.....	22
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БАРЬЕРНОГО ЭЛЕКТРОДЕРАТИЗАТОРА.....	27
ФИТОЛАМПА С НАСТРАИВАЕМЫМ СПЕКТРОМ ИЗЛУЧЕНИЯ.....	32
РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ЗАМЕНЕ ЛЮМИНИСЦЕНТНЫХ ЛАМП НА СВЕТОДИОДНЫЕ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ГАРАЖА УФПС УР - ФИЛИАЛ АО "ПОЧТА РОССИИ".....	38
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА.....	43
ЦИФРОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ КОММУТАЦИОННЫМИ АППАРАТАМИ ВОТКИНСКОЙ ГЭС.....	46
ВИБРОАКУСТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ.....	54
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ.....	59
БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ.....	63
ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОГРАММЫ DIALUXEVO ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ.....	68
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАВНОМЕРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ ВЫСОТ.....	74
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗБЫТОЧНОЙ МОЩНОСТИ КОТЕЛЬНОЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД.....	79
ДИСКОВЫЙ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОР ДЛЯ ВЕТРОУСТАНОВКИ КАК ЭЛЕМЕНТ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	82
КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В УСЛОВИЯХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ.....	85

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ С ОПТИМАЛЬНЫМ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ СВЕТОДИОДОВ ..90	
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ПЕРЕДАЧЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ.....	
ЭНЕРГИИ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ .....	
СУЩЕСТВУЮЩИЕ ЛИНИИ .....	93
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМЕ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	97
ДИАГНОСТИКА УДАЛЕННЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	103
АВТОМАТИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНОЙ НА НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ.....	108
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ТЭЦ.....	114
ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭТОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ..	119
АДАПТИВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ.....	121
<i>СЕКЦИЯ «БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА НА ОБЪЕКТАХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СТРОИТЕЛЬСТВА И АПК» .....</i>	<i>125</i>
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ .....	
АВАРИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ГАЗА (ПХГ) .....	125
МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА.....	132
ПРИЧИНЫ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	137
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАВИТАЦИИ ДЛЯ АВТОНОМНОЙ РАБОТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ЛИФТА ПРИ СПАСЕНИИ С ВЫСОКОГО ЭТАЖА ЗДАНИЯ....	140
УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА ПОМОЩНИКА БУРИЛЬЩИКА ПО ВИБРАЦИОННОМУ ФАКТОРУ .....	142
ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.....	144
ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ К СПЕЦИАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ УСЛОВИЙ ТРУДА, НА ПРИМЕРЕ АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ОСВЕЩЕННОСТИ РАБОЧЕГО МЕСТА .....	149
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ В УДМУРТСКОЙ .....	
РЕСПУБЛИКЕ.....	152
СОВРЕМЕННОЕ МОДУЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО: ОТСТУПЛЕНИЕ ОТ СТЕРЕОТИПА «БЫТОВКА» .....	154

## **СЕКЦИЯ «БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ»**

**УДК 631.243.3**

Д.О. Суринский, И.В. Савчук, Е.А. Басуматорова, О.В. Чурсин  
ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТПУГИВАНИЯ СИНАНТРОПНЫХ ПТИЦ НА ОБЪЕКТАХ АПК**

**Аннотация.** В структуре агропромышленного комплекса страны важную роль играют как растениеводство, так и животноводство. Вне зависимости от специализации предприятия (растениеводство, животноводство) на территории имеются складские помещения и/или площадки для хранения продукции растениеводства, в частности зерновых культур. Наиболее перспективными методами борьбы с синантропными птицами является их отпугивание с применением электронно-ионных технологий, так как это не приводит к биологическим и/или химическим заражениям защищаемых объектов и прилегающей территории.

Защита объектов АПК от синантропных птиц является важной задачей, абсолютного решения которой не достигается в реальных предприятиях. Синантропные птицы, в свою очередь, оказывают негативное влияние на технико-экономические показатели предприятий АПК поедая корм, засоряя его и распространяя болезни. Существующее множество способов борьбы с птицами не дают желаемого результата по ряду причин. Наиболее перспективным способом защиты является отпугивание применением технических средств, к которым невозможно привыкание – электроотпугиватели [1-8].

В связи с вышесказанным, была сформулирована **Цель работы:** повышение эффективности защиты объектов АПК с помощью электроотпугивателя птиц

Задачи исследования:

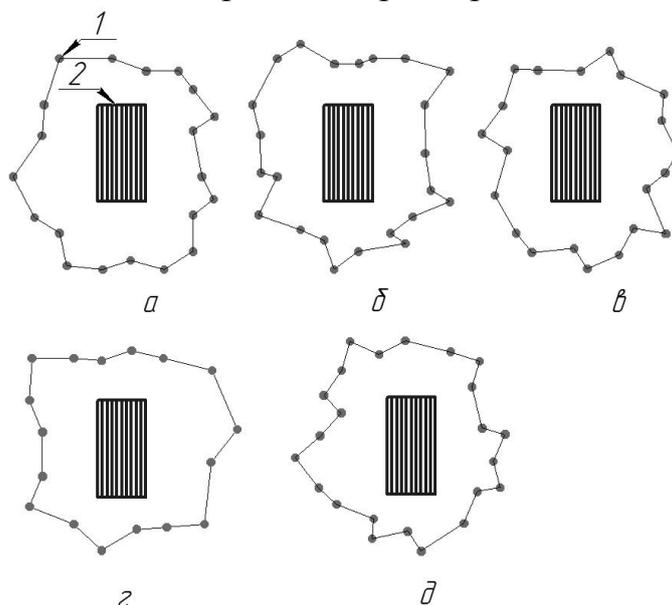
1. Провести экспериментальные исследования площади защиты, обеспечиваемой секцией электроотпугивателя (ЭОП) в зависимости от геометрических размеров секции [1, 2, 9, 10].

2. Оценить эффективности отпугивания от времени непрерывной работы электроотпугивателя для защиты объектов АПК от синантропных птиц

Методологическая и теоретическая основа исследования: в основу данной работы легли труды учёных Капцова Н.А., Попкова В.И., Верещагина И.П. и др.,

внёшие неоценимый вклад в развитии научного направления электронно-ионной технологии [1, 2].

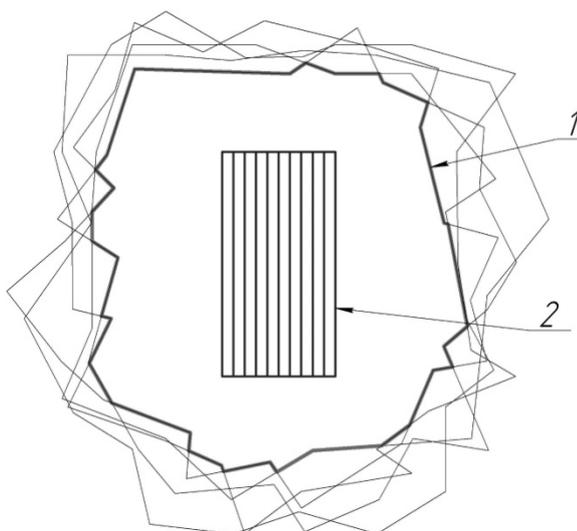
Результаты исследования площади защиты, обеспечиваемой секцией электроотпугивателя в зависимости от геометрических размеров секции



1 – зафиксированное положение птицы; 2 – секция ЭОП

Рисунок 1 – Зафиксированные области отпугивания за 5 дней эксперимента.

Нами была предположена максимальная площадь защиты одной секции ЭОП и выведена зависимость защищаемой площади от геометрических размеров секции. Расположение птиц, которое фиксировалось в течение 5 дней эксперимента, представлено на рисунке 1 [9, 10].

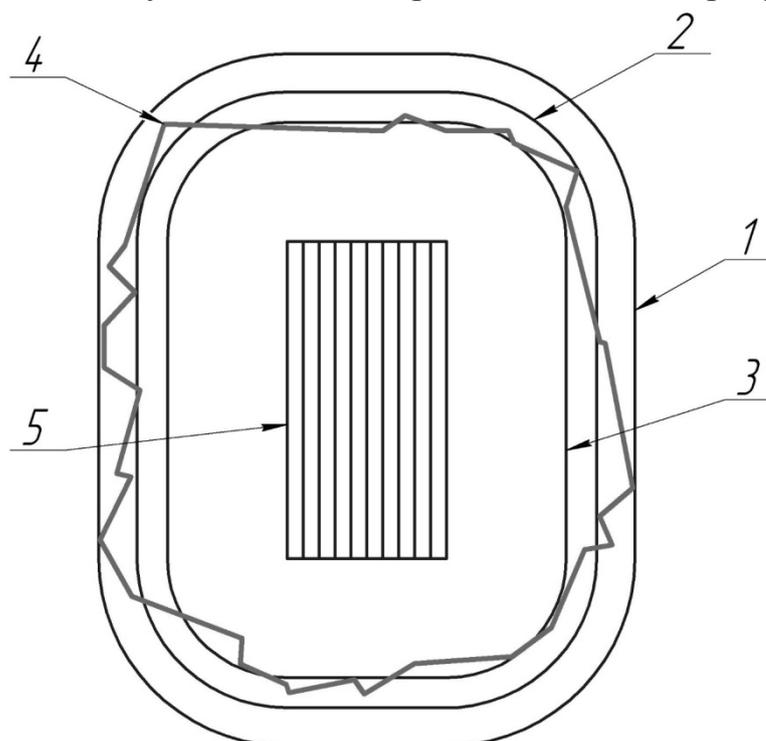


1 – область, полученная в результате наложения; 2 – секция ЭОП

Рисунок 2 – Наложение областей отпугивания

Для определения средней минимальной защищаемой площади было выполнено наложение полученных областей отпугивания. Из границ областей, находящихся ближе к секции ЭОП, выделена новая область отпугивания, определяющая дистанцию, на которой сизый голубь, как наиболее выраженный представитель синантропных птиц, будет держаться от секции ЭОП.

Объединением результатов экспериментальных и теоретических исследований области отпугивания ЭОП, получены данные, представленные на рисунке 3.



1 – максимальное значение дистанции вспугивания; 2 – среднее значение дистанции вспугивания; 3 – минимальное значение дистанции вспугивания; 4 – область, полученная в результате наложения; 5 – секция ЭОП

Рисунок 3 – Соотношение математической модели с полученными данными

Графическое изображение соотношения математической модели с полученными данными, представленное на рисунке 3, показывает, что математическое описание дистанции вспугивания соответствует данным, полученным в результате производственных экспериментов.

Результаты исследования по определению эффективности отпугивания от времени непрерывной работы электроотпугивателя

Экспериментальные исследования проводились в течение 25 дней непрерывной работы ЭОП. Секция ЭОП была установлена на защищаемом объекте за 3 дня до начала эксперимента, чтобы исключить испуг птицы новым объектом на месте их кормления. Количество птиц фиксировалось каждый день эксперимента в течение времени

кормления на защищаемом объекте (2 часа) фото и видеосъемкой, результаты заносятся в журнал эксперимента.

Проведение эксперимента показало, что существует некая зависимость между длительностью отсутствия голубей на защищаемом объекте и продолжительностью отпугивающих мероприятий.

В первые пять дней работы установки от кормления на объекте отказывается 18% от общего количества стаи. К этой группе относятся наиболее пугливые и осторожные особи. В последующие дни количество особей изменяется нелинейно. Случайное увеличение количества особей обусловлено появлением птиц, прилетевших на объект впервые. Стабильный эффект отпугивания наблюдается примерно через две недели ежедневной работы установки, количество особей в этот период уменьшилось на 75%.

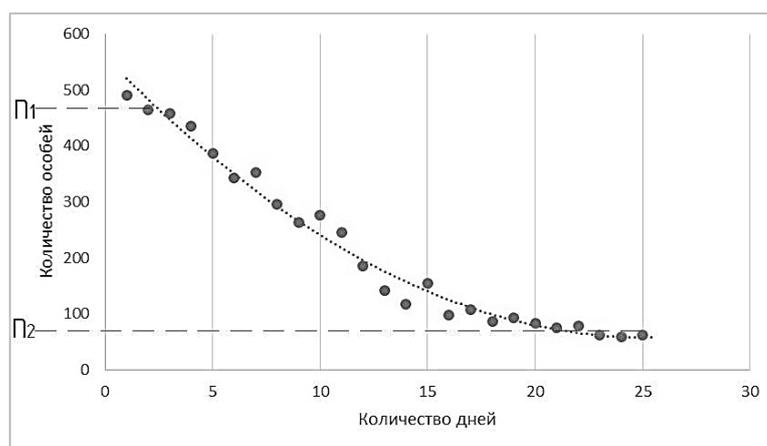


Рисунок 4 - Эффективность отпугивания ЭОП

Полученный график описывает изменение количества птиц, от времени непрерывной работы установки. Полученную зависимость  $n=f(t)$  описывает уравнение:

$$n_2 = 0,786t^2 - 39,733t + 559,55 \quad (1)$$

где  $n_2$  – установившееся усредненное количество птицы

$t$  – количество дней непрерывной работы отпугивающей установки.

Выражение 1 будет справедливо для периода проведения эксперимента (25 дней).

Для определения эффективности работы ЭОП использовалось выражение 2, позволяющее оценить снижение поголовья птиц на защищаемом объекте.

$$\eta = (n_1 - n_2) / n_1 \quad (2)$$

Подставив полученные экспериментальные данные в уравнение, был определен коэффициент эффективности отпугивания для устройства на основе электронной технологии.

По результатам экспериментальных исследований, эффективность отпугивания составила примерно  $\eta=87,9\%$ . Случайное увеличение количества особей обусловлено появлением птиц, прилетевших на объект впервые. Стабильный эффект отпугивания наблюдается примерно через две недели ежедневной работы установки, количество особей в этот период уменьшилось на 75%.

#### Выводы

1. Математическое описание дистанции вспугивания соответствует данным, полученным в результате производственных экспериментов.

2. Эффективность отпугивания составила  $\eta=87,9\%$ . Стабильный эффект отпугивания наблюдается примерно через две недели ежедневной работы установки, количество особей в этот период уменьшилось на 75%.

#### Список литературы

1. Bird Barrier | Bird Control Products for Pigeons, Woodpeckers & More [электронный ресурс]// Режим доступа: [www.birdbarrier.com](http://www.birdbarrier.com)
2. Bird Control Group | Laser bird deterrent & bird repellent solutions [электронный ресурс]// Режим доступа: [www.birdcontrol.com](http://www.birdcontrol.com)
3. Red Hat в России и СНГ [электронный ресурс]// Режим доступа: [www.pavana.hat.ru](http://www.pavana.hat.ru).
4. Возмилов А.Г. Воздействие электрических импульсов электрошокера на птицу / А.Г. Возмилов, В.Г. Урманов, А.В. Мельников// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 11. – С. 20-21.
5. Возмилов А.Г. Устройство для предотвращения гнездования птиц на порталах электроподстанций / А.Г. Возмилов, В.Г. Урманов, В.Ю. Волчков // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №8. – С. 73-75.
6. Савчук И.В., Басуматорова Е.А., Суринский Д.О., Большаков Ю.Н. Использование электрооптических устройств для защиты сельскохозяйственных культур // [Известия Оренбургского государственного аграрного университета](#). 2020. № 6 (86). С. 149-152.
7. Савчук И.В., Суринский Д.О., Чурсин О.В. Результаты экспериментальных исследований отпугивания синантропных птиц на объектах АПК // [Известия Оренбургского государственного аграрного университета](#). 2021. № 1 (87). С. 181-184.
8. Устройство для защиты порталов электроподстанций от гнездования птиц. Возмилов А.Г., Урманов В.Г., Волчков В.Ю., Сажин В.Н. Патент № 112523 РФ. – № 2011128739, Заявл. 11.07.2011; Оpubл. 10.01.2012. – Бюл. № 1.
9. Устройство для отпугивания птиц. Возмилов А.Г., Урманов В.Г., Гультияев А.В., Ракецкий А.П. Патент № 69707 Россия.–№ 2007124144, Заявл. 26.06.2007; Оpubл. 10.01.2008. – Бюл. № 1.

Е.А. Ивакина, Е.А. Басуматорова, С.В. Егоров  
ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья»

## СОВРЕМЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА

**Аннотация.** В статье рассматриваются преимущества и недостатки современных источников света, история развития светодиодов. Рассмотрены тенденции развития направления использования светодиодов.

В 1922 году Олег Владимирович Лосев случайно заметил, что у работающего детектора вокруг точечного контакта возникает свечение. Этот тогда ещё 18-летний радиоловитель не ограничился констатацией факта, а незамедлительно перешёл к оригинальным экспериментам. Стремясь получить устойчивую генерацию кристалла, он пропускал через точечный контакт диодного детектора ток от батарейки. Лосев писал: «У полупрозрачных кристаллов карборунда можно наблюдать (в месте контакта) зеленоватое свечение при токе через контакт всего 0,4 мА... Светящийся детектор может быть пригоден в качестве светового реле как безынертный источник света». [1] Весь мир заговорил об «эффекте Лосева». После открытий нашего соотечественника прошло полвека и его мысли и идеи о полупроводниковых источниках света превратились в реальность. Многие ученые мира трудились над явлением свечения светодиодов стремясь улучшить их мощность, светоотдачу, стремясь создать совершенно новый еще не изобретенный людьми источник света, более надежный, качественный и безопасный. И на конец 28 марта 1992 года японский инженер Шуджи Накамура из фирмы Nichia Chemical, совершил прорыв в изготовлении голубых светодиодов, он изготовил светодиод на основе  $\text{CaN}$  излучавший с силой света 1000 мккд, а ещё через шесть месяцев компания объявила о выпуске 2000-мккд диода, который излучал настолько ярко, что на него больно было смотреть. С этого момента началось интенсивное развитие этих источников света, всего за несколько лет появилось множество светодиодов разных спектров, таких синий, зеленый, красный, желтый и что самое главное белый [2].

В настоящее время существует множество источников света, такие как: лампы накаливания, металлогалогенные лампы, люминисцентные лампы, сверх яркие светодиоды.

Лампы накаливания являются наиболее распространенным источником света. Они крайне широко применяются в быту и при освещении общественных помещений. Их светоотдача 9-12лм/Вт. Спектр излучения: сплошной, в видимой и инфракрасной

областях спектра. Принцип действия: Источником оптического излучения в лампах накаливания является разогретый электрическим током до температуры свечения проводник, находящийся в инертной атмосфере. Положительные свойства: низкая стоимость, хорошее качество воспроизведения света, отсутствие пускорегулирующих устройств, удобство применения. Отрицательные свойства: короткий срок службы (порядка 1000 часов), Желтый цвет света, Низкий КПД (порядка 5%, т.е. только 5% потребляемой лампой энергии превращаются в свет, остальные 95% - в тепло).

Металлогалогенные лампы обладают ярким белым светом высокого качества и отличной цветопередачей они на много ярче ламп накаливания. Светоотдача металлогалогенных ламп 100-120 лм/Вт. Спектр излучения: не сплошной, в видимой области спектра. Принцип действия: электрические разряды между электродами вызывают свечение наполнителя в разрядной трубке. Излучаемый лампой свет — это следствие происходящих в ней дуговых разрядов. Для ограничения тока и для зажигания этих ламп необходимы специальные ПРА. Галогенным лампам после зажигания необходимо определенное время пускового режима (тип. 2-3 минуты), чтобы достичь своей полной световой отдачи.

Положительные свойства: качество воспроизведения цвета, Срок службы порядка 20000 часов, высокий КПД, высокая мощность.

Отрицательные свойства: высокая цена, необходимы дорогие и сложные пускорегулирующие устройства [3].

Люминисцентные лампы широко применяются в быту, идеально подходят для освещения больших помещений, где не требуется в течении суток часто включать и выключать освещение. Светоотдача 30-50 лм/Вт. Спектр излучения: сплошной, в видимой области спектра. Принцип действия: под воздействием электрического поля в парах ртути, закачанной в герметичную стеклянную трубку, возникает электрический разряд, сопровождающийся ультрафиолетовым излучением. Нанесенный на внутреннюю поверхность трубки люминофор преобразует ультрафиолетовое излучение в видимый свет.

Положительные свойства: удобство применения, срок службы порядка 20000 часов, высокий КПД.

Отрицательные свойства: необходимы пускорегулирующие устройства, сложность утилизации.

Сверхъяркие светодиоды в последние годы получают все более широкое распространение благодаря техническим достижениям, позволившим увеличить яркость светодиодов и уменьшить их цену. Важную роль сыграло и изобретение белых светодиодов. Светоотдача 300 лм/Вт. Спектр излучения: прерывистый, с пиками в определенных частотах.

Принцип действия: светодиод (Light Emitting Diode - LED) - полупроводник, работа которого основана на физическом явлении возникновения светового излучения при прохождении электрического тока через p-n-переход. Причем длина волны максимума спектра излучения, т.е. цвет свечения, однозначно определяется типом полупроводниковых материалов, образующих светоизлучающий p-n-переход. В рамках этого принципа не существует белых светодиодов, поскольку белый свет получается только путем смешения нескольких цветов. Поэтому проблему белых светодиодов решили другим способом: основой LED белого цвета является структура InGaN, излучающая на длине волны 470nm (синий цвет) и нанесенный сверху на нее люминофор, излучающий в широком диапазоне видимого спектра и имеющий максимум в его желтой части. Человеческий глаз комбинацию такого рода воспринимает как белый цвет. В последнее время нарастает тенденция к замене классических ламп на светодиоды. Причин много. Основными являются: низкое потребление по сравнению с лампами, высокая механическая прочность и виброустойчивость, широкий диапазон рабочих температур, большой срок службы, более высокий КПД.

Положительные свойства: Срок службы порядка 100000 часов, КПД порядка 80%, прочность [4].

Отрицательные свойства: нефокусированность светового потока, высокая стоимость по сравнению с лампами накаливания.

Преимущества светодиодов, кроме высокой световой отдачи, малого энергопотребления и возможности получения любого цвета излучения, заключаются в целом ряде других замечательных свойств. Отсутствие нити накала благодаря нетепловой природе излучения светодиодов обуславливает длительный срок службы. Производители светодиодов декларируют срок службы до 100 000 часов. Напомню, что у ламп накаливания средний срок службы составляет 1000 часов, у люминесцентных в большинстве случаев срок службы ограничивается 10...15 000 ч. Отсутствие стеклянной колбы у светодиодов определяет очень высокую механическую прочность и надежность. Малое тепловыделение и низкое питающее напряжение гарантируют высокий уровень безопасности, а безынерционность делает светодиоды незаменимыми, когда нужно высокое быстродействие. Сверх миниатюрность и встроенное светораспределение определяют другие, не менее важные достоинства. Световые приборы на основе светодиодов оказываются компактными и удобными в установке. Не следует забывать об экологичности светодиодов (отсутствии у них ртутьсодержащих компонентов по сравнению с люминесцентными лампами), а также отсутствии электромагнитных излучений и помех, что крайне важно в современных условиях ужесточения экологических норм. Единственный недостаток светодиодов на сегодняшний день – их цена. Пока что один люмен, излученный светодиодом, стоит в 100 раз выше, чем галогенная лампа.

Во всех устройствах, требующих передачи информации знаками определенного цвета: автодорожных и железнодорожных светофорах панелях управления в автомобилях и самолетах, задних огнях автотранспорта, дорожных световых табло, фонарях аэродромных полос, цветовые характеристики светодиодов имеют существенные преимущества перед обычными лампами [5]. Они не требуют цветных светофильтров; они лучше различимы глазом, поскольку близки к монохроматическим источникам света. Как источники «цветного» света светодиоды давно обогнали лампы накаливания со светофильтрами. Так, световая отдача лампы накаливания с красным светофильтром составляет всего 3 лм/Вт, в то время как красные светодиоды сегодня дают 50 лм/Вт и более. Особенно эффективно применение светодиодов для цветной подсветки архитектурных деталей и сооружений.

Создание и разработка твердотельных светодиодных источников света является одной из самых горячих тем благодаря многочисленному и важному практическому применению, поэтому в эту область вкладываются огромные средства. В 1998 г. одиннадцать крупнейших японских компаний разработали программу «Свет в XXI веке» с финансированием на 4 года, но планированием задач до 2010 г. Эта программа поставила цель замены традиционных ламп накаливания и люминесцентных ламп светильниками нового типа на основе светодиодов белого свечения.

После этого была разработана американская программа создания твердотельного освещения Next Generation Lighting Initiative (<http://lighting.sandia.gov>) с перспективами развития до 2020 г. Программа предусматривает финансирование исследований, разработок и производства светодиодных источников света в размере \$50 млн. ежегодно вплоть до 2011 г. Авторы программы сравнивают её значение для Соединенных Штатов с программой ядерных исследований в 40\_е годы (проект «Манхеттен»).

Так же и отечественные разработки. Которые идут в ногу с развитием технического прогресса [6].

## Список литературы

1. Лосев О.В. У истоков полупроводниковой техники. Сборник: Избранные труды. Автор: Олег Владимирович Лосев. Ответственный редактор Г.А. Остроумов. Художник Я.В. Таубвурцель. (Ленинград: Издательство «Наука»: Ленинградское отделение, 1972. - Академия наук СССР. Отделение общей физики и астрономии)
2. Коган Л.М. Полупроводниковые светоизлучающие диоды. М., 1983.- 123 с.
3. Коган Л.М. Светодиодные осветительные приборы. Светотехника. - 2002.- № 5. С.16-20.
4. Алфёров Ж.И. Физика и техника полупроводников. 1998. Т. 32. № 1. Т- С.13.
5. Савчук И.В. Математическая модель расчета конструктивных параметров видеосветоловушки, Савчук И.В., Суринский Д.О., Русаков И.А. Вестник КрасГАУ. - 2017. - №4 (127). - С. 81-88.

6. Савчук И.В. ENERGY CALCULATOR., И.В. Савчук, Д.О. Суринский, С.И. Мельник., Программа для ЭВМ, Свидетельство о регистрации RU2016617195, 26.06.2016.

УДК 664.8.047.3.049.8

**А.А. Редькина**

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫМИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА В УСЛОВИЯХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Аннотация. В данной статье рассматривается, повышение энергоэффективности отопительно-вентиляционными электроустановками для систем поддержания микроклимата в защищенном грунте за счет использования, программируемого логического контроллера (ПЛК).

Стоимость искусственного отопления теплиц оставляет 35...40% от общих производственных затрат [4]. Поэтому для снижения себестоимости овощей, производимых в теплицах, большое значение имеет выбор системы отопления, наиболее экономически подходящей для конкретных условий.

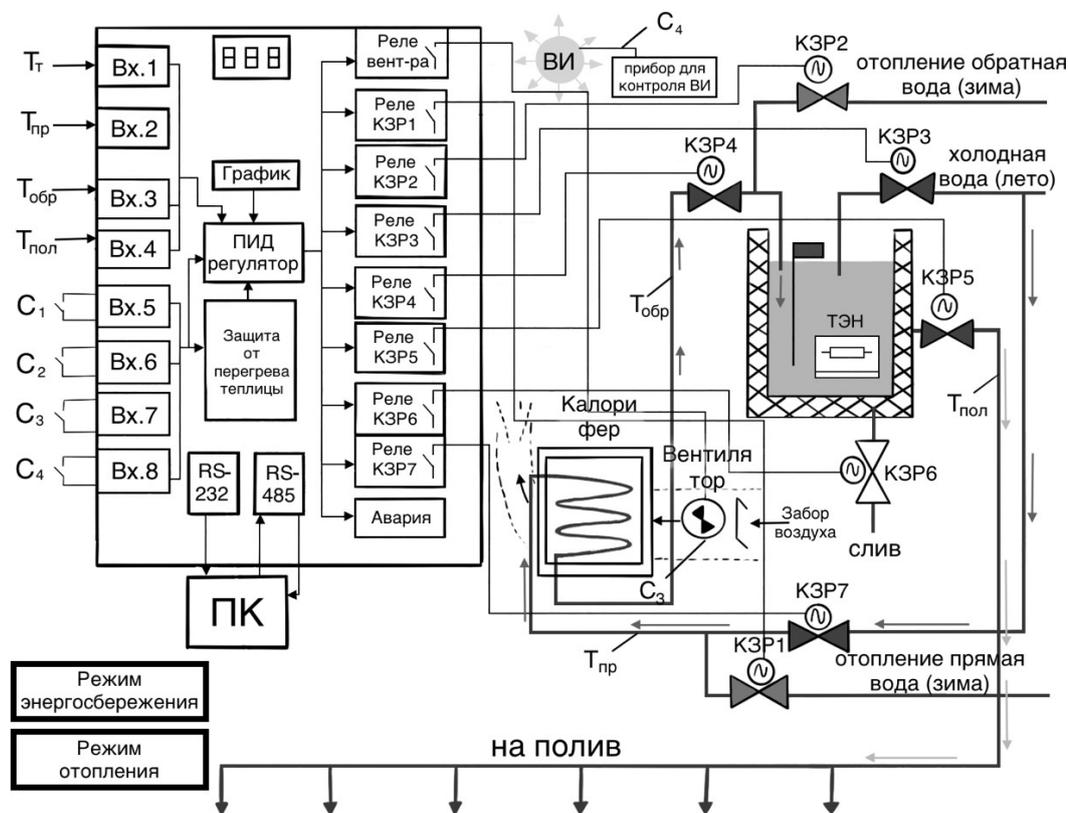
Наиболее распространенным теплоносителем для искусственной системы обогрева теплиц является– вода.

Целью работы является снижение расхода энергоресурсов при эксплуатации отопительно-вентиляционных электроустановок защищенного грунта.

Микроклимат в защищенном грунте может поддерживаться за счет регулирования интенсивности нагрева воды, положения вентиляционных фрамуг, подачи CO<sub>2</sub>, закрытия экрана, работы системы испарительного охлаждения и до увлажнения (СИОД), включения циркуляционных вентиляторов и подогрева воздуха.

Поддержание заданной температуры воздуха в теплицах осуществляется путем согласованного регулирования температуры теплоносителя в нескольких контурах отопления, количество которых варьируется от 1 до 5. Вентиляция осуществляется, как правило, путем открытия или закрытия вентиляционных фрамуг (вентиляционных отверстий теплиц). Уровень CO<sub>2</sub> поддерживается включением специальных горелок или регулированием подачи концентрированного CO<sub>2</sub>. Затенение экрана позволяет уменьшить потери тепла (термический экран) и ограничить поступление солнечной радиации как по величине, так и по времени (затенение или затемнение экра-

на). С помощью СИОД можно увеличить влажность в теплице и охладить ее. Циркуляционные вентиляторы позволяют выровнять температуру воздуха внутри теплицы и в определенной степени снизить влажность. Воздух от нагревателей обеспечивают быстрый дополнительный нагрев воздуха в теплице при необходимости.



$T_t$  – температура в теплице, °C;  $T_{пр}$  – температура прямой воды, °C;  $T_{обр}$  – температура обратной воды, °C;  $T_{пол}$  – температура полива, °C; КЗР1 – клапан обратная вода (зима); КЗР2 – клапан прямая вода (зима); КЗР3 – клапан холодная прямая вода (лето); КЗР4 – клапан холодная обратная вода (лето); КЗР5 – клапан полив; КЗР6 – клапан слив; C1 – коммутационное устройство для дистанционного перевода системы на режим охлаждения теплицы; C2 – коммутационное устройство для дистанционного перевода системы на режим отопления теплицы; C3 – датчик контроля работы вентилятора; C4 – датчик контроля видимого излучения

Рисунок 1 - Функциональная схема системы управления температурным режимом в теплицах отопительно-вентиляционными установками на базе программируемых логических контроллеров.

Контроллер должен управлять микроклиматом в соответствии с программой или заданием. Для оптимизации работы подсистем управления контурами отопления и вентиляции в зависимости от агротехнических, экономических и тепловых требований необходимо предусмотреть блок "Стратегия управления" в памяти микрокон-

троллера, где параметры оптимизации могут быть установлены на основе экспертной оценки. В процессе эксплуатации для каждой конкретной теплицы контроллер должен иметь возможность регулировать различные параметры, позволяющие тонко настраивать системы управления и, в конечном счете, определять качество поддержания микроклимата.

Алгоритм регулирования температуры в настоящее время проще всего реализовать с помощью программируемых логических контроллеров. Функциональная схема этой реализации показана на рисунке 1

Разрабатываемый алгоритм управления температурным режимом позволит:

1. Предупредить повышение температуры в теплице выше допустимого значения, при котором происходит стерилизация пыльцы;
2. Сократить потери тепла в денежном выражении, при подаче холодной воды в калорифер;

#### Список литературы

1. Владыкин, И.Р. Разработка математической модели уровня углекислого газа с учетом взаимодействия влиянием микроклиматических параметров в защищенном грунте [Текст]/ Владыкин И.Р., Елесин И.С.// Инновации в сельском хозяйстве.2016.№3(18).С. 353-357.
2. Владыкин, И.Р. Ресурсосберегающий режим работы электрооборудования в защищенном грунте для поддержания микроклимата[Текст]/ Владыкин И.Р., Краснолуцкая М.Г.// Энергоресурсосбережение в промышленности, жилищно-коммунальном хозяйстве и агропромышленном комплексе. Материалы регионального научно-практического семинара. 2016. С. 293-303
3. Владыкин, И.Р. Обоснование комплексного применения электротехнологий для повышения продуктивности огурцов сооружениях защищенного грунта/ И.Р. Владыкин //Диссертацияна соиск.уч.ст.докторатехн.наук.-М.:ВИЭСХ,2018.- 337с.
4. Тихомиров ,А.В. Энергетический анализ производства овощей в теплицах /А.В. Тихомиров, Е.К .Маркелова, Е.Ю. Черномурова.//Достижения науки и техникиАПК.-№9. – 2002. – С.7-9.

УДК 632.9:631.58

Д.О. Суринский, И.В. Савчук, Е.А. Басуматорова, А.И. Марандин  
ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья»

### **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО МЕТОДА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ**

Аннотация. В статье рассматриваются преимущества и недостатки электрооптических преобразователей для защиты растений от насекомых-вредителей. Рассмотрено

ны тенденции развития электрофизического метода защиты растений, способствующего к улучшению экологической обстановки.

Продовольственная программа предусматривает интенсификацию всех отраслей сельского хозяйства. Поставлена задача - довести урожайность зерновых культур в количестве, полностью удовлетворяющем потребности населения и перерабатывающей промышленности.

Одним из резервов повышения урожайности, качества зерновых культур и их семян является борьба с насекомыми вредителями. Предположительно существует 2-3 миллиона видов насекомых или почти 70% от общего числа животных нашей планеты [1].

Современное состояние науки позволяет уделить особое внимание нехимическим методам борьбы с насекомыми-вредителями. В настоящее время ведутся работы по созданию новых высокопроизводительных машин, установок и специальной аппаратуры по защите растений. Планируется найти оптимальное сочетание в применении существующих методов борьбы с вредителями.

Наиболее существенным преимуществом электрооптического способа борьбы с насекомыми-вредителями является уменьшение остаточных количеств ядохимикатов и их метаболитов в продукции. Уменьшение загрязнения химическими препаратами относится ко всей сфере обитания живых организмов, в том числе и человека [2].

В результате этих исследований разработано много способов и технических средств, направленных на повышение эффективности электрофизической защиты растений [3].

Одним из таких способов является использование стационарных электрооптических преобразователей для прогнозирования сроков проведения защитных мероприятий. Исследована защита растений с использованием мобильных электрифицированных агрегатов, применяемых как для определения сроков проведения химических обработок, так и для непосредственной борьбы с насекомыми-вредителями.

Использование электрооптических преобразователей позволяет сократить число химических обработок. Однако сокращение числа химобработок в значительной степени зависит от климатических условий года (динамики развития вредителя) и от требований, предъявляемых к ожидаемым результатам защитных мероприятий (экономические, экологические показатели).

#### СВЧ установка “ЖУК” против жуков короедов

Принцип работы данного аппарата: под воздействием микроволнового поля СВЧ уничтожаются все насекомые при полном отсутствии любой вредной реакции для древесины. Отличительной чертой от простой термической и химической обработки – то, что СВЧ работает напрямую и только на требуемое для обработки место. При работе с СВЧ установкой не повышается температура окружающего воздуха.

Оборудование, создающее СВЧ поле, генерирует вибрацию молекул воды, как в наших вредителях насекомых (яйца, куколки) так и в дереве. И с этой помощью древесина нагревается до 60 градусов, температуры требуемой для гибели древоточцев (короедов, шашелей, усачей). Само поле безопасно для окружающего пространства, при дезинфекции не требуется “выселение” из здания жильцов и бытовой техники [4].

Достоинства СВЧ метода:

- Простое управление
- Безвредность
- Нет химических остатков
- Безопасно для окружающей среды
- Эффективность при любых условиях
- Полностью контролируемый процесс
- Работа при любых температурных условиях
- Безопасность оборудования и работ
- Обработка возможна через диэлектрические материалы – штукатурка, кирпичная кладка, гипсокартон, обои, пластик, лак, краска и др. комбинировано, так же мебель, деревянные рамы, книги.



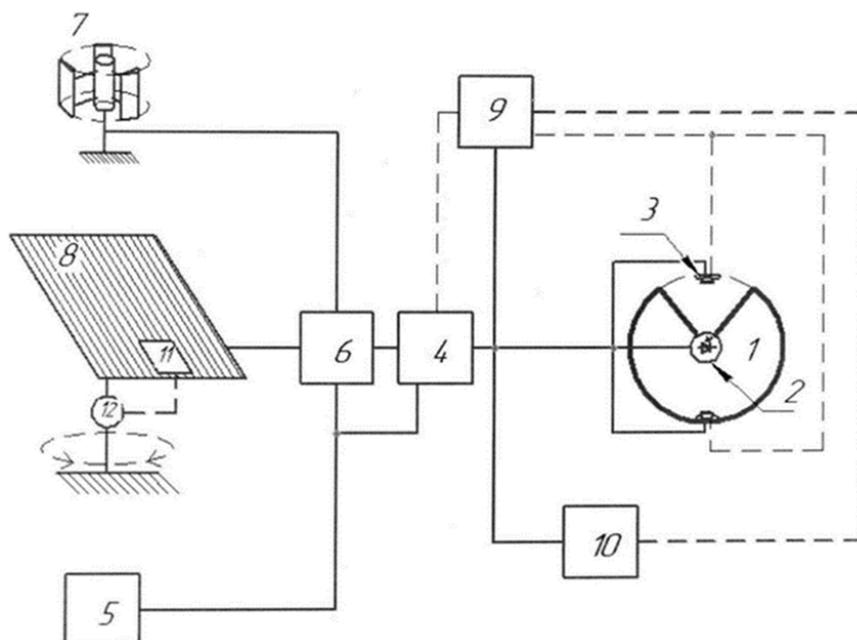
Рисунок 1 - Излучатель «Жук-2-02»

### Устройства для мониторинга насекомых

Известны устройства для мониторинга летающих насекомых различных конструкций включающие в себя источник света, аккумуляторную батарею, липкие картриджи. Недостатками данных устройств являются: 1 - необходимость источника питания 220 В, что в условиях обширных сельскохозяйственных площадей не всегда возможно; 2 - зависимость конструкций от влияния погодных условий; 3 - энергоемкое оборудование; 4 - неудобство обработки данных; 5 - уничтожение как вредных, так и полезных насекомых (прилипание к липким картриджам). 6 - невозможность

подзарядки АКБ в ночное время и в пасмурные дни; 7 - энергопотребление оборудования [5,6].

Применение видеосветоловушек позволит более точно и качественно провести анализ насекомых, а также и полезных видов в любое время суток и время активности насекомых. Накопить информацию на протяжении нескольких лет работы видеосветоловушки и использовать данную информацию для дальнейших исследований [7].



1 - Корпус видеосветоловушки; 2 - Светодиодный источник света; 3 - Веб-камера; 4 - Переключатель источника питания; 5 - Аккумуляторная батарея; 6 - Контроллер зарядки/разрядки; 7 - Ветроэнергетическая установка (ВЭУ); 8 - Фотоэлектрический преобразователь (ФЭП); 9 - Регистратор информации; 10 - GSM модуль; 11 - Датчик положения Солнца. 12 - Мотор-редуктор.

Рисунок 2 - Видеосветоловушка для мониторинга насекомых

Повышение качества мониторинга насекомых - достигается за счет обеспечения бесперебойного и достаточного питания электроэнергией энергооборудования видеосветоловушки [8].

Принцип работы, видеосветоловушки для мониторинга насекомых заключается в следующем. В дневное время суток фотоэлектрический преобразователь (ФЭП) 8 перемещается за солнцем обеспечивая наиболее выгодный угол падения солнечных лучей и заряжает аккумуляторную батарею 5 которая обеспечивает питанием светодиодный источник света 2, веб-камеры 3, регистратор информации 9, GSM модуль 10, мотор-редуктор 12. В рабочем режиме регистратор информации 9 получает данные с веб-камер 3 видеосветоловушки 1, данные состояния заряда аккумуляторной батареи 5, данные уровня напряжения на выходных зажимах фотоэлектрического преобразователя (ФЭП) 8 и ветроэнергетической установки (ВЭУ) 7. В ночное время или при

пасмурной погоде зарядка аккумуляторной батареи (АКБ) 5 осуществляется от ВЭУ 7. Управление электроэнергией осуществляется через контроллер зарядки/разрядки 6 и переключателя источника питания 4. Полученные данные отправляются на стационарный ПК через сеть интернет и используются дальше по назначению [9].

Выводы:

1. Применение видеосветоловушки позволит более точно и качественно провести анализ насекомых, а также и полезных видов в любое время суток и время активности насекомых.

2. Агропромышленные предприятия смогут в кратчайшие сроки предпринять меры по борьбе с насекомыми-вредителями.

3. Применение в совокупности устройств для мониторинга и микроволнового поля СВЧ, уничтожаются все насекомые при полном отсутствии любой вредной реакции для растений. И отсутствием химической обработки растений.

### Список литературы

1 Газалов В.С., Электрооптическая защита садов от насекомых-вредителей/Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по ВАК РФ 05.20.02/Зерноград, 2000. - 201 с.

4. Горбунов И.А., Ланецкий В.В., Хвостова Л.П. Светоловушка насекомых на самоходном шасси // Защита растений. 1969. - №6. - с.32-33.

3. Горностаев Г.Н. Конструкции ловушек с источниками света для ночных сборов насекомых // Вестник МГУ. 1961. - №11. - С.12.

4. Коломиец Н.Г., Терсков И.А. Перспективы применения источников УФ света в защите лесов Сибири // Защита лесных насаждений от вредителей и болезней. М., 1963. - 89 с.

5. Милявский В.С. Светоловушки как метод прогноза интенсивности размножения насекомых//Тр. Сухумской зональной опытной станции эфиромасличных культур. 1957. - Т.2.- 110 с.

6. Савчук И.В., Суринский Д.О., Юркин В.В. Видеосветоловушка для мониторинга насекомых./Патент на полезную модель RU 190558 U1, 03.07.2019.

7. Суринский Д.О. Параметры и режимы энергосберегающего электрооптического преобразователя для мониторинга насекомых – вредителей. – Барнаул: «Диссертация» 2013 – 120с.

8. Суринский Д.О., Савчук И.В., Юркин В.В. Светоловушка для мониторинга насекомых./ Патент на полезную модель RU 190268 U1, 25.06.2019

9. Симонов Н.М., Газалов В.С. Оптимизация распределения в пространстве оптического излучения установок электрофизической защиты растений // Использование электроэнергии в сел. хоз ве и электроснабжение с. - х. районов. -М., 1984. - С.72-75.

Д. А. Перминов  
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТРАКТОРА ДЛЯ МАЛЫХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ**

Аннотация. Описан разработанный автоматизированный трактор с возможностью дистанционного управления, предназначенный для небольших сельскохозяйственных предприятий, который позволяет минимизировать ручной труд

Трактор (англ. tractor «тягач») — самодвижущаяся (гусеничная или колёсная) машина, выполняющая сельскохозяйственные, дорожно-строительные, землеройные, транспортные и другие работы в агрегате с прицепными, навесными или стационарными машинами (орудиями).

В данной работе выбран трактор на гусеничном шасси, так как у него больше преимуществ. Гусеничные тракторы имеют бóльшую силу тяги, чем колёсные. Основной недостаток большинства гусеничных тракторов - невозможность перемещения по асфальтированным дорогам без разрушения покрытия. Исключение составляют тракторы с резиновыми гусеницами. Небольшие скорости движения гусеничных тракторов (5-40 км/ч) компенсируются уменьшенным давлением на грунт по причине большой площади контакта с грунтом, при той же массе, что и у колёсного трактора.

Гусеничные тракторы широко применяются в сельском хозяйстве, на слабонесущих почвах и в промышленности из-за своей неприхотливости. В зависимости от назначения тракторы существенно отличаются конструктивными решениями.

Известно, что сельскохозяйственная отрасль является перспективным рынком для внедрения разработок в области робототехники, поскольку использование подобных машин позволяет создавать высокоинтеллектуальное производство [1-4].

Целью нашего проекта является разработка трактора с дистанционным управлением для улучшения и облегчения труда в сельском хозяйстве, а также повышения производительности предприятий и урожайности возделываемых культур.

Автоматизированный трактор предназначен для малых фермерских хозяйств, и должен полноценно выполнять все функции обычного трактора:

1. Вспашка и обработка почвы.
2. Посадка и уборка картофеля и других овощных культур.
3. Уборка территорий от мусора и снега.

Трактор также с помощью системы управления должен выполнять работу без присутствия человека, и передавать всю информацию оператору.

Управление трактором может осуществляться на основании представленной на рис. 1 структурной схемы.



Рисунок 1 – Структурная схема управления трактором

Объектом управления является сам трактор (чем мы управляем). Средствами получения информации являются датчики, установленные на тракторе. К ним относятся датчики расстояния, датчики расхода топлива, камера видеонаблюдения и т. д. От средств получения информации все данные идут во входной каскад (ВК) или средства отображения информации. Они служат для преобразования и усиления сигналов с датчиков. Оператор - это сам человек, который выбирает что ему нужно, какие параметры работы задать трактору. Пульт управления управляет самим трактором, это может быть, например, телефон, ноутбук. Системы локального или логического управления связывают пульт управления с исполнительными органами. Это могут быть интернет, Bluetooth модули. Исполнительными органами служат реле, шаговые двигатели, и др., которые действуют на трактор.

Работа над проектом заключалась также в программировании микроконтроллера [5-9]. Для этого использовалась программа FLProg. (рис. 2)

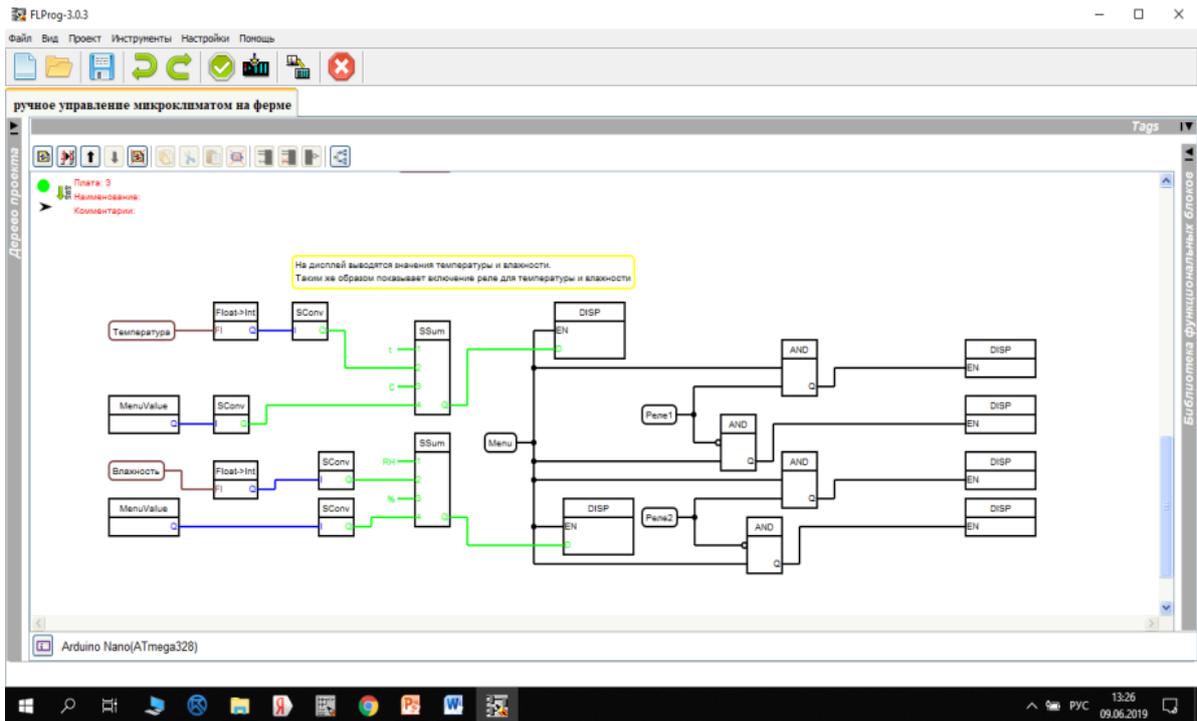


Рисунок 2 – Программирование микроконтроллера при помощи программы FLProg

Из программы FLProg был скомпилирован исходный код в программу Arduino ADE (рис. 3)

```

pr3 | Arduino 1.8.1
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь

pr3
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <EEPROM.h>
#include "DHT_NEW.h"
DHT_dht1;

LiquidCrystal_I2C _lcd1(0x27, 16, 2);
int _dispTempLength=0;
boolean _isNeedClearDisp1;

const byte _menuParametersArray[] PROGMEM = {1, 0, 0, 3, 4, 0, 0, 0, 0, 0, 2, 0, 2, 0, 0, 5, 6, 0, 0, 0, 0, 0, 3, 0, 3, 1, 0, 0, 1, 2, 3, 1, 4, 1, 0, 4, 3, 4, 0, 0, 1, 2, 3, 1, 4, 6, 0, 5,
int _menuValueArray_int(4);
const int _menuConstantValuesArray_int[] PROGMEM = {1, 100, 0};
const char _flprogMenuNameString1[] PROGMEM = "UST Temperatura";
const char _flprogMenuNameString2[] PROGMEM = "Temperatura";
const char _flprogMenuNameString3[] PROGMEM = "RH%";
const char _flprogMenuNameString4[] PROGMEM = "Gisterezis";
const char _flprogMenuNameString5[] PROGMEM = "UST RH%";
const char _flprogMenuNameString6[] PROGMEM = "Gisterezis Temp";
const char* const _flprogMenuStringsArray[] PROGMEM = { _flprogMenuNameString1, _flprogMenuNameString2, _flprogMenuNameString3, _flprogMenuNameString4, _flprogMenuNameString5, _flprogMenuNameString6 };
struct _menuItemStricture {
  int startInArrayIndex;
};
struct _menuMainStricture {
  byte startIndex;
  int startIndex;
};

```

Рисунок 3 - Исходный код в программе Arduino ADE

Трактором можно управлять как через интернет, так и через телефон.



Рисунок 4 – Управления трактором через телефон

На рис. 5 показана фотография разработанного трактора.



Рисунок 5 – Разработанный действующий макет трактора

Принцип работы трактора. Оператор задает параметры трактору. Например, необходимо выполнить операцию по обработке картофеля от колорадского жука. Заранее на навесное оборудование устанавливают прицеп, который закреплен к трактору прицепом. Раскрытие труб для подачи ядохимикатов происходит за счет подачи от трактора питания 12 вольт. В нашем случае для раскрытия труб стоят электростекло-

подъемники, они как рычаг удлиняют трубы. Также на насос подается напряжение, который начинает подавать под высоким давлением раствор, необходимый для уничтожения жуков, из емкости с ядохимикатами, который.

Для того чтобы управлять самим трактором и навесным оборудованием и видеть, что происходит с работой трактора используется приложение iCSee. В приложении каскада также можно установить параметры, чтобы трактор работал самостоятельно, без помощи оператора. Для этого на тракторе установлены датчики расстояния, которые определяют препятствие, и трактор их самостоятельно объезжает, давая сигнал оператору. Эта функция необходима для защиты окружающих от случайных столкновений. Так как оператор следит за действием работы трактора за счет камеры, то в камере имеется датчик ночного видения, на случай если при работе разобьются, или перегорят фары. На тракторе, кроме этого, имеются и другие защиты. Если при работе двигателя, он будет перегреваться, система управления трактора отключит двигатель, но перед этим поступит сигнал оператору. Если в блоке картера масла будет недостаточно или оно закончится полностью, двигатель трактора также отключится и будет подан сигнал оператору. Все функции, выполняемые трактором, оператор может контролировать. При дистанционном контроле система управления. Информация о работе трактора может передаваться на телефон в виде сообщений.

Таким образом, разработанный автоматизированный трактор для небольших сельскохозяйственных предприятий может минимизировать ручной труд, облегчить жизнь фермерам и обеспечить им больше свободного времени.

## Список литературы

1. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления / И.Ф.Бородин, С.А. Андреев – М.: КолосС, 2005. – 352 с.
2. Электропривод и электрооборудование : учебник для вузов / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, И.Р. Владыкин, С.И. Юран. – М.: КолосС, 2006. – 328 с.
3. Фрайден, Дж. Современные датчики. Справочник / Дж. Фрайден. – М.: Техносфера, 2005. – 592с.
4. Келим, Ю.М. Типовые элементы систем автоматического управления / Ю.М. Келим. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2002. – 384 с.
5. Петров И.В. Стандартные языки и приемы прикладного программирования / И.В. Петров – М.: Солон-Пресс, 2008. – 256 с.
6. Минаев, И.Г. Программируемые логические контроллеры: практическое руководство для начинающего инженера / И.Г. Минаев – Ставрополь: Агрус, 2009. – 100 с.
7. Брокарев, А.Ж. Программируемые логические контроллеры, МЭКсистемы программирования и «CoDeSys» / А.Ж. Брокарев, И.В. Петров //Автоматизация технологических процессов. – 2006. – №1. – С. 24-27.

8. Кузищин, В.Ф. Логическая система управления насосами на базе контроллера ПЛК 150 / В.Ф. Кузищин, Е.И. Мерзликина. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 14 с.

9. Языки программирования промышленных контроллеров / под ред. К.А. Пупкова. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 172 с.

УДК 631.2

Д.О. Суринский, И.В. Савчук, Е.А. Басуматорова, С.В. Егоров  
ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

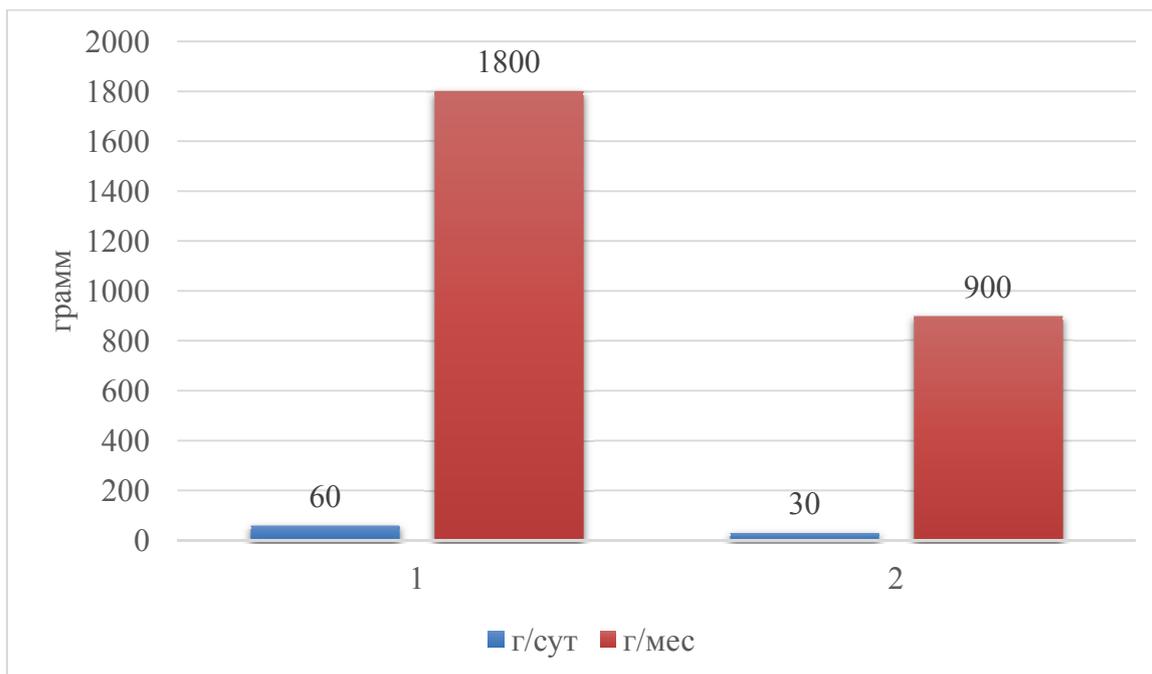
## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БАРЬЕРНОГО ЭЛЕКТРОДЕРАТИЗАТОРА**

**Аннотация.** В данной статье изучен барьерный электродератизатор и посредством испытаний предложена модификация для более эффективной борьбы с грызунами. В современном мире проблема борьбы с крысами, мышами и другими грызунами стоит особо остро.

При производстве и хранении сельскохозяйственной продукции существует ряд проблем, в том числе связанных с ущербом, приносимым грызунами – вредителями. Потери, наносимые грызунами, исчисляются тоннами испорченной продукции, которые в денежном эквиваленте достигают нескольких сотен миллионов рублей в масштабах страны. Помимо вреда, наносимого сельскохозяйственной продукции, грызуны могут наносить вред также технологическому оборудованию, вплоть до полного вывода их из строя. Крысы наносят немалый экономический ущерб, перегрызая изоляцию электрокабелей и электропроводки, уничтожая продукты питания и причиняя вред продукции промышленного назначения.

Не стоит забывать о том, что грызуны являются переносчиками различных заболеваний: иерсиниоз, сальмонеллез, лептоспироз, бешенство, туляремия, бубонная чума и этот список можно продолжать еще долго. При чем поражают они любые органы и системы и могут повлечь за собой очень тяжелые последствия. А передаваться могут через любые продукты, загрязненные выделениями грызунов, которые хранились в хранилищах, к которым имеют доступ крысы и мыши. Крысиная популяция примерно в две тысячи зверьков живой массой в 400кг выделяет во внешнюю среду порядка 50 килограммов в сутки кала и мочи. При благоприятных условиях по теоретическим подсчетам такая армия крыс может загрязнить зону площадью более 1000 м<sup>2</sup>/сутки.

Помимо всего прочего, ежемесячно они наносят огромный вред различным продовольственным хранилищам и складам.



1 - зерновые культуры; 2-мясная  
Рисунок 1 - График потребления продуктов одной крысой

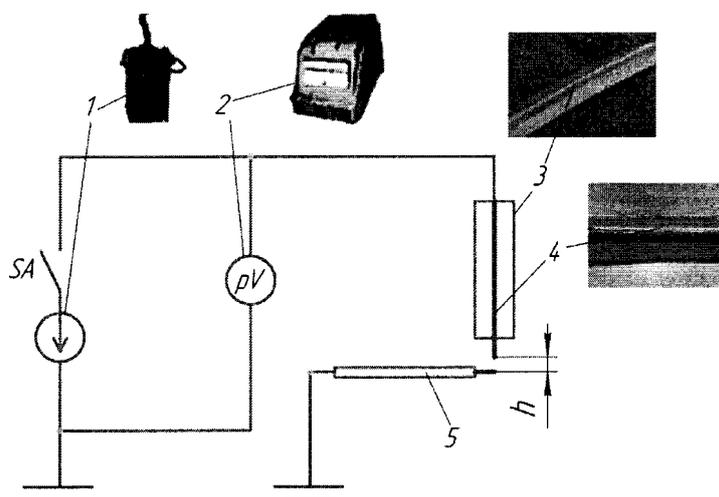
По данным исследований за 1 день крыса съедает в среднем 60 грамм продуктов, а при исключительном питании мясом дневная норма может снижаться до 30 грамм в сутки. Исходя из усредненных данных на графике, можно произвести не сложные математические расчеты и сделать вывод по экономическому ущербу, причиняемому серой крысой.

Из-за причиняемого экономического ущерба и распространения инфекций грызуны подвергаются постоянному и интенсивному преследованию со стороны человека. Однако многовековое целенаправленное уничтожение никак не сказалось на их численности и распространённости. Комплексов мероприятий, способов и методов борьбы с грызунами в настоящее время уже много. Однако некоторые из них не позволяют добиться желаемого результата без нанесения вреда здоровью человека и животных [1].

Поэтому с развитием научно- технического прогресса одним из самых эффективных и современных методов борьбы с грызунами стал электрофизический. Он не создает помех для радиоприборов, а также абсолютно безопасен для людей и домашних животных. С его помощью можно как отпугивать, так и уничтожать вредителей. В настоящее время разработкой и созданием ультразвуковых отпугивателей занимается значительное количество фирм отечественного и зарубежного происхождения. В поисках новых инструментов для защиты объектов нами был рассмотрен ряд патентов, самым интересным из которых является барьерный элемент электродератизатора. Он

устанавливается на путях передвижения грызунов и предотвращает им возможность попадания на объект. Электродератизационное устройство, воздействуя на живые организмы высоковольтными импульсами электрического тока, вызывает у грызунов устойчивую негативную рефлекторно-поведенческую реакцию – отказ от повторных попыток преодолеть электризуемую преграду. Одним из главных достоинств этого устройства является его безопасность для жизни как человека, так и других живых объектов. Однако опыт и исследования показали, что эффективность использования барьеров не равна 100% в течении длительного периода. Это обусловлено тем, что крысы обладают способностью привыкания к раздражителю. И при неоднократном попадании под воздействие ультразвука перестают на него реагировать [2].

Для повышения этой эффективности нами были проведены экспериментальные исследования по определению напряжения на барьерном элементе. Порядок проведения эксперимента схематически представлен на рис.2.



1 - источник импульсов высокого напряжения; 2 - вольтметр; 3 – полностью изолированный барьер; 4 – барьер с оголенным потенциальным электродом; 5 - заземленный электрод; h - расстояние между заземленным и потенциальным электродами

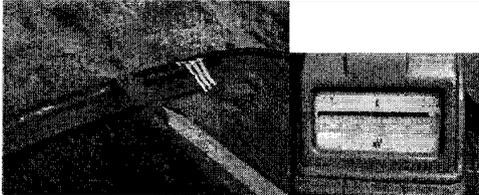
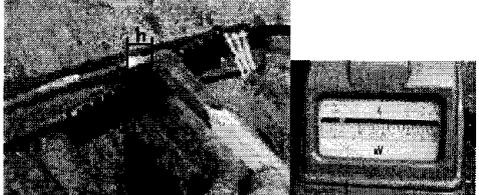
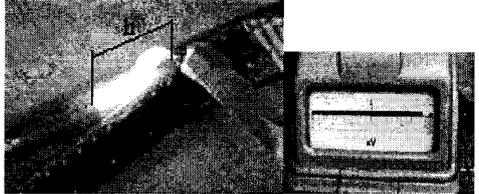
Рисунок 2 -Схема для проведения эксперимента.

Исследование проходило следующим образом: сначала подавалось напряжение пробоя без нарушения изоляции барьерного элемента. Затем на источнике импульсов оно увеличивалось с интервалом 10 кВ. На следующем этапе верхний слой изоляции снимался до оголения потенциального электрода. Дальнейшие испытания были связаны с определением зависимости расстояния между заземленным и потенциальным электродами  $h$  от напряжения пробоя.

Если представить в виде зависимости на графике, то получится кривая, представленная на рис. 3. Наблюдается прямая зависимость между напряжением, подавае-

мым на барьерный элемент, и расстоянием между потенциальным и заземленным электродами.

Таблица 1 - Результаты исследования были следующими:

Напряжение	Изоляция	Расстояние между электродами	Рисунок
U=30 кВ	Да	0, пробой отсутствует	
U=10 кВ	Нет	h=5 мм	
U=20 кВ	Нет	h=20 мм	
U=30 кВ	Нет	h=45 мм	

При приближении грызуна на определенное расстояние к барьерному элементу происходит пробой между грызуном и потенциальным электродом.

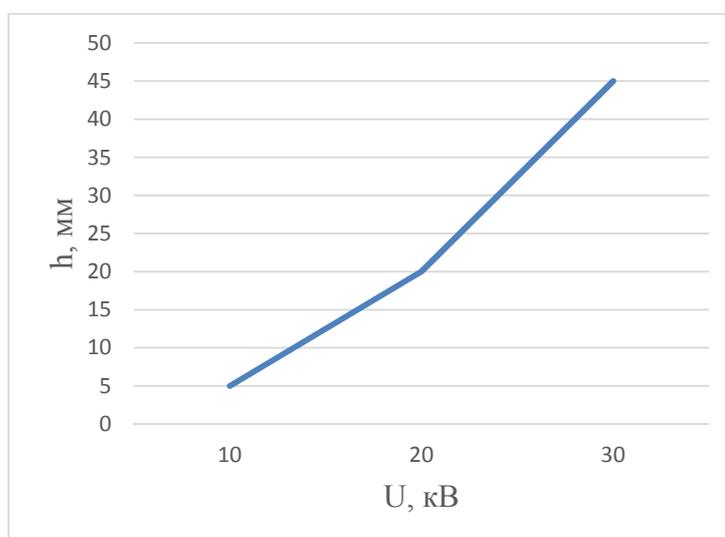
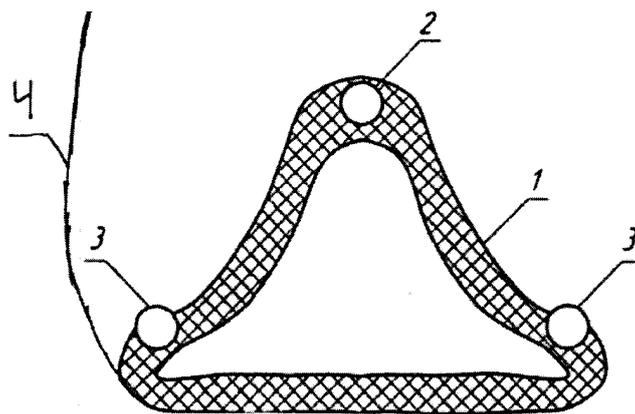


Рисунок 3 - Зависимость  $h=f(U)$

Вредителя парализует, схватывают судороги, которые не приводят к летальному исходу, а вызывают электрошок. Однако часть грызунов, прикасаясь к потенциальному электроду, получают электрический удар, подпрыгивают и преодолевают его [3].

Поэтому мы предлагаем усовершенствовать барьерный элемент за счет изменения его поперечного сечения. Предложенный образец представлен на рис. 4.



1 – гибкая оболочка; 2 – потенциальный электрод; 3 – заземленные электроды;  
4 – ограждающий барьер

Рисунок 4 - Поперечное сечение барьерного элемента

Грызуны, одновременно касаясь потенциального и заземленного электродов, получают электрический удар и отпрыгивают. Ограждающий барьер обеспечит гарантию того, что у грызуна не останется возможности преодолеть барьерный элемент [4].

#### Выводы

1. Электрофизический метод дератизации является наиболее перспективным и удобным в использовании при борьбе с грызунами.

2. Барьерный элемент электродератизатора не обеспечивает полной защиты от проникновения вредителей на охраняемые объекты.

3. Путем исследований было установлено, что от величины напряжения прямолинейно зависит расстояние между заземленным и потенциальным электродами и наличие электрического пробоя, а также была предложена модель барьерного элемента, которая обеспечивает 100% защиты, путем устройства ограждающего барьера.

#### Список литературы

1. Возмилов А.Г. Исследование барьерного элемента для дератизации/ А.Г. Возмилов, Н.Г. Бахтырева, В.Ю. Волчков//Вестник красноярского государственного аграрного университета. -2013. - №9. С. 203-206.Суринский Д.О. Электрофизические методы борьбы при дератизации сельскохо-

зяйственных помещений/ Д.О. Суринский, В.Н. Агапов, Н.И. Смолин// Вестник красноярского государственного аграрного университета. -2015. - №1.- С.18-19.

2. Возмилов А.Г. Обоснование необходимости борьбы с вредителями (грызунами) объектов АПК. Анализ технологии и технических средств для отпугивания и уничтожения./ А.Г. Возмилов, А.В. Козлов, Д.О. Суринский, Е.В. Соломин//Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». - 2013. - №.15. С.69-73.

3. Савчук И.В. Математическая модель расчета конструктивных параметров видеосветоловушки, Савчук И.В., Суринский Д.О., Русаков И.А. Вестник КрасГАУ. - 2017. - №4 (127). - С. 81-88.

4. Савчук И.В. ENERGY CALCULATOR., И.В. Савчук, Д.О. Суринский, С.И. Мельник., Программа для ЭВМ, Свидетельство о регистрации RU2016617195, 26.06.2016.

УДК631.5/9:628.9

А.Н. Ермилов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## **ФИТОЛАМПА С НАСТРАИВАЕМЫМ СПЕКТРОМ ИЗЛУЧЕНИЯ**

Аннотация. Определен оптимальный спектр для облучения выращиваемых растений. Разработана система управления светильниками.

Растениеводство является важным направлением сельского хозяйства. Однако существует проблема получения в достаточном количестве свежей зелени и овощей круглый год. Для решения этой проблемы, в частности, используются искусственные источники света для стимуляции роста растений в холодное время года.

Целью работы является повышение урожайности при оптимальном освещении растений на каждой фазе роста растений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определить оптимальный спектр излучения для растений.
2. Разработать собственную систему управления.
3. Выбрать аппаратуру для создания системы управления с дальнейшей ее разработкой.

Материалы методы. Микроконтроллер с технологией передачи данных (Ethernet, Wi-Fi и т.д.) и управления, светодиоды, датчик освещенности и датчик спектра, драйверы для управления.

На рисунке 1 приведена функциональная схема управления фитолампой. Система состоит из светодиодного фитооблучателя 1, который выполнен из нескольких групп светодиодов с регулируемым спектром излучения каждой группы светодиодов, управляемого драйверами 2,3,4, микроконтроллера 5 для сбора данных

и управления, датчика освещенности и датчика спектра<sup>7</sup>. С помощью программы<sup>8</sup> реализуется управление интенсивностью и спектральным составом излучения. В качестве устройства, задающего алгоритм управления и обеспечивающего процесс взаимодействия с пользователем, применяется компьютер или смартфон<sup>9</sup>. Поскольку компьютер или смартфон могут быть существенно удалены от объекта управления, то реализована удаленная связь в соответствии с одной из применяемых в настоящее время технологий передачи данных (Ethernet, Wi-Fi и т.д.).

Принцип действия фитооблучателя заключается в следующем.

В микроконтроллер поступает информация от датчика освещенности и датчика спектрометра. На основе полученных данных в соответствии с рабочей программой формируется управляющее воздействие, поступающее на управляемые драйверы светодиодов. Применение управляемых драйверов для питания групп светодиодов обеспечивает плавное регулирование спектрального состава и интенсивности излучения фитооблучателя. Управление работой драйвера осуществляется с помощью аналогового сигнала, поступающего из микроконтроллера.

С целью формирования оптимальной световой среды для тепличных растений проведено разделение светодиодов на три группы с отдельным питанием. В фитооблучателе применяются красные, синие и ультрафиолетовые светодиоды, поскольку растения наиболее восприимчивы к синему, оранжевому и красному диапазонам светового спектра. При воздействии излучения указанных длин волн процессы фотосинтеза, синтеза хлорофилла и фотоморфогенеза происходят наиболее интенсивно.

Результаты исследования.

Ультрафиолет А (380 - 430 нм)

Растения реагируют на низкие дозы ультрафиолета, производя антиоксидантные соединения, такие как флавоноиды и фенольные соединения (кстати, эти соединения придают фруктам и овощам их яркий фиолетовый, красный и синий цвета). Воздействие ультрафиолета может увеличить толщину «кожи» или эпидермиса листа, тем самым повышая его устойчивость к грибковым инфекциям.

Синий свет (430-450 нм)

Как показано выше, эта часть спектра хорошо поглощается большинством основных пигментов растения. Эта часть спектра может влиять на морфологию растения: размер и форму куста/листьев, длину стебля. Ряд исследований показывает лучшую эффективность синего цвета на раннем этапе развития растения (вегетативная фаза). Синий свет способствует открытию устьиц, увеличению количества белка, синтезу хлорофилла, делению и функционированию хлоропластов, сдерживанию роста стебля.

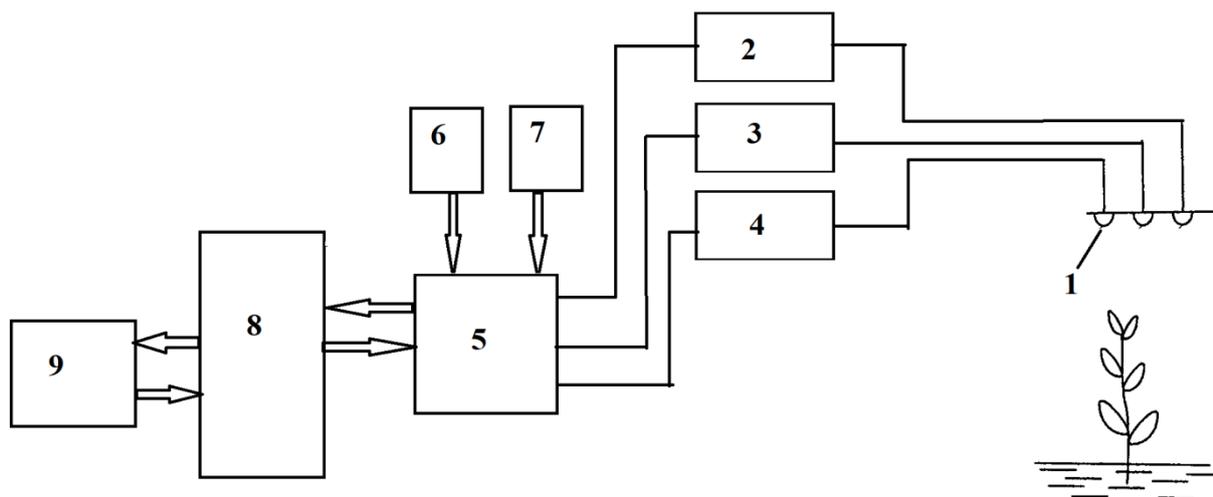


Рисунок 1 – Функциональная схема управления фитолампой

### Красный (610-720 нм)

Наиболее эффективный диапазон, с точки зрения количества фотонов, поглощаемых растением в процессе на всех этапах развития. Красный свет способствует цветению, прорастанию почек, росту стеблевых листьев, опадению листьев, спячке почек, этиоляции и т.д.

### Ближний инфракрасный (720-1000 нм)

Несмотря на незначительный отклик в спектрах поглощения основных пигментов, этот диапазон выполняет своего рода “сигнальную” функцию. Корректировка уровня ближнего инфракрасного диапазона позволяет повлиять на время наступления и длительность фазы цветения и плодоношения.

### Потребности растения на разных этапах роста.

Как было отмечено выше, свет является не только источником энергии, контролирующим фотосинтез [1]. Различные участки спектра воспринимается растением как сигналы, влияющие на многие аспекты роста и развития (прорастания, деэтиоляция) Изменения в развитии растений, связанные со светом являются результатом фотоморфогенеза [2].

На схеме на рис.2 показаны основные эффекты, стимулируемые различными цветами на протяжении жизненного цикла растения.

Рассмотрим более подробно влияние света на различных этапах:

### Синтез хлорофилла

Самое большое количество хлорофилла вырабатывается при синем свете, меньшее – при белом и красном, самое меньшее — при зеленом свете и в тени. При разном свете, соотношение хлорофилла А и В также не одинаковое. Самая большая разница в соотношении А и В при желтом и синем свете. Красный свет способствует большой выработке хлорофилла типа А.

Для светолюбивых растений подходит синий свет, для тенелюбивых растений подходит красный свет.

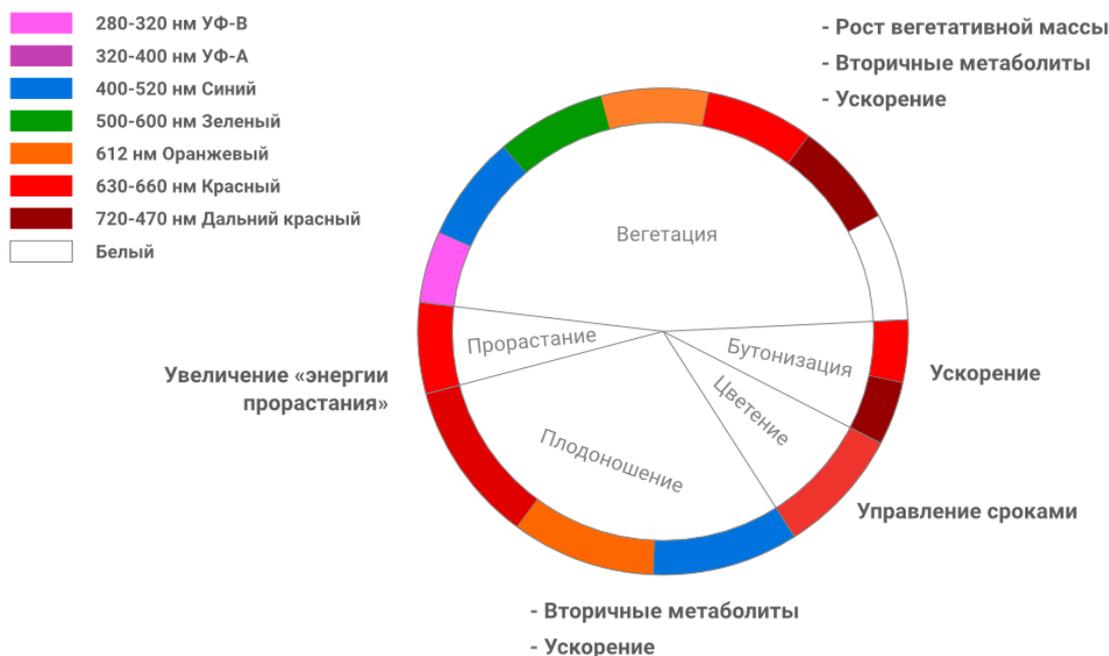


Рисунок 2 – Схема роста растений

**Цветение.** Соотношение между длительностью светового периода и периода темноты называется фотопериодом. Общая протяженность суток – 24 часа, однако в зависимости от разной широты и времени года, протяженность дня и ночи неодинаковая. В зависимости от разных климатических условий и места произрастания, фотопериод у разных растений неодинаков. Цветение, опадение листьев, спячка почек – всё это является реакцией растения на изменение фотопериода.

Растения, которые готовы начать цвести, зацветут при наступлении подходящего фотопериода. Количество дней до начала цветения определяется возрастом растения. Чем старше растение, тем оно быстрее зацветет. Под воздействием фотопериода оказываются листья растений. Чувствительность листьев к изменению фотопериода связана с возрастом растения. Чувствительность старых листьев и молодых листьев неодинаковая. Наиболее чувствительными к изменению фотопериода являются растущие листья.

Накопление питательных веществ и рост растений регулируются излучением в красном и дальнем красном диапазоне. Размножение определяется, синим светом. Фитохром, содержащийся в листьях, может принимать сигналы красного света и дальнего света. Растение готовое к цветению, зацветет, если последнее излучение будет красным дальним светом.

Комбинация светодиодов различных цветов в одном светильнике с возможностью независимого управления позволяет сформировать фактически любой спектр для конкретной культуры и фазы ее развития [3].

Разработка системы управления. Следуя из того, что каждое растение уникально само по себе, имеет свой темп роста и развития, систему управления фитолампой нужно сделать более расширенной, подходящей для каждого вида растений. Для реализации этого, мы считаем необходимым создать базу данных, где будут прописаны этапы роста для каждого вида растений и оптимальное спектральное облучение фитолампой. С использованием этой базы данных будет построен алгоритм управления фитолампой, для конкретного вида, сорта и для тепличных или комнатных растений. Также нужно учесть возможность корректировки спектрального излучения с помощью смартфона для удобства. Итак, как мы упоминали ранее, предлагается включить микроконтроллер с технологией передачи данных (Ethernet, Wi-Fi и т.д.).

Самым практичным и дешевым вариантом является использование микроконтроллера, основанном на базе Arduino, так как у этой компании имеется своя среда разработки. Для разработки системы был выбран Arduino Mega 2560, который имеет больше контактов и большее количество аппаратных serial-портов для взаимодействия с компьютером и другими устройствами.

Для определения длин волн выбран цифровой датчик ADJD-S313-QR999, выполненный в 20-выводном корпусе QFN размером 5,5,0,75 мм. Датчик имеет RGB-фильтры и фотодиодную матрицу, АЦП и цифровое ядро для связи с микроконтроллером и для регулировки чувствительности. Он может напрямую взаимодействовать с микроконтроллером без каких-либо дополнительных компонентов. Это обеспечивает более простое согласование устройств [4].

В качестве датчика освещенности выбран BH1750. Он представляет собой цифровой 16-битный цифровой датчик освещённости, что задаёт диапазон его измерений: от 1 до 65535 люкс [5].

Управление светодиодами будет выполняться с помощью ШИМ-сигналов Arduino [6]. С помощью этого способа можно добиться достаточной точности для регулировки фитолампы.

Была собрана схема из необходимых компонентов и написана программа с помощью программы HMI KaScada Modbus [7]. Как мы уже говорили, для определенного вида растения будет написан алгоритм, значения которого мы будем видеть в режиме реального времени в виде значений в «Управлении сроками», где можно управлять, сколько будет длиться тот или иной период режима облучения в зависимости от цикла роста растений (синтез хлорофила, цветение, вегетация). В графе «Длины волн» мы наблюдать, какая длина волны взаимодействует с растением. Также предусмотрена возможность редактирования этих данных. Для этого в соответствующую графе за-

дается значение оптимальной длины волны. По мере изменения цикла растений будут загораться кнопки «Ультрафиолет А», «Синий свет», «Красный», «Дальний красный». Это спектры излучений, которые воздействуют на данный момент, их можно изменять, а также комбинировать. Кнопка «Вкл/Выкл» служит для отключения и включения установки. Все эти действия, которые будут произведены для данного типа растений, можно сохранять и использовать в дальнейшем.



Рисунок 3 – Демо-программа и управление с помощью смартфона

Вывод. Спектральный состав света является важным фактором для продуктивного выращивания культур в искусственных условиях, однако, не первичным. Современные светодиоды позволяют эффективно формировать излучение в спектральном диапазоне поглощения растений. Наличие в светильнике светодиодов с различным спектром излучения и технологии независимого управления ими позволяет исследовать влияние спектра на эффективность выращивания отдельно взятой культуры в конкретных условиях и выработать оптимальный баланс цветов для получения лучшей урожайности.

### Список литературы

1. Лампы для роста растений: <https://lampasveta.com/fitolampy/lampa-dlya-rosta-rastenij.pdf> (дата обращения: 27.03.2021).
2. Спектры освещения: <https://floragrow.ru/blog/spectres/> (дата обращения: 27.03.2021).
3. Якушкина Н.И. Физиология растений. М. :Владос, 2004. - 464 с.
4. Датчик для определения спектра излучения: <https://kit-e.ru/sensor/opredelenie-i-izmerenie-czveta-na-primere-datchikov-czveta-avago-technologies/> (дата обращения: 27.03.2021).

5. Датчик освещенности: <https://micro-pi.ru/bh1750-gy-302-датчик-освещенности/>(дата обращения: 27.03.2021).
6. <https://www.arduino.cc> “Arduino”– Помощь со средой Arduino (дата обращения: 27.03.2021).
7. <https://hmi-kascada.ru> – HMIKaScadaModbus (дата обращения: 27.03.2021).

УДК 332.14

Е.А. Борисова, А.С. Волкова  
ФГБОУ ВО УдГУ

## **РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ЗАМЕНЕ ЛЮМИНИСЦЕНТНЫХ ЛАМП НА СВЕТОДИОДНЫЕ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЛОЩАДКИ ГАРАЖА УФПС УР - ФИЛИАЛ АО "ПОЧТА РОССИИ"**

Аннотация. В данной статье представлена разработка предложений по снижению ртутьсодержащих отходов и повышение энергоэффективности на отдельной производственной площадке АО «Почта России».

АО «Почта России» организует работы по предоставлению услуг потовой связи населению и юридическим лицам.

Почта России располагается на 14 площадках на территории Удмуртской Республики. В данной статье рассмотрена производственная площадка - ОСП Автобаза Связи. Предприятие находится в Устиновском районе города Ижевска. Водоснабжение, водоотведение, электроснабжение, теплоснабжение осуществляется из централизованных сетей по договорам со специализированными организациями. В состав подразделения входят административные и производственные помещения.

Ремонт автотранспортной техники одна из основных функций ОСП Автобаза Связи, а также площадь производственной площадки гаража составляет 63% от общей площади, поэтому рассмотрен вопрос замены люминесцентных ламп на светодиодные именно на производственной площадке гаража.

Расчет норматива образования ртутных ламп представлен в таблице 1. По расчету норматив образования составил 0,006 тонн в год, а количество отработанных ламп в год составило 15 штук.

Были проведены замеры освещенности на поверенном приборе люксметре в производственном помещении гаража. Замеры освещенности на рабочих местах были проведены в 16 точках, уровень освещенности составил в среднем 113 Люкс [1].

Были проведены расчеты коэффициента естественной освещенности, который составил 75,3% и коэффициента естественной освещенности, который составил 0,75. Данные показатели ниже нормативных требований на производственных объектах [2].

**Таблица 1 – Расчет норматива образования отработанных люминесцентных ламп**

№ п/п	Марка ламп	Количество, шт	Режим работы, часы в год	Срок службы лампы, ч/год	Масса одной лампы, кг	Количество отработанных ламп	
						шт/год	т/год
1	ДРЛ-400	48	2976	10 000	0,4	15	0,006
Итого		48				15	0,006

Таким образом, текущая освещенность производственной площадки гаража не соответствует нормам освещенности.

Расчет освещенности довольно трудоемкий и длительный процесс. Поэтому расчет освещенности проводился с использованием программного продукта. Для этого был проведен анализ существующих программных продуктов на рынке энергетических услуг: программа «Формула света», Lighting Calculations. и Dialux.

Для расчета освещения был выбран программный продукт Dialux, так как он является абсолютно бесплатным, русифицированным и прилагается встроенный помощник, который объясняет каждое действие по шагам[4].

На производственной площадке гаража решено устанавливать отечественные светодиодные светильники компании «Световые технологии»[3]. Для расчета освещенности были выбраны пять различных типов осветительного промышленного оборудования.

Первый из вариантов это - осветительное оборудование Atlant.светильник с креплением на опорную поверхность. Программа DIALux предлагает установить 8 рядов, по 6 светильников в ряду, то есть 48 штук. Расположение светильников представлено на рисунке 1.

Второй вариант – это осветительное оборудование HBLED, для него характерна высокая световая отдача, и оригинальная система отведения тепла. Крепление на поверхность потолка или стены с помощью лиры. Программа предлагает установить 5 рядов по 4 светильника, в общей сумме 20 светильников. Расположение светильников представлено на рисунке 2.

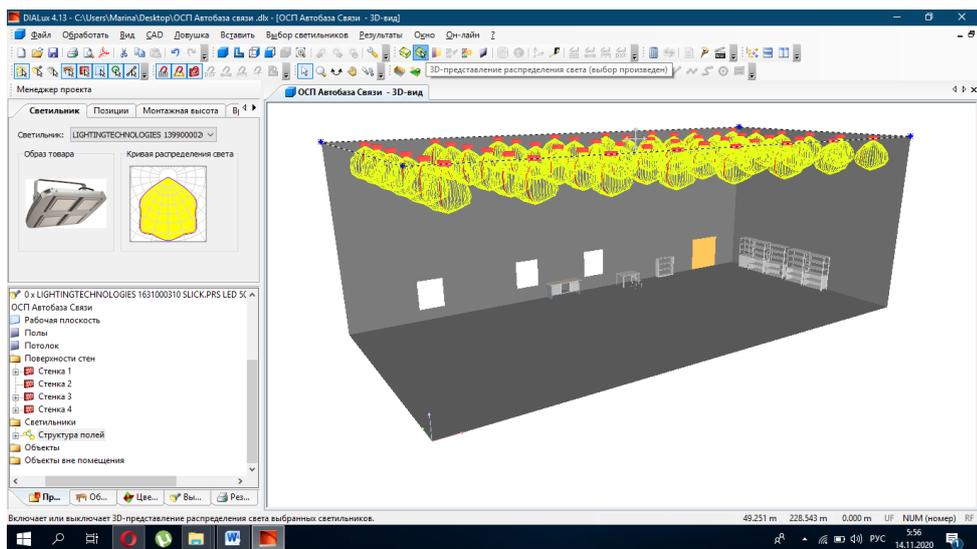


Рисунок 1 – Расположение светильников Atlant.

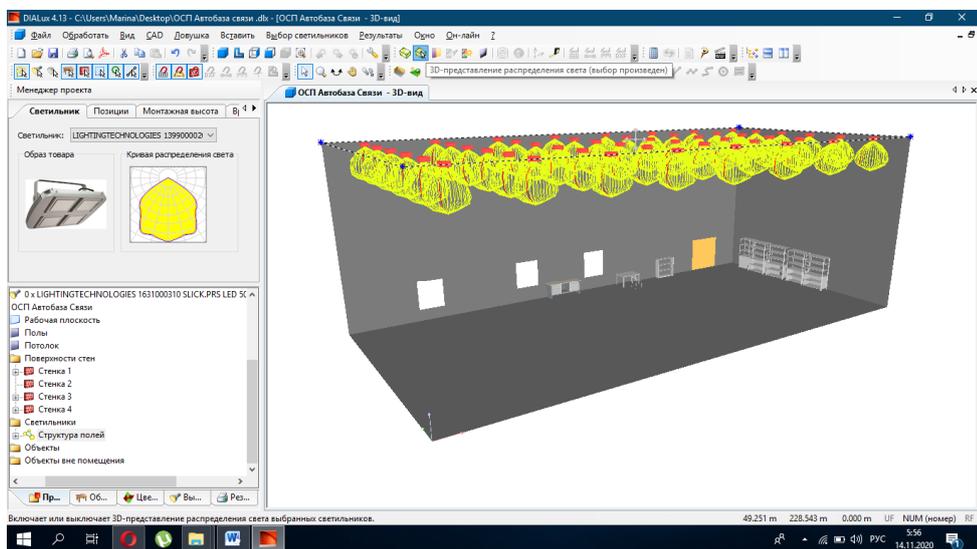


Рисунок 2 – Расположение светильников HBLED 228 D 100 5000 K

Третий вариант-это светильник НВР 250 S на тросовом подвесе для промышленного освещения, это возможность безопасного изменения светового центра путем перемещения лампы вместе с патроном по вертикали. Программа предлагает установить 6 рядов по 5 светильников, общее количество светильников составляет 30 штук. Расположение светильников представлено на рисунке 3.

Четвертый вариант – светильник INSEL, характеризуются компактными габаритными размерами, высокой степенью защиты и высокой энергоэффективностью. Программа предлагает установить 6 рядов по 6 светильников. Расположение светильников представлено на рисунке 4.

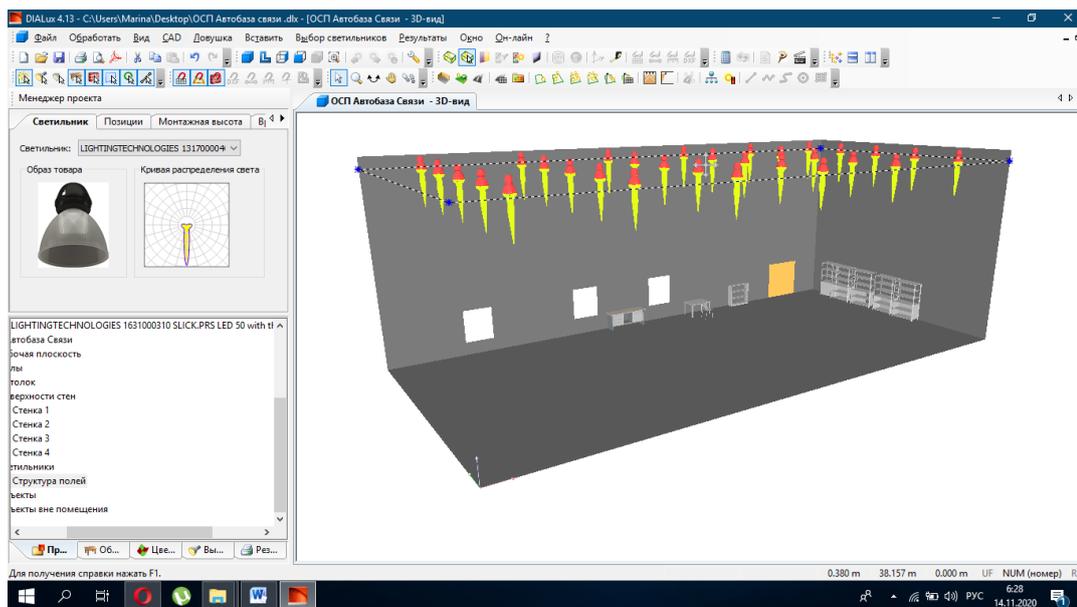


Рисунок 3 – Расположение светильников HBR 250 SIP 23 P2 SET

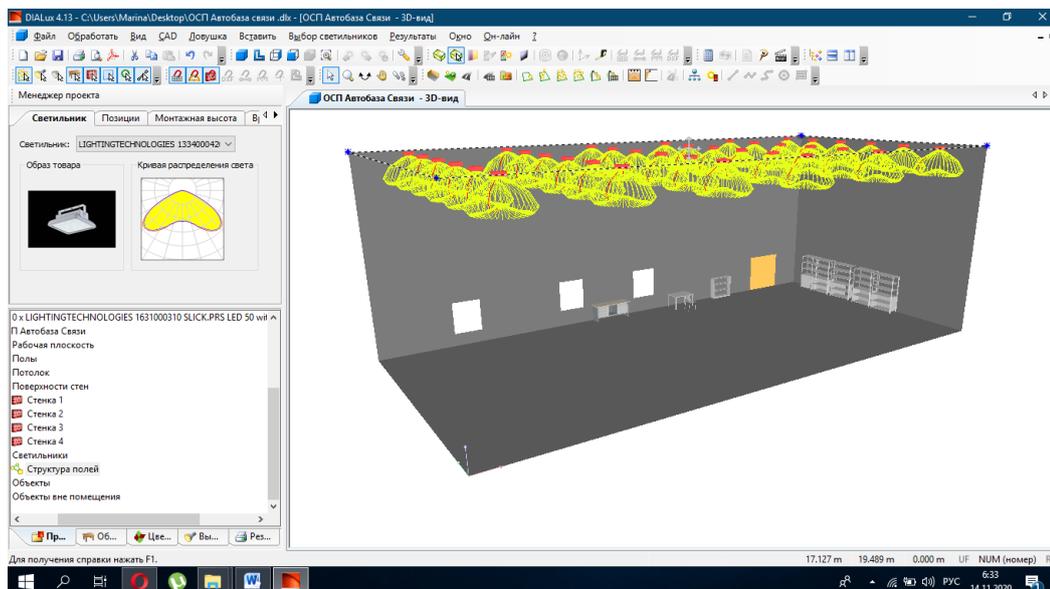


Рисунок 4– Расположение светильников INSELLB/SLED 120 D 120 5000 К

Пятый вариант - светильники SLICK, крепление светильника непосредственно на поверхность потолка или стен с помощью монтажных пластин, возможна установка с помощью тросового подвеса. Программа предлагает установить 9 рядов по 8 светильников, общее количество светильников составляет 72 штуки. Расположение светильников представлено на рисунке 5.

Рассмотренные пять вариантов осветительного промышленного оборудования применимы к производственной площадке гаража. Для выбора осветительного оборудования был проведен расчет стоимости покупки данного осветительного оборудования и стоимости монтажа рассчитанного количества оборудования. Полученные зна-

чения представлены в таблице 2. Экономически выгодным решением будет покупка и установка осветительного оборудования марки НВР 250.

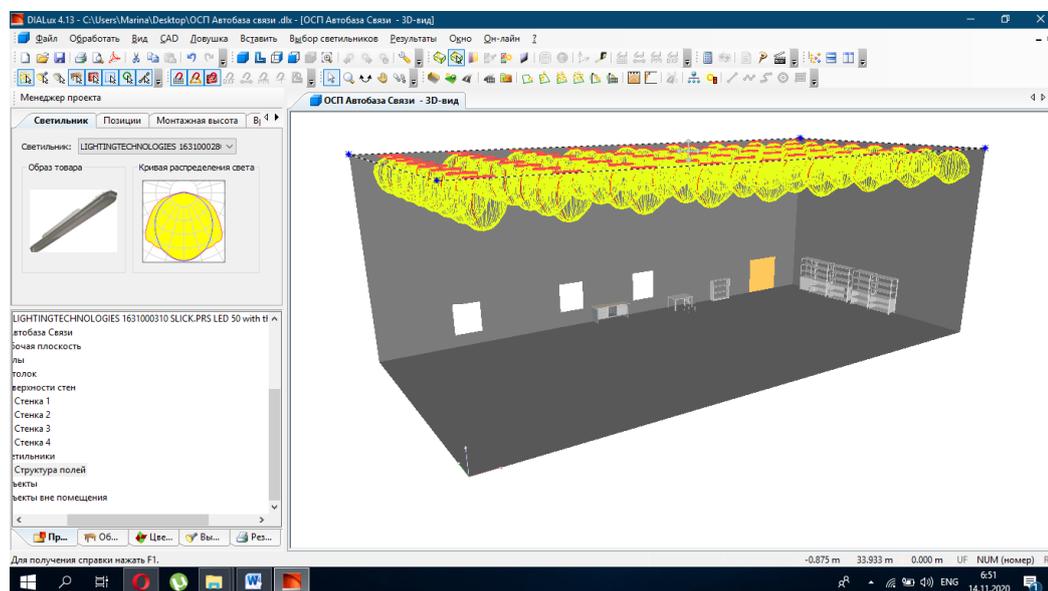


Рисунок 5– Расположение светильников SLICKPRSECOLED 60 4000K

Главное преимущество данного светильника: светильник на тросовом подвесе, что дает возможность безопасно его перемещать в случае производственной необходимости.

Таблица 2– Расчет стоимости покупки осветительного оборудования

п/п	Наименование светильника	Количество, шт.	Стоимость покупки светильников, руб.		Стоимость монтажа, руб.		Итого, руб.
			т.	бщая	т.	бщая	
1	Atlant		12 000	576000	1 000	48000	624 000
2	HBLED		15 000	300000	1 000	20000	320 000
3	НВР		3 000	90000	1 000	30000	120 000
4	INSEL LB		9 000	324000	1 000	36000	360 000
5	SLICKPRS		2500	180 000	1 000	72000	252 000

Был проведен расчет экономической эффективности замены осветительного оборудования на производственной площадке, который показывает, что до замены осветительного оборудования ОСП «Автобаза Связи» тратит 224 тысячи 451 рубль в год на освещение [5].

После замены осветительного оборудования затраты составят 87952 рубля.

Экономический эффект (ежегодная экономия без учета роста тарифов на электроэнергию) составит 136499 рублей в год.

Стоимость покупки осветительного оборудования и монтажа составляет 120 000 рублей.

Срок окупаемости при замене светового оборудования составит один год. Замена люминесцентных ламп на светодиодные на производственной площадке гаража ОСП «Автобаза связи» является экономически выгодным и целесообразным предложением.

### Список литературы

1. Басов, В. Б. Светодиоды - преимущества и недостатки / Басов В. Б. // Электро. Электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность. - 2010. - № 6. - С. 35-37.
2. Методика расчета объемов образования отходов «Отработанные ртутьсодержащие лампы» МРО – 6- 99, Санкт-Петербург, 2004.
3. Официальный сайт компании «Световые технологии». Режим доступа: <https://www.ltcompany.com/ru/> (дата обращения 05.11.2020)
4. Официальный сайт компании Dialux. Расчет и проектирование. Режим доступа: <https://www.dialux-help.ru/> (дата обращения 15.10.2020)
5. Сысоева Е. А. Экономическая эффективность использования светодиодных ламп [Электронный ресурс] // Экономические и социальные перемены, факты, тенденции, прогноз. 3 (21). 2012. С. 119-123; Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/ekonomicheskaya-effektivnost-ispolzovaniya-svetodiodnyh-lamp> (дата обращения: 22.04.2018 г.).

УДК 631.344.8:628.8(043.5)

А.Р. Агзамов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В СООРУЖЕНИЯХ ЗА- ЩИЩЕННОГО ГРУНТА**

Аннотация. В данной статье рассматривается, как повысить эффективность существующего электрооборудования для систем поддержания микроклимата в защищенном грунте за счет использования, программируемого логического контроллера (ПЛК).

Микроклимат в защищаемых грунтовых сооружениях поддерживается путем регулирования интенсивности нагрева воды, положения вентиляционных фрамуг, по-

дачи  $CO_2$ , закрытия экрана, включения циркуляционных вентиляторов и нагрева воздуха. Поддержание заданной температуры воздуха в теплицах осуществляется путем согласованного регулирования температуры теплоносителя в нескольких контурах отопления.

Целью нашей работы стало, изучить какие параметры микроклимата можно регулировать с помощью ПЛК. Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

1. Как поддерживается микроклимат с помощью ПЛК
2. За счет, каких параметров происходит повышение эффективности существующего электрооборудования

Материалы методы. Функционально-структурная организация энергосберегающего электрооборудования систем микроклимата в защищенном грунте показана на рис. 1. Основными элементами являются: оросительный водонагреватель (1), дозирующие насосы (2), емкости для раствора с мешалками для приготовления питательного раствора (3), оросительные клапаны (4), оросительные насосы (5), предохранительный клапан (6), генератор  $CO_2$  (7), нагревательные регистры (8), трехходовые смесительные клапаны (9), смесительный насос (10), циркуляционные насосы (11).

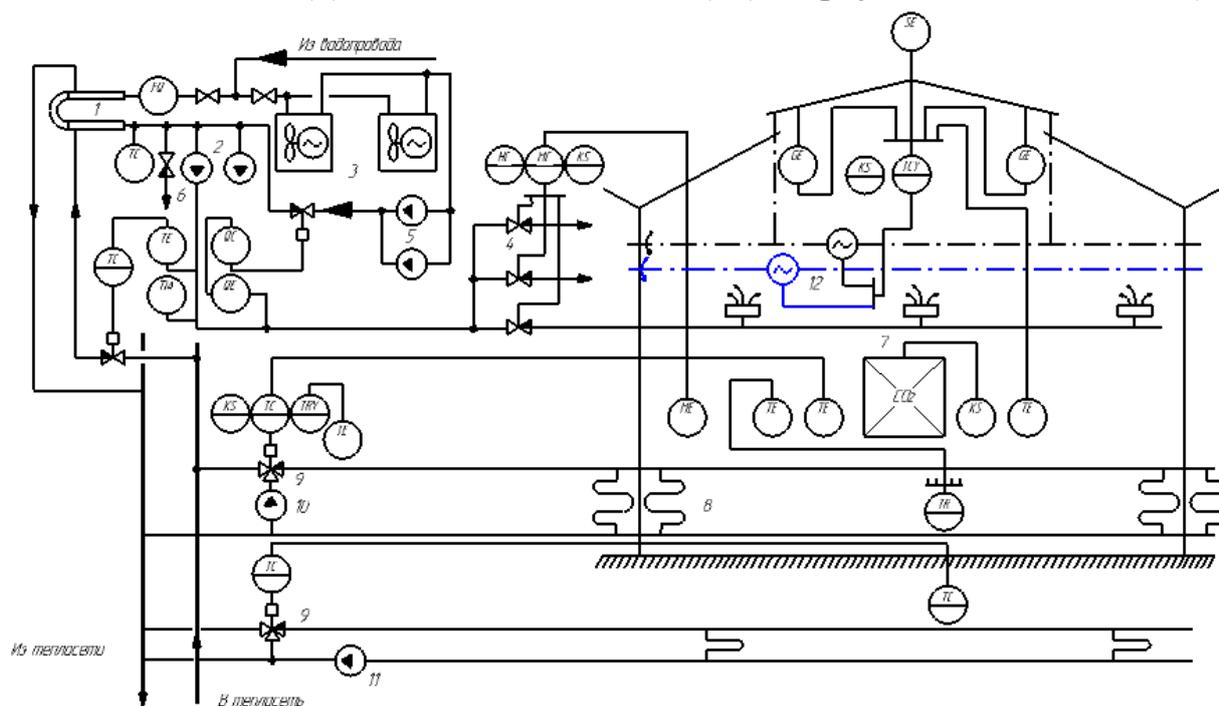


Рисунок 1 - Функционально-структурная организация электрооборудования систем микроклимата в сооружениях защищенного грунта

В существующих системах поддержания микроклимата защищаемого грунта электрооборудование работает в энергосберегающем режиме. Однако мотор-редуктор системы горизонтальных жалюзи (12) работает в ручном режиме, выполняя функции

закрывания или открывания экрана, и используется только в летнее время для снижения уровня естественной экспозиции.

Результаты исследования. Мы предполагаем, что затеняющий экран зимой также выполняет энергосберегающую функцию, заключающуюся в отсечении объема теплицы под коньком, когда температура в теплице достигает менее  $23^{\circ}\text{C}$ . На рис. 2 показана структурная схема, объясняющая меры по энергосбережению в теплице при затенении экрана.

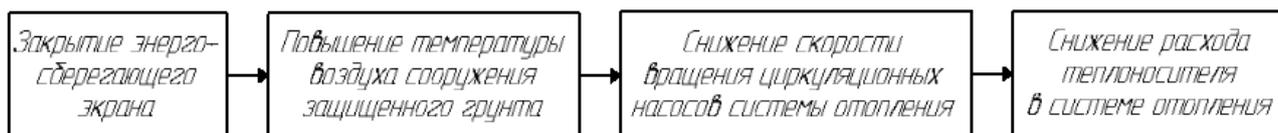


Рисунок 2 - Структурная схема, поясняющая энергосберегающие мероприятия

Когда температура в теплице меньше  $23^{\circ}\text{C}$ , микроконтроллер посылает команду мотор-редуктору закрыть экран. Это позволяет температуре теплицы подняться до необходимого значения:  $25^{\circ}\text{C}$  (рис. 3). При температуре воздуха в теплице  $23^{\circ}\text{C}$  и ниже необходимо повысить температуру теплоносителя для того, чтобы нагреть воздух до  $25^{\circ}\text{C}$ . После закрытия энергосберегающего экрана воздух в рабочем объеме теплицы нагревается быстрее до  $25^{\circ}\text{C}$  и ПЛК, получая данные от датчиков температуры, установленных в рабочем объеме защищаемого грунтового сооружения, дает команду на снижение скорости вращения циркуляционных насосов во всех контурах отопления, что приводит к уменьшению расхода теплоносителя и, соответственно, снижению энергопотребления.

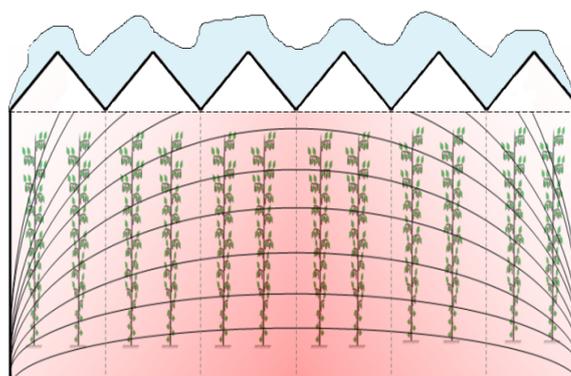


Рисунок 3 - Энергосберегающий эффект в сооружениях защищенного грунта

Определяющим микроклиматическим фактором является естественное освещение. В современных условиях защищенного грунта регулирование верхней границы уровня естественной освещенности невозможно, но, как правило, она находится в пределах 50 клк в средней широте Российской Федерации. Температура зависит от уровня естественного освещения. Температурное поле в теплице представляет собой эллипсоид, образованный вращением изотермических кривых, которые имеют аппроксимационную достоверность  $R^2=0,96$  и описываются полиномиальными функциями второго порядка. Влажность опосредованно зависит от естественного освещения: при увеличении освещенности повышается температура и, как следствие, снижается влажность. Влажность и температура хорошо регулируются современными сред-

ствами автоматизации в условиях защищенного грунта. Концентрация  $CO_2$  в воздухе зависит от освещенности и косвенно от температуры. С увеличением освещенности концентрация  $CO_2$  уменьшается, поэтому для получения высоких урожаев концентрацию  $CO_2$  в условиях защищенного грунта необходимо искусственно поддерживать в пределах 0,007%. Алгоритмы управления взаимосвязанными электротехнологиями и микроклиматом в теплицах должны учитывать взаимное влияние параметров микроклимата друг на друга и оперативно реагировать на их изменение, что позволит снизить энергозатраты.

Выводы. Таким образом, повышение эффективности существующего электрооборудования для систем поддержания микроклимата в защищенном грунте осуществляется за счет использования ПЛК, осуществляющего согласованную работу данного электрооборудования, что позволяет повысить производительность установки и снизить затраты тепловых энергоресурсов.

### Список литературы

1. Владыкин, И.Р. Обоснование комплексного применения электротехнологий для повышения продуктивности огурца в сооружениях защищенного грунта/ И.Р. Владыкин // Диссертация на соиск. уч. ст. доктора техн. наук. - М.: Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 2019. - 337с.
2. Владыкин, И.Р. Энергоэффективное регулирование температуры в сооружениях закрытого грунта [Текст]/ Владыкин И.Р., Владыкина Е.И., Владыкин Д.И.//Актуальные вопросы энергетики АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 100-летию плана ГОЭРЛО. 2021. С. 22-26.
3. Владыкин, И.Р. Энергоэффективное регулирование температуры в агротехнологических сооружениях [Текст]/Владыкин И.Р., Владыкина Е.И.//Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе. Материалы международной научно-практической конференции. 2020. С. 214-219.

УДК 621.31

Э.Ф. Гайнанов, С.А. Хорьков  
ФГБОУ ВО УдГУ

### **ЦИФРОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ КОММУТАЦИОННЫМИ АППАРАТАМИ ВОТКИНСКОЙ ГЭС**

Аннотация. При применении цифровых технологий в электроэнергетике появилась возможность изменения концептуальных подходов к организации оперативно-диспетчерского и оперативно-технологического управления в части применения дис-

танционного управления коммутационными аппаратами распределительных устройств высокого напряжения. Однако для полноценной реализации поставленной задачи необходимо решить ряд технических, организационных и правовых вопросов.

## 1. Общая характеристика распределительных устройств Воткинской ГЭС

Воткинская ГЭС является одним из узловых системообразующих пунктов энергосистемы Уральского региона России. Воздушными линиями (ВЛ) 110кВ, 220кВ, 500кВ она непосредственно связана с Пермской, Удмуртской, Кировской, Башкирской, Свердловской энергосистемами. Связь осуществляют через открытые и закрытые распределительные устройства (РУ).

ОРУ 110 кВ (двойная система шин (2СШ) с обходной шиной (ОСШ)) включает 15 ячеек (10 отходящих линий электропередач (ЛЭП)) и оборудовано элегазовыми выключателями ВГТ-110П\*-40\2500 У1 и разъединителями SGF123nII\*100УХЛ1\MT50 производства компании АББ.

ОРУ 220 кВ (2СШ с ОСШ) имеет 12 ячеек (5 отходящих ЛЭП), которые оборудованы элегазовыми выключателями НРЛ245В1 и разъединителями SGF123nII\*100УХЛ1\MT50 производства компании АББ.

КРУЭ 500 кВ включает 8 ячеек (3 отходящих ЛЭП) и оборудовано выключателями ELK-SP3 и разъединителями ELK-TE3 производства компании АББ.

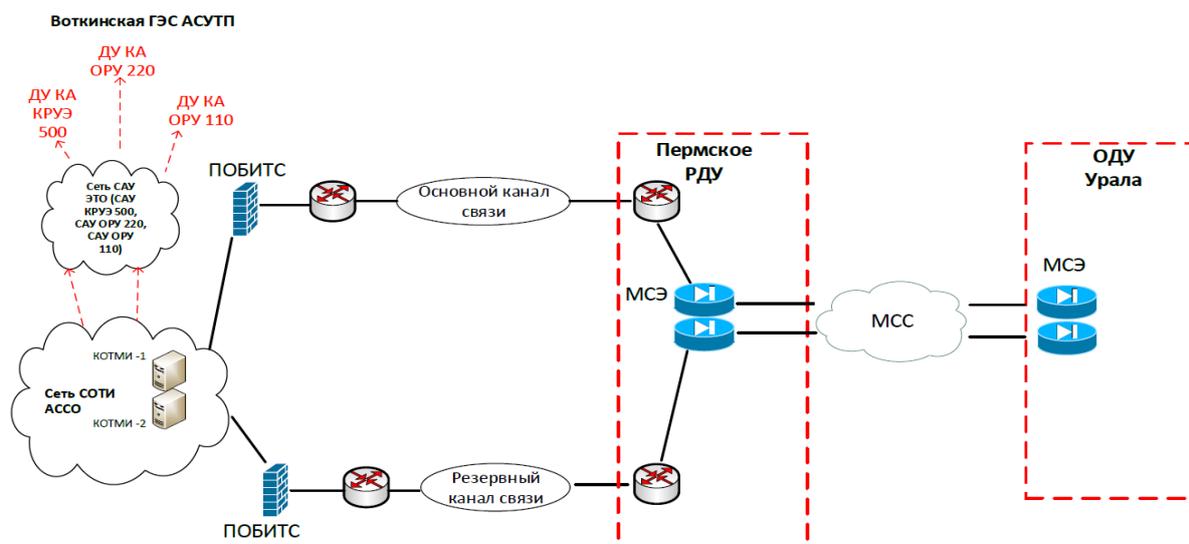
Все три РУ укомплектованы микропроцессорными устройствами релейной защиты автоматики производства НПП «ЭКРА» и устройствами противоаварийной автоматики производства «Прософт Системы».

При модернизации оборудования станции (С), еще в 2013 году, на стадии реализации проекта КРУЭ 500 кВ, данная РУ было отнесена к подстанциям (ПС) нового поколения, а в 2014 году, после замены РЗА и ввода САУ, ОРУ 110 и 220кВ также были отнесены к ПС нового поколения. Все переключения в первичной схеме с 2014 года выполнялись с автоматизированного рабочего места (АРМ) оперативного персонала станции.

## 2. Пилотный проект по дистанционному управлению коммутационными

### Аппаратами распределительных устройств Воткинской ГЭС

В 2019 году, в рамках реализации решений о цифровизации объектов ПАО «Русгидро», АО «СО ЕЭС», ПАО «РусГидро» и Воткинская ГЭС провели ряд совещаний и определили график реализации пилотного проекта по дистанционному управлению (ДУ) выключателями и разъединителями РУ станции.



ДУ КА – дистанционное управление коммутационными аппаратами; САУ ЭТО – система автоматизированного управления электротехническим оборудованием; КОТМИ– программный комплекс, позволяющий в автоматическом режиме собирать информацию с контролируемых энергетических объектов, отслеживать состояние оборудования в реальном времени, транслировать данные на видеостены с отображением телеметрической информации состояния электрических сетей в диспетчерских пунктах; СОТИ АССО – система обмена технологической информацией с автоматизированной системой Системного Оператора (СО). Система предназначена для измерения параметров электрооборудования главной схемы электростанции, сбора телемеханической информации и передачи её на диспетчерские пункты СО; ПОБИТС – комбинация защитных систем, образующая границу между двумя и более сетями (firewall программно-аппаратного обеспечения); МСС – мультисервисная сеть связи; МСЭ – мультисервисная сеть энергетиков.

Рисунок 1 - Каналы связи, используемые для осуществления ДУ КА Воткинской ГЭС

Техническим заданием проекта определена возможность ДУ коммутационными аппаратами (КА) РУ 110,220,500кВ для производства плановых переключений по выводу/вводу ВЛ, выключателей с переводом ВЛ на обходной выключатель, всех систем шин, главных трансформаторов и автотрансформаторов Воткинской ГЭС и определенных формуляры передаваемых сигналов в ОДУ Урала и Пермское РДУ.

При реализации проектов особое внимание было уделено вопросам обеспечения информационной безопасности выделенных каналов связи и объектов энергетики, телеуправление оборудованием которых осуществляется из диспетчерских центров (ДЦ) Системного оператора. Каналы связи, используемые для осуществления ДУКА, представлены на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что ДУ КА РУ Воткинской ГЭС осуществляют Пермское РДУ и ОДУ Урала.

### 3. Дистанционное управление коммутационными аппаратами

ДУКА и заземляющими разъединителями, технологическим режимом работы оборудования и функциями устройств РЗА осуществляют путем передачи управляющего сигнала с автоматизированного места (АРМ) оперативного персонала ПС на ДЦ или на центр управления сетями (ЦУС).

Одной из основных задач ДУ является обеспечение всего цикла операций при производстве переключений для вывода оборудования в ремонт (ввода его в работу) в автоматическом режиме посредством использования автоматических программ переключений (АПП) без прерывания на проверочные и ручные операции.

АПП – есть программа переключений, сформированная в электронном виде в оперативно-информационном комплексе (ОИК) ДЦ или ПТК(программно-технический комплекс) ЦУС и содержащая последовательность операций по выводу из работы и вводу в ремонт ЛЭП и оборудования. Для повторяющихся переключений возможно использование автоматизированных типовых программ переключения (АТПП).

ДУ реализуют с помощью автоматизированных программ (бланков) переключений, которые составлены на основе типовых программ (ТПП) переключений. ДУ возможно применить исключительно для ПС нового поколения.

Переключения на ПС нового поколения имеют следующие особенности:

- отсутствует необходимость отключения оперативного тока привода выключателя при выполнении операций с разъединителями на присоединении, отключенном этим выключателем;

- отсутствует необходимость отключения оперативного тока привода и защит-шино-соединительного выключателя (ШСВ) при переводе присоединений с одной секции шин (СШ) на другую СШ;

- исправность дифференциальной токовой защиты шин (ДЗШ) перед выполнением операций с шинными разъединителями (ШР) должна проверяться по отсутствию сигнала «неисправность ДЗШ» в АРМ;

- перед операциями с разъединителями не требуется выводить из работы устройств сетевой автоматики (АПВ шин, АПВ ЛЭП, АВР секционных, ШСВ и других выключателей);

- проверка готовности оперативной блокировки должна проводиться по отсутствию сигнала «Неисправность блокировки»;

- завершение выполнения каждой операции с выключателем, разъединителем, заземляющим разъединителем должно проверяться по сигнализации АРМ и т. д.

При выполнении переключений (например, вывод выключателя в ремонт с переводом присоединения на обходной выключатель, вывод в ремонт автотрансформатора, и т. д.) требуется выполнение переключений в первичной схеме, а также во вторичных цепях устройств РЗА.

#### 4. Структурная схема дистанционного управления коммутационными аппаратами Воткинской ГЭС

Уже в 2014 году САУ ЭТО Воткинской ГЭС позволила АРМ управлять коммутационным оборудованием ОРУ. С этой целью она организует информационный обмен с существующей системой сбора передачи информации (ССПИ).

Для организации ДУ САУ ЭТО, на основе протоколов МЭК 60870-5-104, были созданы два канала информационного обмена с Пермским РДУ. Последнее осуществляет обмен информацией с ОДУ Урала. Схема обмена показана выше на рис.1.

Информационный обмен осуществляют на основе разработанных формуляров для Пермского РДУ и для ОДУ Урала. Команды ДУ ОДУ Урала направляет в Пермский РДУ и ретранслирует в адрес Воткинской ГЭС.

Наладочные работы ДУ КА Воткинской ГЭС были завершены в первой половине 2020 года, после чего заинтересованными сторонами были подписаны соответствующие акты. С целью индивидуального опробования прохождения сигналов от оборудования до САУ ЭТО Воткинской ГЭС перешла к проведению автономных испытаний ДУ КА. Параллельно аналогичная работа проводилась СО ЕЭС. Автономные испытания были успешно завершены.

В период с 2 по 9 июля 2020 года были проведены комплексные испытания информационного обмена. Они позволили произвести с 11 по 26 июля 2020 года натурные испытания с фактическим воздействием на оборудование. Программа этих испытаний включала 32 этапа. На каждом этапе, по типовым бланкам переключений, проводилось поочередное опробование ДУ с фактическим воздействием на каждый КА.

По натурным испытаниям был выявлен ряд замечаний (отказы оборудования). По замечаниям была проведена работа, они были устранены в августе 2020 года.

С 1 сентября 2020 года ДУ КА Воткинской ГЭС введено в эксплуатацию.

#### 5. Некоторые особенности реализации пилотного проекта

Техническое задание на проектирование проходило длительное согласование в Пермском РДУ, ОДУ Урала, а также в исполнительном аппарате АО «СО ЕЭС» и ПАО «РусГидро». Общая длительность согласования составила 4 месяца.

Значительно расширены формуляры передаваемых сигналов в ОДУ Урала и Пермское РДУ, добавлена информация об исправности устройств РЗА, информация о работе функций РЗА.

В период COVID-19 имелись существенные ограничения по перемещению персонала в рамках РФ и задержки с поставкой оборудования.

Потребовался монтаж дополнительных цепей положения ключей выбора управления «местное/дистанционное» на каждом устройстве автоматического управления выключателем (АУВ) 110 и 220кВ и ввода этой информации в САУ. Общее количество смонтированных ключей 25 штук.

По части ССПИ потребовалось изменение проектного решения от 2008 года, а именно, ранее в АО «СО ЕЭС» передавалась информация только о включенном положении каждого коммутационного аппарата. При выполнении испытаний и принудительной остановки привода линейного разъединителя(ЛР) 110кВ в промежуточном положении (неисправность привода), по ССПИ был сформирован телесигнал (ТС) об отключении ЛР, что не соответствовало действительности. Для устранения этого замечания потребовалось изменение подхода к сбору информации в ССПИ. Дополнительно были пересмотрены формуляры с ОДУ Урала и Пермским РДУ. В ССПИ ретранслировались сигналы с САУ ЭТО, которые позволили получить информацию отдельно по включенному и отключенному положению КА, а также дополнительный сигнал о неисправности привода, если его крайнее положение не достигнуто в течении 10 секунд после начала исполнения команды.

Проект КРУЭ 500кВ был согласован ОДУ Урала в 2012 году. В рамках проектных решений была применена схема включения 500кВ с контролем синхронизма только с ключа на панели главного щита управления (ГЩУ), при этом в САУ КРУЭ 500 кВ не предусматривалась такая возможность. ДУ предполагает включение 500 кВ через САУ в различных режимных условиях (постановка ВЛ под напряжение/замыкание в транзит). В связи с этим специалистами Воткинской ГЭС разработаны корректировки алгоритмов АУВ и комплектов схем по 8 выключателям 500кВ. Данные изменения в настоящий момент проходят процедуру согласования у Системного Оператора. В 2021 году, в рамках планового вывода ВЛ 500кВ, запланирована реализация изменений в автоматике управления выключателей с последующим опробованием управления из ДЦ ОДУ Урала.

#### 6.Некоторые особенности эксплуатации пилотного проекта

Выполнение оперативных переключений с использованием ДУ потребовало дополнительной разработки типовых программ переключений (ТПП) в количестве 158 документов и на их основе типовых бланков переключений (ТБП) 158 шт. Общее количество существующих ТПП / ТБП = 260 / 338 шт.

Установлено несовершенство автоматических программ переключений СО ЕЭС и невозможность их продолжения в случае сбоя в автоматизированной системе управления (АСУ) со стороны СО ЕЭС или САУ ЭТО Воткинской ГЭС.

В случае отклонения исходной схемы переключений от ТПП, диспетчеру Пермского РДУ или ОДУ Урала требовалось 1-4 часа на подготовку новой программы переключений. Или другой случай, при фактическом отсутствии необходимости выполнения переключений в полном объеме в соответствии с программой, отсутствует необходимость заземления первичного оборудования или разрядки пружин выключателей. Диспетчеру Пермского РДУ опять требовалось составлять новую про-

грамму переключений, на что они не соглашались, и операторы Воткинской ГЭС вынуждены были выполнять «лишние» операции.

Зафиксированы риски появления неотложных и аварийных заявок на оборудование ДУ из-за сбоев в передаче/получении сигналов телеуправления и телеинформации.

Выявлена максимальная загрузка серверного оборудования САУ ЭТО после модернизации. Поэтому требуется обновление операционной системы до актуальной версии и обновление аппаратного обеспечения серверов СКАДА.

В связи с отсутствием на момент проектирования сформулированных технических требований к устройствам РЗА в части реализации ДУ, в терминалах был предусмотрен минимальный набор функций, состав которого был явно недостаточен для изменения его технологического состояния, вывода оборудования в ремонт (ввода его в работу) в автоматическом режиме посредством использования автоматических программ переключений. В результате вывод/ввод первичного оборудования, выполнялся по принципу «персонал-автоматика-персонал-автоматика ...».

#### 7. Проблемы пилотного проекта ДУ КА Воткинской ГЭС

Реализация пилотного проекта и эксплуатация ДУ позволили сделать обобщение проблем при осуществлении ДУ КА.

1. Произошло увеличение объема и количества оперативных переговоров в рамках исполнения переключения с ДУ при выводе/вводе стационарного оборудования.

2. Появилась дополнительная загрузка дежурного диспетчера (ДД) Пермского РДУ, ОДУ Урала и начальника смены станции (НСС) Воткинской ГЭС при проведении переключений с ДУ (необходимость исполнения переключений пошагово с отдачей команд и исполнением каждого этапа).

3. Выявилась невозможность продолжения автоматизированной программы переключений при возникновении сбоя в АСУ СО ЕЭС или со стороны оборудования Воткинской ГЭС.

4. Установлен факт отсутствие гибкости при реализации ТПП или при отклонении исходной схемы от ТПП, что требует разработки новой программы переключений ДД Пермского РДУ и увеличение длительности переключений на 1-4 часа.

5. Установлен факт отсутствия гибкости в корректировке ТПП (переход на ОПП) при отсутствии необходимости выполнения всего комплекса переключений.

6. Диспетчеру Пермского РДУ необходимо знать и владеть фактической первичной схемой Воткинской ГЭС.

7. Необходимость поддержания в актуальном состоянии дополнительных 168 типовых программ переключений с ДУ и 168 типовых бланков переключений с ДУ.

8. Риски возникновения аварийных заявок на АСУ ТП (ДУ) Воткинской ГЭС в случае неработоспособности ДУ.

9. Отсутствие в эксплуатации микропроцессорных защит, поддерживающих дистанционное изменение своего состояния (требуется ручное воздействие оперативным персоналом объекта), в том числе и на смежных подстанциях, принадлежащим другим субъектам электроэнергетики.

8. Предложения для решения проблем пилотного проекта ДУ коммутационными аппаратами Воткинской ГЭС

Для достижения главной цели ДУ КА, оснащенным микропроцессорными устройствами РЗА, необходимо:

1. Пересмотреть нормативно-техническую документацию (НТД) в части:

-изменения принципов ДУ, выполняя все операции по выводу оборудования в ремонт (ввода его в работу) с устройствами РЗА в объеме одной программы переключений посредством автоматической программы переключений (АПП) из одного центра управления с учетом существующих принципов отнесения оборудования к объектам диспетчерского управления;

-расширения перечня функций устройств РЗА, выполняемых на каждом уровне диспетчерского управления, достаточного для реализации АПП без прерываний на проверочные и ручные операции;

-определения порядка и условий проверочных(блокировочных) операций при неисправностях в устройствах РЗА, возникших при запуске АПП;

-утверждения конкретных технических требований к микропроцессорным устройствам РЗА для реализации функций ДУ по отношению к цифровым ПС.

2. Сертифицировать и закрепить в новых редакциях, соответствующих НТД и (нормативно-правовые акты) НПА дополнительные функции устройств РЗА, которые необходимо предусмотреть в логике защит на цифровые подстанции (ЦПС).

3. В новых редакциях, соответствующих НТД и НПА, закрепить конкретные требования по информационной безопасности при реализации ДУ со всех уровней оперативно-диспетчерского и оперативно-технологического управления.

4. Внести изменения в действующие «Правила по переключениям в электроустановках», касающиеся раздела «Общие требования к производству переключений в электроустановках на подстанциях и в распределительных устройствах электростанций нового поколения».

#### Список литературы

1. Об утверждении Правил переключений в электроустановках/Приказ Минэнерго России от 13.09.2018 N 757 . // Зарегистрировано в Минюсте России 22.11.2018, N 52754. – М.: Минэнерго, 2018. – 133с.

2. Правила переключений в электроустановках/СТО 59012820.29.020.005-2011 ОАО «СО ЕЭС».–М.:ОАО «СО ЕЭС»,2011.– 111с.

3. Типовые принципы переключений в электроустановках при осуществлении телеуправления оборудованием и устройствами РЗА подстанций /Утверждены ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «Россети» и АО «СО ЕЭС» от 20.09.2016.– М.: ОАО «СО ЕЭС»,2016. – 9с.

4. Типовой порядок переключений в электроустановках при осуществлении телеуправления оборудованием и устройствами РЗА подстанций/Утверждены ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «Россети» и АО «СО ЕЭС» от 20.09.2016.– М.: ОАО «СО ЕЭС»,2016. – 18с.

5. Типовые технические требования к ПТК АСУ ТП подстанций и к обмену технологической информацией для осуществления функций телеуправления оборудованием и устройствами РЗА подстанций из диспетчерских центров АО «СО ЕЭС» и центров управления сетями сетевых организаций» /Утверждены ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «Россети» и АО «СО ЕЭС» 01.06.2018.– М., 2016 – 16с.

6. Релейная защита и автоматизация/Научно практическое издание № 02.– М.: ООО «РИЦ СРЗАУ», 2020. –63с.

УДК 631.10

А.А. Стрижов

ФГБОУ ВО УдГУ

## **ВИБРОАКУСТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ**

Аннотация. Вибрационная диагностика, как и другие методы технической диагностики, решает задачи поиска неисправностей и оценки технического состояния исследуемого объекта. При вибрационной диагностике как правило исследуются временной сигнал или спектр вибрации того или иного оборудования.

Неразрушающий контроль (НК) - это проверка надежности объекта, его отдельных элементов и конструкций щадящими методами, не требующими кардинальной разборки или временного выведения из строя. НК включает в себя исследование физических принципов, на которых базируются методы и средства контроля, не ухудшающие эксплуатационную пригодность и не нарушающие целостность объектов.

Действующие стандарты лаконично определяют НК, как контроль, который не разрушает. НК имеет несколько видов: магнитный, визуально-измерительный, электрический, вихретоковый, тепловой, радиоволновой, вибрационный.

Любой объект (здания, оборудования, их отдельные конструкции и элементы) требует регулярной оценки. Именно эти оценочные мероприятия позволяют проводить НК без остановки, демонтажа и отбора образцов, которые являются дорогостоящими.

При использовании НК предприятия существенно экономят на проведении тестирований на разрушение. Что значительно влияет на потребительскую цену и качество готовой продукции.

Большая часть повреждений деталей в оборудовании приводит к возникновению механических колебаний. Преимуществами анализа вибрационного сигнала являются: универсальность, обширное количество методов виброметрии, регистрация сигналов в различных режимах работы, а также необязательно иметь специальное место для измерений.

Вибрация — это механические колебания тела. Вибродиагностика включает в себя следующие параметры: виброскорость, вибросмещение, виброускорение.

Вибрационная диагностика — это метод диагностирования технических систем и оборудования, основанный на анализе параметров вибрации создаваемой работающим оборудованием либо являющейся вторичной вибрацией, обусловленной структурой исследуемого объекта. [1,2]

Преимущества вибродиагностики:

1. Возможность обнаруживать скрытые дефекты.
2. Получение информации о состоянии оборудования, находящегося в труднодоступных местах.
3. Проведение мониторинга и получение информации о дефекте еще на стадии его появления.
4. Малое время диагностирования.

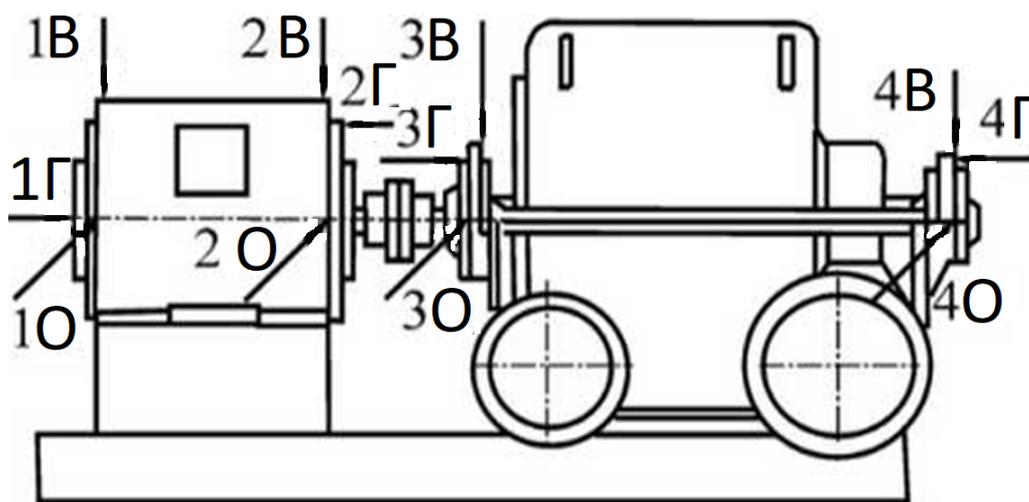


Рисунок 1. Установка датчиков вибрации

Современные приборы для проведения вибродиагностики используют цифровой метод обработки информации, что дает возможность очень быстро получать результат измерений [3,4].

Диагностирование оборудования состоит из трех уровней.

Первый этап диагностирования механического оборудования обычно связан с измерением общего уровня вибрационных параметров. Результаты измерения представляются в табличном виде, для последующего анализа.

Первый уровень анализа - оценка технического состояния выполняется по максимальному значению виброскорости зафиксированному в контрольных точках. Допустимый уровень определяется из стандартного ряда значений по ГОСТ 10816-1-97.

В основе данного ряда положено утверждение - увеличение вибрации в 2 раза не приводит к изменению технического состояния, а увеличение вибрации в 10 раз приводит к изменению технического состояния от хорошего до аварийного. Из этого можно сделать вывод, что отношение вибрации на холостом ходу и под нагрузкой не должно превышать 10 кратного увеличения.

**Таблица 1. Классификация состояния по виброскорости**

Виброскорость, мм/с	Классификация/уровни				
	1	2	3	4	
0,28	A	A	A	A	
0,45					
0,71					
1,12	B	B	B	A	
1,8					
2,8	C	B			
4,5	D	C	B		
7,1		D	C	B	
11,2			D		C
18					D
28					

Примечание: A- хорошее состояние; B- удовлетворительное состояние; C- плохое состояние; D- аварийное состояние

Для получения данных о величине вибрации используются датчики [5,6]. Датчики вибрации служат для измерения уровня вибрации рабочего оборудования, передачи данных об измерении на удалённые устройства (ПЛК, ПК, преобразователи) и в некоторых случаях для отображения величины вибрации по месту установки.

Датчики вибрации имеют одинаковое название, но имеют разный функционал и назначение. Следовательно, выделяются датчики для вибромониторинга оборудования.

Если необходимо знать амплитуду общей вибрации агрегата без выявления причины вибрации, то в таком случае достаточно применить датчики для вибромониторинга.

Датчики осуществляют измерение среднеквадратичного значения (СКЗ) вибрации на частотах от 0 до 1000 Гц, так как именно в этом спектре возникают все основные вибрации рабочего оборудования.

Данные датчики измерения вибрации измеряют лишь общий уровень вибрации оборудования и не могут определить конкретные дефекты на своих частотах. Вибрации из-за подобных дефектов могут превысить СКЗ и могут привести внезапному выведению агрегата из строя.

Если требуется знать амплитуду вибрации и её причину, необходимо использовать датчики для вибродиагностики с контроллером. Это более совершенный метод, который осуществляет серьёзные вычисления [6,7].

Данные датчики контроля вибрации предназначены для измерения величины виброускорения на частоте вибраций от 0 до 16000 Гц, в зависимости от модели датчика. Технология MEMS лежит в основе принципов работы таких датчиков. Применяя такую систему (датчики+контроллер) возможно проводить полноценный спектральный анализ вибраций оборудования. Поэтому можно выявить фактически любой дефект конструкции и отдельных ее элементов. Среди наиболее распространённых дефектов, определяемых этой системой можно выделить:

- дисбаланс;
- дефекты подшипников;
- нарушение крепления к станине;
- отсутствие или избыток смазки;
- повреждение ротора/статора;
- несоосность вала;
- нарушение в зубозацепление;
- дефекты зубчатой пары;
- расцентровка.

Все представленные датчики вибрации устанавливаются непосредственно в корпус рабочего оборудования и производят измерения непрерывно. Что позволяет персоналу постоянно не обходить каждый агрегат и снимать показания вручную.

Датчики для вибродиагностики должны располагаться максимально близко к объекту диагностики (подшипник, зубчатое колесо, вал и т.д.), между датчиком и объектом диагностики не должно быть резиновых прокладок, ослабляющих вибрацию. Монтаж датчиков осуществляется в резьбовые отверстия на корпусе агрегата напрямую, либо через конусную шайбу или магнитной рамки.

Второй уровень анализа - локализация точек имеющих максимальную вибрацию. Одно из основных правил в виброметрии - чем меньше значения параметров вибрации, тем техническое состояние механизма лучше. При низком уровне вибрации повреждения составляют не более 5% от возможных повреждений. В целом, большие значения параметров воздействующих разрушительной силой указывают на место повреждения.

Третий уровень анализа - предварительный диагноз возможных повреждений. Характер повреждения определяется направлением большего значения вибрации в контрольной точке. При этом используются определенные правила и аксиомы.

Спектральный анализ - это метод обработки сигналов, который позволяет выявить частотный состав сигнала. Наибольшее распространение получил спектральный анализ, как метод представления информации, из-за однозначной идентификации повреждений и понятных кинематических зависимостей между происходящими процессами и спектрами вибрации. Спектральный анализ в виброметрии используется для уточнения причины повреждения. Спектрограмм дает наглядное представление о составе спектра в графическом изображении вибрационного сигнала. Выявление повышенных амплитуд вибрации позволяет идентифицировать неисправности оборудования. Анализ спектрограмм виброускорения позволяет идентифицировать повреждения на ранней стадии.

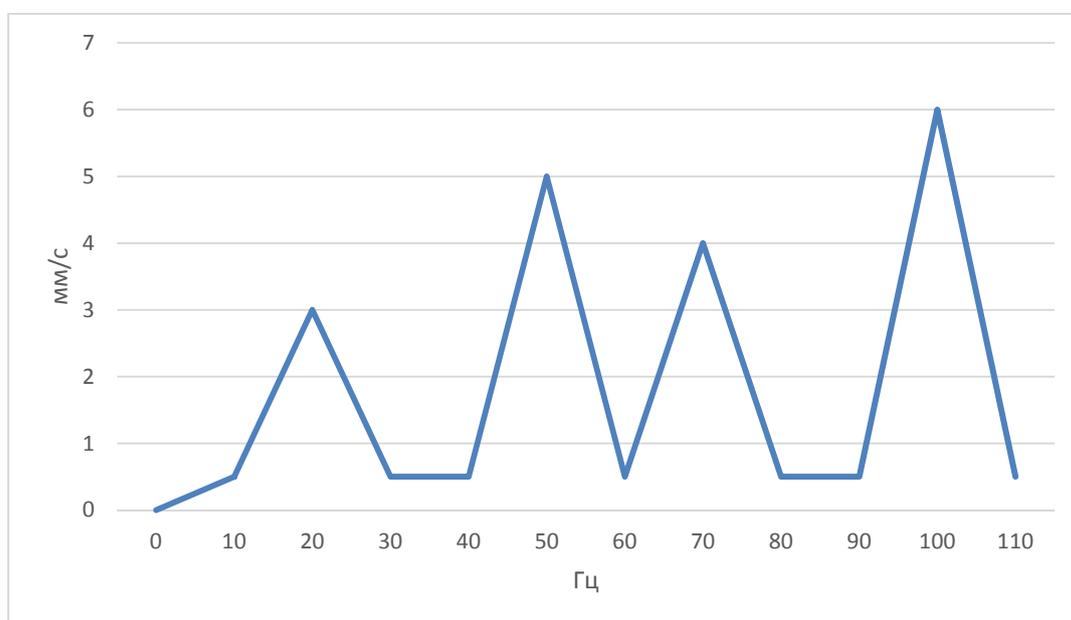


График 1. Гармоническая составляющая вибрации сигнала.

При мониторинге развитых повреждений используются спектрограммы виброскорости. При составлении словаря неисправностей спектрального анализа кроме частоты колебаний учитывают значение амплитуды на данной частоте и фазой - уг-

лом сдвига сигнала данной частоты, относительно момента начала регистрации. Поиск повреждений проводится на заранее определенных частотах возможных повреждений.

После проведения анализа общего уровня вибрации цифровых данных преобразуются в информационных сообщениях о техническом состоянии механизма.

### Список литературы

1. Генкин М.Д., Соколова А.Г. Виброакустическая диагностика машин и механизмов. - М.: Машиностроение, 1987. - 288 с.
2. Стерхова Т.Н. Диагностика энергетического оборудования на предприятиях АПК. - «Вестник ИжГСХА», №3, 2006, - с.15-18.
3. Стерхова Т.Н. Повышение надежности работы электродвигателя насоса на дожимной насосной станции. - Сборник статей Collected Papers XXVIII International Scientific-Practical Conference «Advances in Science and Technology», Research and Publishing Center «Actual Notes.RF», Moscow, Russia March, 15, 2020, С.75-77
4. ООО «АДС-Норд Таун» 2011г. // URL:[https://ad-nt.ru/company/articles/2018/analiz\\_vibratsii\\_i\\_vibrodiagnostika/#name5.html](https://ad-nt.ru/company/articles/2018/analiz_vibratsii_i_vibrodiagnostika/#name5.html)
5. Ширман А.Р., Соловьев А.Д. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования. - Москва, 1996. - 276 с.
6. РусАвтоматизация. Подбор и поставка оборудования для автоматизации. // РусАвтоматизация 2011г. URL:<https://rusautomation.ru/stati/kak-vybrat-datchik-vibracii.html>
7. ГОСТ ИСО 10816 (все части). Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на не вращающихся частях.

УДК 631.223.24:628.9

С.Ю. Загуменов  
ФГБОУ ВО УдГУ

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ

Во всём мире, и, в частности, России всё чаще поднимаются вопросы снижения потребления природных ресурсов и, соответственно, уменьшения потребления электроэнергии. По статистике Министерства энергетики Российской Федерации в период с января 2013 по январь 2021 года количество вырабатываемой электроэнергии ежемесячно выросло и достигло 107100 млн.Квт·час [1]. Промышленность является наибольшей сферой потребления электричества в России, поэтому в большинстве случаев идет разработки устройств и методов снижения потребления электроэнергии [2-8]. Одним из способов снижения расходов электроэнергии может стать

усовершенствование системы управления освещением. Автоматическая система управления освещением позволила бы различным организациям нефтегазового комплекса, начиная от офисов и заканчивая перерабатывающими заводами, сократить объёмы потребляемой энергии за счёт оптимального использования приборов освещения. В зданиях и сооружениях нефтегазового комплекса чаще всего используется освещение, наличие которого зачастую управляется вручную и реже автоматически на крупных объектах. Рассматривая проблему на примере офисного помещения можно заметить, что в местах, где в данный момент нет необходимости в постоянном освещении (за счёт повышения естественного освещения через окна) и/или не работают (временно отсутствуют на месте) люди, есть возможность сократить (рационализировать) затраты электроэнергии. Соответственно для решения этой задачи предлагается проект системы автоматического управления освещением.

По ГОСТ нормой освещённости для людей в административных зданиях, и местах, где проводится письменная работа, машинопись, чтение и обработка данных является освещённость в 500 люкс [9]. Также по ГОСТ нормой освещённости в нефтехимических и других опасных производствах для мест по ремонту машин и электрических приборов является освещённость в 200 люкс [10].

Порой, если нет индивидуальной необходимости в повышении освещённости, достаточно достигнуть минимального требуемого значения. Система автоматического управления освещением позволила бы поддерживать этот уровень, избавляя от дополнительных затрат электроэнергии [11-15].

Для решения этой задачи предлагается устройство автоматического управления освещением, базирующееся на основе микроконтроллера. Устройство (и базирующееся на его основе система) выполнено на базе популярного микроконтроллера Arduino UNO, использующегося для проверки и отработки основных алгоритмов. К нему подключены датчики освещённости VT83N1, движения HR-SR501 и модуль часов реального времени DS3231. Предполагается, что устройство будет подключаться вместо выключателей света. В зависимости от места применения на устройстве происходит первоначальная настройка для дальнейшей автоматической работы.

Предлагается подключение и управление как всеми светильникам одновременно, так и каждым осветительным прибором по отдельности. Яркость светильников будет меняться в зависимости от времени суток, и, соответственно, от количества естественного освещения. Лампы в первом случае повышают или понижают свою яркость в зависимости от количества освещённости на самом дальнем от источника естественного освещения рабочем месте в помещении/рабочей зоне. Во втором случае каждый осветительный прибор управляется устройством по отдельности и регулируется исходя из освещённости конкретного рабочего места.

На рисунке 1 представлен алгоритм работы программы в случае, когда все осветительные приборы работают одновременно. Во время начала работы программы выбирается режим работы: автоматический и ручной. В рабочем режиме время, факторы, от которых включается освещение (освещённость и наличие движения) настраиваются вручную. В автоматическом режиме, в зависимости от периода времени (рабочий или нерабочий) система выполняет следующие алгоритмы. В рабочее время система проверяет недостаток освещённости и наличие движения. Если оба условия выполняются, то включается освещение на несколько минут. Затем цикл повторяется, начиная с вопроса о периоде времени. Если время нерабочее, то предлагается три режима работы: дежурное освещение, смешанное освещение и «Включение только при появлении человека». Дежурное освещение включает только часть от всех светильников для создания дежурного освещения. Смешанное освещение, это дежурное освещение, при появлении человека которое включается полностью. «Включение только при появлении человека» это включение какого-либо освещения только при наличии движения.

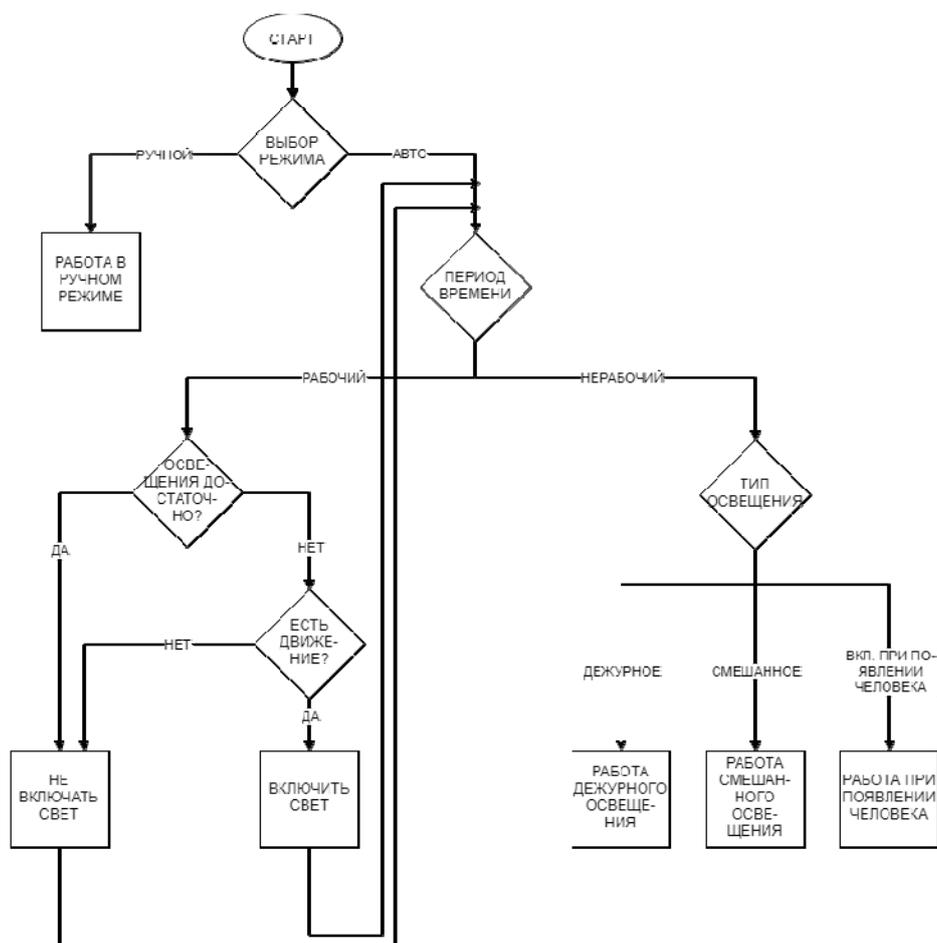


Рисунок 1 – Алгоритм работы программы

Таким образом предложенное устройство поможет поддерживать определённый уровень освещённости, сочетающий в себе оптимальное для человека количество света и снижение расхода электроэнергии, задействованной на освещение, путём автоматического отключения/снижения количества света, и тем самым снизить затраты расход электроэнергии, и, соответственно, снизить потребление природных ресурсов, требуемых на производство электроэнергии.

### Список литературы

1. Статистика | Министерство энергетики : официальный сайт. – Москва, 2019 – . – URL: <https://minenergo.gov.ru/activity/statistic> (дата обращения: 14.04.2020).
2. Юран С.И. Светодиодный осветительный прибор / Юран С.И., Широбокова Т.А., Иксанов И.И.//Патент на полезную модель RU 157781 U1, 10.12.2015. Заявка № 2015112778/07 от 07.04.2015.
3. Возмилов А.Г. Алгоритм расчета конструктивных параметров светодиодного осветительного прибора/Возмилов А.Г., Широбокова Т.А., Астафьев Д.В., Лошкарев И.Ю.// АПК России. 2019. Т. 26. № 2. С. 185-188.
4. Широбокова Т.А. Разработка энерго- ресурсосберегающих осветительных установок для АПК / Широбокова Т.А., Поспелова И.Г., Набатчикова М.А., Иксанов И.И.// Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 3 (40). С. 95-102/
5. Loshkarev I.Y. Automation of artificial lighting design for dairy herd cows/Loshkarev I.Y., Shirobokova T.A., Shuvalova L.A.//Journal of Physics: Conference Series. The proceedings International Conference "Information Technologies in Business and Industry". 2019. С. 04201
6. Loshkarev I.Y. Methods for assessing the parameters of led-based lighting in livestock houses/Loshkarev I.Y., Shirobokova T.A.//Journal of Physics: Conference Series. The proceedings International Conference "Information Technologies in Business and Industry". 2019. С. 062013.
7. Кондратьева Н.П. Обеспечение безопасности при эксплуатации распределительных сетей/Кондратьева Н.П., Стерхова Т.Н., Широбокова Т.А., Огородников Л.Л., Моисеенко А.Б.//Надежность и безопасность энергетики. 2017. Т. 10. № 4. С. 287-290.
8. Новоселов И.М. Ожидаемая экономическая оценка использования светодиодных светильников в птичнике промышленного стада кур-несушек/Новоселов И.М., Широбокова Т.А.//Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 3 (28). С. 40-41.
9. ГОСТ Р 55710-2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений. – // Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации АО «Кодекс» : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200105707> (дата обращения: 14.04.2021)
10. ГОСТ Р 55709-2013 «Освещение рабочих мест вне зданий. Нормы и методы измерений». – // Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации АО «Кодекс» : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200105706> (дата обращения: 14.04.2021)
11. Loshkarev I.Y. Implementation of the energy-saving lighting mode in the poultry-farming house due to the automated control system/Loshkarev I.Y., Shirobokova T.A., Baranova I.A., Batanov S.D.// Journal of Physics: Conference Series. The proceedings International Conference "Information Technologies in Business and Industry". 2019. С. 042019.

12. Баранова И.А. Реализация энергосберегающего режима освещения в птицеводческом помещении за счет автоматизированной системы управления/Баранова И.А., Батанов С.Д., Широбокова Т.А.//Вестник НГИЭИ. 2019. № 2 (93). С. 37-47.

13. Кондратьева Н.П. Программа для систем автоматического регулирования параметров микроклимата в животноводческих помещениях/Кондратьева Н.П., Широбокова Т.А., Иксанов И.И., Ильясов И.Р., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г.//Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2016617931, 18.07.2016. Заявка № 2016613039 от 04.04.2016/

14. Кондратьева Н.П. Разработка программы управления плк для регулирования параметров микроклимата на предприятиях АПК/Кондратьева Н.П., Широбокова Т.А., Ильясов И.Р.// Роль молодых ученых-инноваторов в решении задач по ускоренному импортозамещению сельскохозяйственной продукции. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 197-199.

15. Vozmilov A.G Algorithm and software for calculating the design parameters of led lighting device/Vozmilov A.G., Shirobokova T.A., Astafev D.V.// Proceedings - 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2020. 2020. С. 9111934.

УДК 621.316.9

В.В. Стерхов

ФГБОУ ВО УдГУ

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ**

Аннотация. В статье приведена статистика обзора травматизма в России. Приведены причины, влияющие на электротравматизм которые подразделяют на технические, организационно-технические, организационные и организационно-социальные. В качестве одной из актуальных систем обеспечения безопасности обоснована система блокировки LOTO.

На текущий момент, система промышленной безопасности LOCKOUT TAGOUT – одна из самых эффективных систем в мире, которая позволяет значительно уменьшить травматизм и сократить смертельные случаи практически до нуля. Быстрые темпы развития экономического потенциала России связаны с ростом энерговооруженности нефте-газового производства. Постоянно расширяющееся использование электроэнергии и повышение рабочих напряжений требуют разработки оборудования, которые бы обеспечивали необходимый уровень безопасности электроустановок и обслуживающих их сотрудников[1-4]. Сокращение электротравматизма является актуальным вопросом во всех отраслях промышленности страны в связи с тем, что уровень электротравматизма как в быту, так и на производстве, остается достаточно

высоким, невзирая на усиление требований электробезопасности и исследование, и внедрение новейших методов и средств защиты от поражения электрическим током.

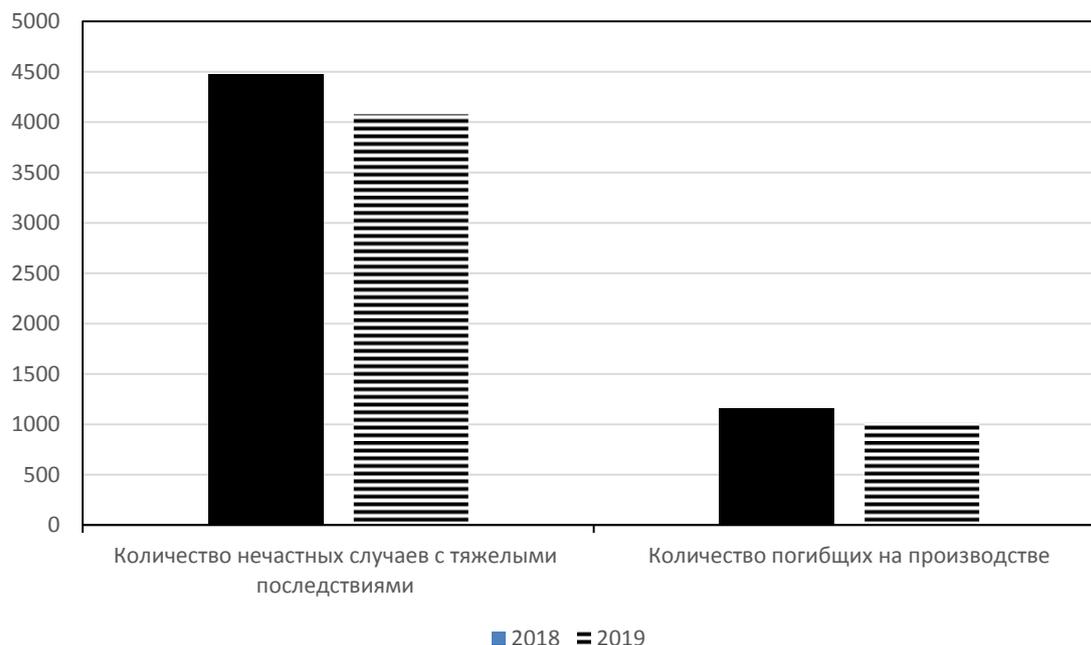


Рисунок 1 - Статистика данных по производственному травматизму по России в области электроэнергетики

Количество несчастных случаев с тяжелыми последствиями (групповые, с тяжелым и смертельным исходом) снизилось. За 2019 год по России произошло 4 078 несчастных случаев с тяжелыми последствиями, что на 9 % ниже, чем за 2018 год (4 479 случаев). В 2019 году также отмечается уменьшение количества погибших на производстве: за 2019 год погибло работников на 11 % меньше, чем за 2018 год (1 018 и 1 158 человек соответственно). Одна из главных причин производственного травматизма является человеческий фактор, которая составляет от 30 до 40%. Порядка 15-20% всех несчастных случаев связаны с ремонтом и сервисным обслуживанием оборудования.

Причины, влияющие на электротравматизм, подразделяют на технические, организационно-технические, организационные и организационно-социальные. Наиболее распространенными техническими причинами электротравм являются:

- дефекты устройства электроустановок и защитных средств (брак при их изготовлении, монтаже и ремонте);
- неисправности электроустановок и защитных средств, возникшие в процессе эксплуатации;
- несоответствие типа электроустановки и защитных средств условиям применения;
- использование электроустановок, не принятых в эксплуатацию;
- использование защитных средств с истекшим сроком периодических испытаний.

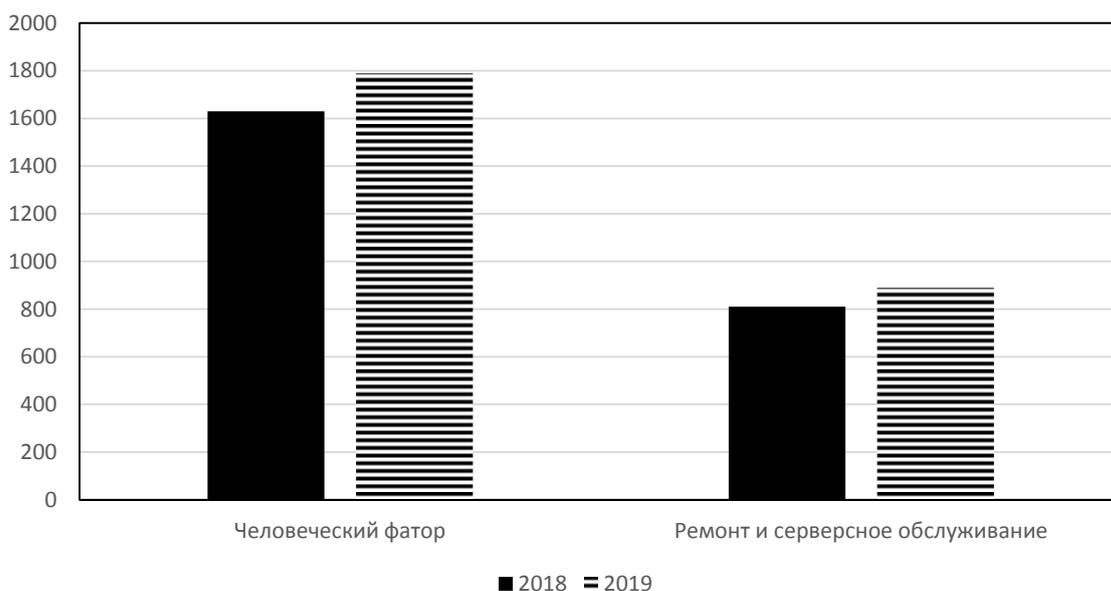


Рисунок 2 - Статистика причин производственного травматизма

К организационно-техническим относят:

- ошибки в производстве отключений электроустановки (отключение другой установки, отключение не со всех сторон и т. д.);
- ошибочная подача напряжения на электроустановку, где работают люди;
- отсутствие ограждений и предупредительных плакатов у места работы;
- допуск к работе на отключенные токоведущие части, без проверки отсутствия напряжения на них;
- нарушение порядка наложения, снятия с учета переносных заземлений;
- несвоевременную замену неисправного или устаревшего оборудования и др.

К организационным причинам относят:

- несоблюдение или неправильное выполнение организационных мероприятий безопасности;
- недостаточную обученность персонала (лиц электротехнического и неэлектротехнического персонала);
- неправильное оформление работы;
- несоответствие работы заданию;
- нарушение порядка допуска бригады к работе;
- некачественный надзор во время работы и др.

К организационно-социальным относят:

- допуск к работе в электроустановках лиц моложе 18 лет;
- привлечение к работе лиц, не оформленных приказом о приеме на работу в организацию;

- несоответствие выполняемой работы специальности;
- выполнение работы в сверхурочное время;
- нарушение производственной дисциплины;
- игнорирование правил техники безопасности квалифицированным персоналом.

Анализ статистики электротравм показывает, что попадание людей под напряжение происходит по следующим причинам:

- прикосновение человека к открытым токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- прикосновение к металлическим частям оборудования, оказавшимся под напряжением в результате повреждения изоляции;
- прикосновение к неметаллическим предметам и частям оборудования, оказавшимся под напряжением (прикосновение к токоведущим частям, покрытым изоляцией, потерявшей свои изоляционные свойства; касание токоведущих частей предмета с низким сопротивлением);
- соприкосновение с полом, стенами и конструктивными деталями помещений, оказавшимися под напряжением вследствие повреждения изоляции, поражение напряжением шага;
- поражением через электрическую дугу.

СИСТЕМА LOTO (LOCKOUT/TAGOUT) означает «Блокировка/ Вывешивание предупреждающих бирок», необходима в применении, когда жизнь и здоровье на первом месте, в системе безопасности электротехнического персонала во время проведения ремонтных и обслуживающих работ.

Салымская группа месторождений представляет собой уникальную площадку для изучения и применения лучших практик компаний-акционеров. Основная ценность компании – это люди.

Этим требованиям отвечает система блокировки LOTO (Lock Out Tag Out) — плановая процедура обеспечения безопасности, заключающаяся в отключении источника питания оборудования во время проведения работ по техническому обслуживанию или выполнению ремонта. Согласно действующих норм и правил [5-10], только на определенные участки оборудования, регулирующей арматуре -устанавливаются знаки, предупреждающие о проведении ремонтных работ или технического обслуживания машин и агрегатов, отдельных узлов оборудования.

Анализ происшествий несчастных случаев привел к необходимости создания эффективного барьера безопасности от случайных ошибок с применением системы LOCK OUT TAG OUT" (LOTO)[11].

Внедряемая блокировочная система LOTO на Салымской группе месторождений обеспечивает полную блокировку всего оборудования необходимого для вывода в

ремонт (обслуживание) и электрооборудования для предотвращения самопроизвольного или ошибочного пуска оборудования.

Одной из основных проблем является неправильный либо ошибочный порядок вывода оборудования (участков, элементов) в ремонт. Для исключения ошибок применяются информационные карточки с описанием опасных участков и точки блокировки (отключения) оборудования.

Блокировочная система предусматривает персональную ответственность оперативного персонала проведения отключения оборудования и проведение блокировочных действий, а также вывешивание предупреждающих плакатов, установки ограждений. Для проведения ремонтных работ часто необходимо участия различных служб (механики, электрики и др.) для них предусмотрены блокираторы и бирки различных цветов.

Например, при работе на участке нескольких бригад, у каждой будет свое блокирующее устройство (свой барьер), на одно блокируемое устройство можно повесить несколько блокираторов или заблокировать использование ключа замками другого персонала (позволяет работать нескольким бригадам одновременно). Ключ от каждого замка уникален и находится только у одного технического специалиста — устройство не может быть разблокировано до тех пор, пока все работающие на объекте сотрудники не снимут все замки-блокираторы (каждый только свой). Групповая блокировка исключает несогласованность действий технического персонала (одной или нескольких бригад).

Данная система считается обязательной на производственных площадках более чем в 26 странах Европы, Азии и Америки, а также в Австралии, и в России она внедряется на объектах. Система состоит из замков, которые устанавливаются в точках блокировки источников энергии или подачи опасных сред при подготовке рабочих мест, и информационных бирок, описывающих такие точки блокировки.

Ну и главный вопрос зачем внедрять систему LOCKOUT TAGOUT, которая до сих пор законодательно не закреплена в России?

1. Система LOCKOUT TAGOUT работает. На данный момент - это эффективный инструмент достижения показателей нулевого травматизма.

2. Система LOCKOUT TAGOUT предотвращает убытки, снижает/сокращает расходы на страховые выплаты, существенно сокращает время на расследования НС и травм;

3. Система LOCKOUT TAGOUT персонализирует ответственность каждого сотрудника за свои действия.

Список литературы:

1. Кондратьева Н.П. Обеспечение безопасности при эксплуатации распределительных сетей/Кондратьева Н.П., Стерхова Т.Н., Широбокова Т.А., Огородников Л.Л., Моисеенко А.Б.//Надежность и безопасность энергетики. 2017. Т. 10. № 4. С. 287-290.
2. Огородников Л.Л. Установка «грозозащита» к воздушной линии 6-10 кВ/Огородников Л.Л., Широбокова Т.А.//Инновации в сельском хозяйстве. 2017. № 4. С. 111.
3. Стерхова Т.Н. Повышение грозоупорности зданий и сооружений / Стерхова Т.Н., Широбокова Т.А., Спиридонов С.В.//Инженерный вестник Дона. 2019. № 9 (60). С. 54.
4. Огородников Л.Л. Техничко-экономическое обоснование применения установки "грозозащита" для распределительных сетей/Огородников Л.Л., Широбокова Т.А., Стерхова Т.Н.//Научная жизнь. 2017. № 1. С. 14-21
5. ГОСТ12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности. Россия.
6. ГОСТ ISO 12100-2013. Безопасность машин. Основные принципы конструирования. Оценки риска и снижения риска
7. Директива ES 89/655 о минимальных требованиях по обеспечению безопасности и охране здоровья работников на рабочем месте при использования рабочего оборудования.
8. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Утверждены Приказом Минтруда России от 15.12.2020 № 903н
9. Правила устройства электроустановок ПУЭ (шестое и седьмое издания, все действующие разделы) в редакции Приказов Минэнерго России от 20.12.2017 № 1196, № 1197, изд. 2021
10. DIN EN ISO 14118-2018. Безопасность машин. Предупреждение внезапного запуска (ISO 14118:2017)
11. Промышленная безопасность с системой LockoutTagout (ЛОТО) <https://www.chipdip.ru/news/lockout-tagout-industrial-safety> (дата доступа 21.04.21)

УДК 628.97:004.4(045)

Н.В. Малятов

ФГБОУ ВО ИжГТУ имени М.Т. Калашникова

## **ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОГРАММЫ DIALUXEVO ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ**

Аннотация. В данной работе изучены основные возможности для совершения светотехнических операций и инженерного проектирования внутреннего и внешнего освещения Dialux 4.13 и DialuxEvo.

На сегодняшний день программа Dialux по праву считается лучшей САПР для проектирования систем освещения. На данный момент активно используется две вер-

сии - Dialux 4.13 и DialuxEvo [1, 4]. При этом до сих пор нет четкого обоснования в каком случае лучше использовать ту или иную версию.

1. Основные тенденции и критерии выбора программного обеспечения для расчета системы освещения.

При выборе программы для производства расчетов необходимо оценить:

- область применения программы: архитектурное или утилитарное освещение;
- принцип использования программы: рабочее проектирование ОУ, дизайн-проект и/или как средство для продвижения светотехнической продукции;
- ориентацию базы данных светотехнических приборов: открытая для любых СП или ограничена каталогом одной фирмы;
- удобство и простоту интерфейса, то есть «кликабельность»;
- время ввода исходных данных и получение результата;
- представлением результатов (3D-визуализация, графики, изолюксы, тех. данные СП) и размеры отчета;
- наличие русскоязычного интерфейса;
- доступность приобретения программы;
- возможность изучения курсов по использованию ПО;
- доступность и оперативность технической поддержки.

Dialux неоспоримый фаворит среди программ для светотехнических расчетов, а также моделирования систем внутреннего и наружного освещения. Эта система автоматического проектирования (САПР) подойдет как специалистам в области моделирования систем освещения, так и «домашним пользователям», желающим оценить освещенность на уроке или у себя в квартире.

На сегодняшний день активно используется две версии данного программного продукта:

- Dialux 4.13;
- DialuxEvo.

Оба из них предлагаются немецким концерном DIALGmbH на бесплатной основе.

Многими специалистами считается, что DialuxEvo - это Dialux 9, поскольку это 9 выпуск программы. Однако это не так. Evo - серия программ, которая имеет свою версию номер 1 и развивалась она как отдельный продукт параллельно базовой ветке Dialux. Стоит отметить, что файлы программ с расширением .dlx (для версии 4.13) не могут быть открыты в DialuxEvo, а файл с расширением .evo не может быть открыт Dialux 4.13.

При этом в мире до сих пор имеется обширное число пользователей продукта Dialux 4.13. Вызвано это, прежде всего, удобством последней программы и сложностью перехода с одного ПО на другое. И это не смотря на то, что официально Dialux

4.13 больше не поддерживается разработчиком. Все вопросы по поводу производительности ПО компания решает однозначно просто - "просим вас перейти на более свежую версию продукта".

### Основные особенности DialuxEvo

Из ключевых особенностей Dialux Evo необходимо выделить и продемонстрировать следующие пункты:

#### 1. Вычисление искусственной и естественной освещенности.

В DialuxEvo реализована возможность учёта времени дня, направления сил света и погоды. На рисунке один видно что освещенность у окна намного выше чем освещенность под светильником справа. Данная функция была позже добавлена и в Dialux 4.13



Рисунок 1 - Расчет освещенности от света из окна и от светильника

2. Появилась возможность обводки помещения. Имея уже готовый чертеж помещения в другой программе пользователь может импортировать его в Dialux и затем обвести нужные точки. После обводки нужно лишь указать масштаб по характерной линии. Ничего подобного ранее не предлагалось. Это существенно упрощает построение объектов. При этом теперь пользователь может работать с большинством форматов графических файлов. Файлы с расширением .dwg и .dxf теперь также доступны.



Рисунок 2 – Моделирование комнаты.

3. Учет большого количества факторов, влияющих на результаты расчёта (форма и расположение мебели, цвета и текстуры внутреннего помещения.)

Теперь программа учитывает прозрачность объектов, дизайнерские решения, такие как закарнизная подсветка и многие другие параметры. Всё это сделано, в основном для дизайн-проектов.

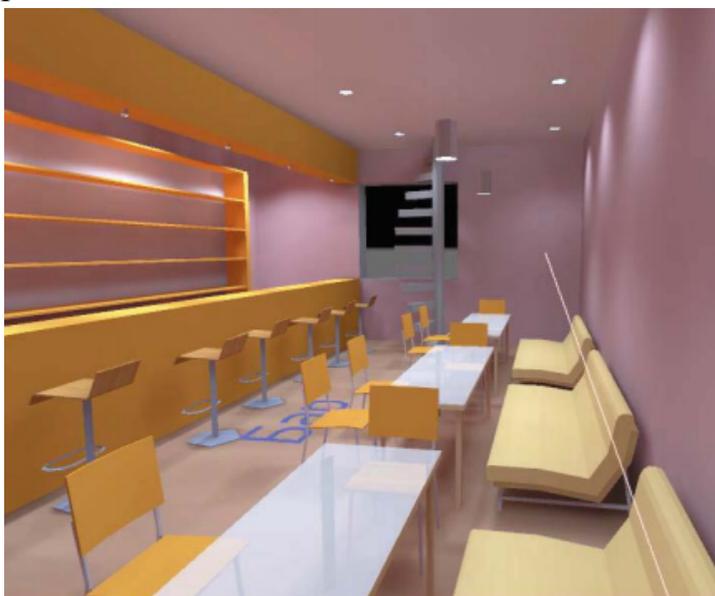


Рисунок 3 - Модель комнаты с мебелью

При этом уровень проработки и качество визуализации соответствуют уровню таких программ, как Autocad и ChiefArchitect.

4. Правдоподобное отображение цвета освещения



а) Изображение в Dialux 4.13 б) Изображение в DialuxEvo  
Рисунок 4 -Демонстрация цвета освещения в Dialux

Теперь можно изобразить как будет выглядеть система освещения при изменении цвета освещения [2]. На рисунке 4 показан холл посадочной станции метро с измененным цветом (справа). Слева же показан стандартный цвет, который доступен в Dialux 4.13

#### 5. Расширенный функционал построение 3D объектов.

Конечно, до уровня возможностей программы 3DMaxDialuxEvo не дотягивает, но теперь здесь доступны основные функции данного ПО. Например: вычитание одного объекта из другого.

#### 6. Объединение внутренней и внешней сцен освещения.

Это требование времени и большинства дизайн-студий. Заказчик хочет видеть как его объект выглядит изнутри и снаружи. Теперь нет нужды строить отдельно наружную сцену освещения и внутреннюю. При этом свет от наружных светильников учитывается в расчётах.

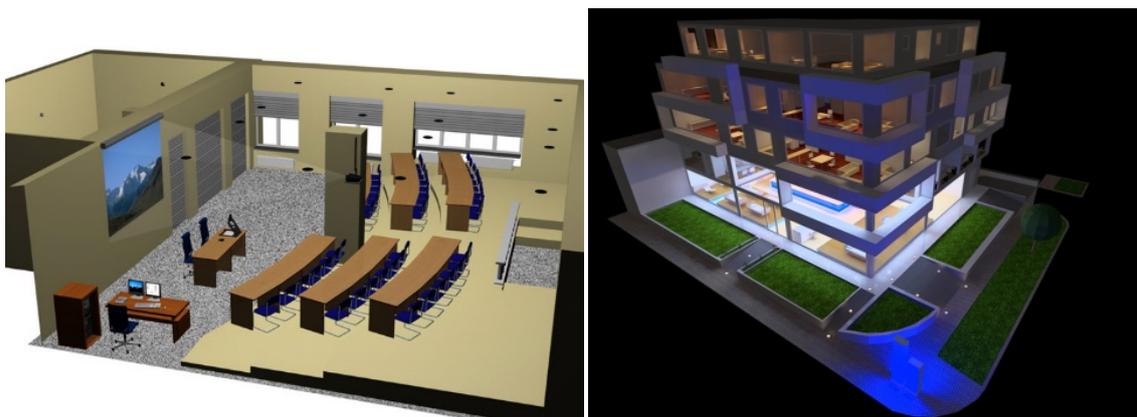


Рисунок 5- Наружная и внешняя модель в одном файле

#### 7. Единый онлайн-каталог всех производителей [3].

В Dialux 4.13 необходимо отдельно скачивать каталоги каждой компании. У некоторых дистрибьюторов есть еще и плагин. Следить за актуальностью каталогов не-

обходимо пользователю. Это не удобно. Теперь все производители светильников объединены в едином онлайн-каталоге [5]. На данный момент в нем более 511000 светильников, отсортированных по основным критериям.

Помимо этих основных преимуществ, есть и другие, которые перечислили другие авторы.

Но есть и некоторые недостатки. Перечислим их.

1. Отсутствует упрощенное построение объекта. В Dialux 4.13 была упрощенная версия программы DialuxLight. Она позволяла определить число светильников в обычном прямоугольном помещении.

2. Программа стала чаще зависать, особенно на версиях Windows младше 10 версии и при импортировании 3D-объектов из других программ.

3. Новая версия программы производит расчёты медленнее предыдущей. Это очевидно, ведь число параметров, влияющих на результаты, увеличилось.

Заключение

В данной работе была поставлена цель: продемонстрировать преимущества и возможности программы DialuxEvo в сравнении с ее предыдущей популярной версией Dialux 4.13.

Исходя из этого, можно сделать следующие выводы:

Для учебных целей, простых расчётов на определение числа светильников и для знакомства со светотехническими расчётами студентов, всё-таки, лучше подходит Dialux 4.13, так как производит более быстрые расчёты, имеет упрощенную версию программы и требует меньше времени. Сама программа предъявляет сниженные требования к технике.

Однако для точных расчётов, более реалистичной визуализации результата и новых возможностей DialuxEvo становится незаменим.

## Список литературы

1. Математическое моделирование светодиодных источников освещения для многоярусных клеточных батарей. Галлямова Т.Р., Новоселов И.М. В сборнике: Научное обеспечение развития АПК в современных условиях. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. 2011. С. 60-63.

2. Dialux 4.10 and Dialux Evo – main differences/ Tatyana V. Meshkova, Vladimir P. Budak. Light & Engineering. Vol. 21, No. 4, pp. 58-63, 2013.

3. Top 10 amazing features of Dialux Evo. Режим доступа [https://www.youtube.com/watch?v=O46rc8v\\_Hg4](https://www.youtube.com/watch?v=O46rc8v_Hg4). Дата обращения 19.04.2021.

4. Модернизация системы освещения птичника. Кочетков Н.П., Новоселов И.М. Техника в сельском хозяйстве. 2011. № 1. С. 10-11.

5. Онлайн-каталог светильников для Dialux Evo. Режим доступа <https://lumsearch.com/ru/#0>. Дата обращения 19.04.2021.

УДК 628.97(045)

М.С. Тукмачев

ФГБОУ ВО ИжГТУ им. М.Т. Калашникова

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАВНОМЕРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ ВЫСОТ**

*Аннотация.* В настоящей статье рассмотрены проблемы равномерного освещения горизонтальных поверхностей, находящихся на разном уровне. Рассмотрен способ создания равномерного освещения при помощи светодиодов имеющих разную кривую силу света и направленных под разными углами. Эффективность данного способа продемонстрирована при помощи программы Dialux Evo.

*Введение.* Правильно спроектированное освещение оказывает большое влияние на все сферы жизни человека. Равномерность освещения является одной из основных характеристик качества систем освещения [1]. Рассмотрим этот вопрос подробнее на примере равномерного горизонтального освещения нескольких поверхностей, которые могут быть как полками в магазине, так и клеточными батареями для содержания кур-несушек.

*Теория.* Освещение, при котором создаются комфортные условия для жизни и выполнения работ в любом месте освещаемого пространства, называется равномерным. В настоящее время на смену лампам накаливания и люминесцентным лампам приходит светодиодное освещение, так как оно долговечнее и экономичнее. Равномерное освещение в повседневных делах способствует повышению продуктивности [2].

На дорогах, магистралях равномерное ночное освещение способствует снижению числа чрезвычайных ситуаций, в которых могут пострадать, как водители, так и пешеходы. Благодаря специальной оптике светодиодные светильники равномерно освещают дорожное полотно, что позволяет исключить контраст светлых и темных участков дороги.

На производстве равномерное и достаточное освещение повышает работоспособность и увеличивает устойчивость ясного видения (рис. 1) [3]. При симметрично расположенном оборудовании используют симметричное расположение светильников (например, в шахматном порядке), при не симметричном – чаще используют локальное освещение.

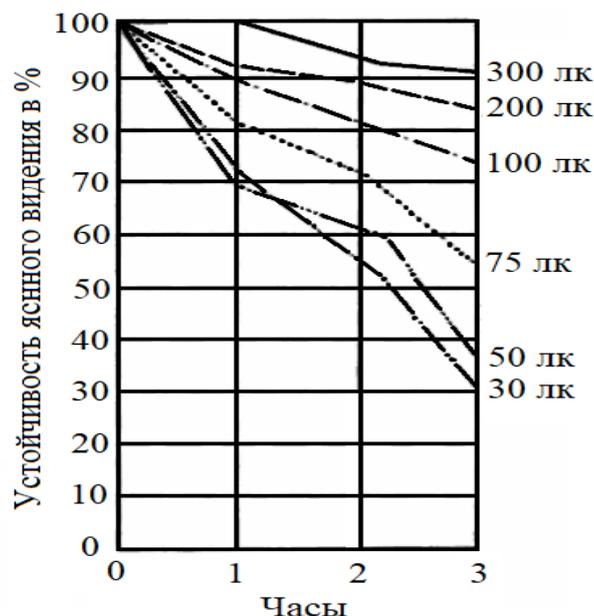
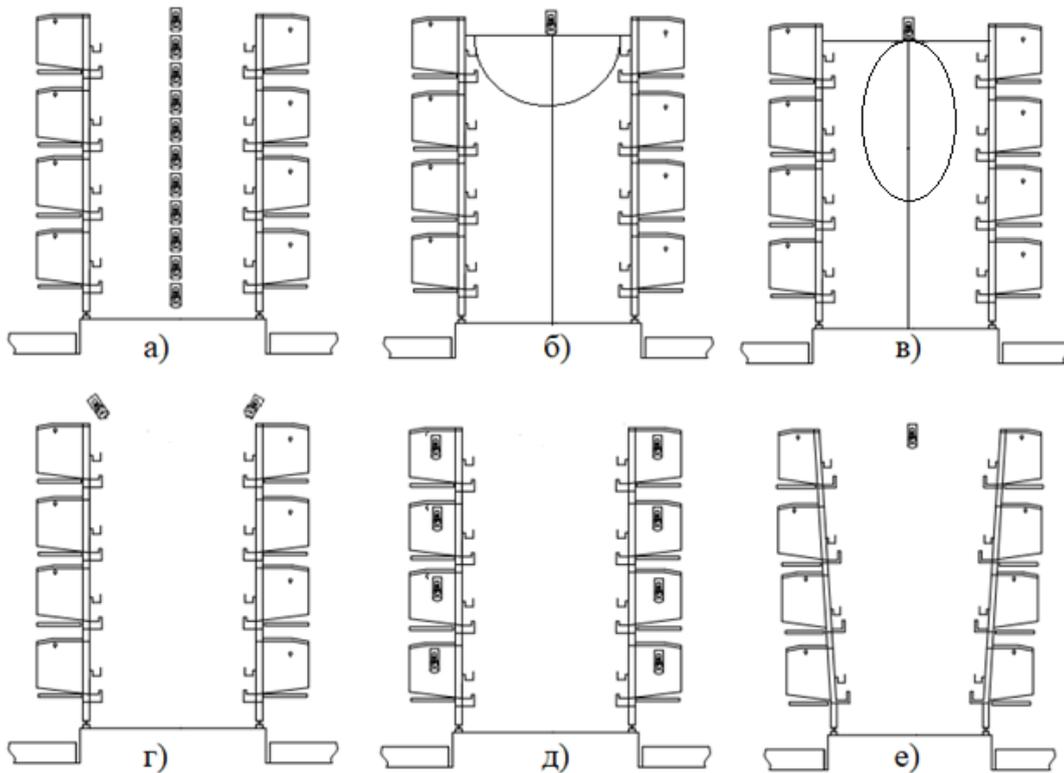


Рисунок 1 - Влияние освещенности на ясность видения.

В спорте недостаток и неравномерность освещенности вызывает переутомление зрения, общий дискомфорт, снижение тонуса, затрудняет реакцию на движущиеся игровые снаряды. Для стадионов в основном используют светодиодные прожекторы, расположенные на мачтах (25-50 м) в углах поля.

Так же существует проблема равномерного освещения нескольких горизонтальных поверхностей в магазинах на полках, в многоярусных птичниках для кур-несушек, в теплицах [4].

Равномерное освещение на разноуровневых горизонтальных поверхностях можно создать несколькими способами. Одним из них является вертикальное размещение светильников в проходе (рис. 2, а), но тогда появляется неудобство для персонала (покупателей). Есть способ замены светильников с широкой кривой силы света (КСС) на светильник с глубокой КСС (рис. 2, б, в), но при этом остается большой разброс освещенности. Также можно изменить положение светильников (рис. 2, г), но тогда количество светильников увеличится в несколько раз, как и при использовании локального освещения (рис. 2, д) Можно изменить конструкцию самих полок (рис. 2, е), выдвинув нижние полки, но для этого необходимо изменять конструкцию и уменьшить ширина прохода [5,6].



а – вертикальные светильники; б, в – изменение КСС; г – изменение положения светильника; д – локальное освещение; е – изменение конструкции полок.

Рисунок 2 - Создание равномерного освещения на разноуровневых горизонтальных поверхностях

Эксперимент. Для достижения равномерной освещенности на разных поверхностях можно использовать комбинацию светодиодов с разными КСС (широкой – рис. 2, б и глубокой – рис. 2, в). Одни светодиоды с глубокой КСС направлены вертикально вниз, а другие светодиоды - в стороны. КСС последних может быть и косинусной и концентрированной.

Для определения эффективности комбинации светодиодов с разными КСС в программном комплексе DialuxEvo было произведено моделирование системы освещения. Была сконструирована типичная четырехъярусная конструкция, которую можно рассматривать, как клеточную батарею для содержания кур-несушек или полки в магазине. Для создания широкой КСС используется два светодиода, повернутых в разные стороны от вертикали на  $70^{\circ}$  градусов. После ряда экспериментов были выявлены параметры светильника. Расстояние между парами светодиодов (с широкой и глубокой КСС) составило 0,8 м, высота светильника 2,4 м (рис. 3).

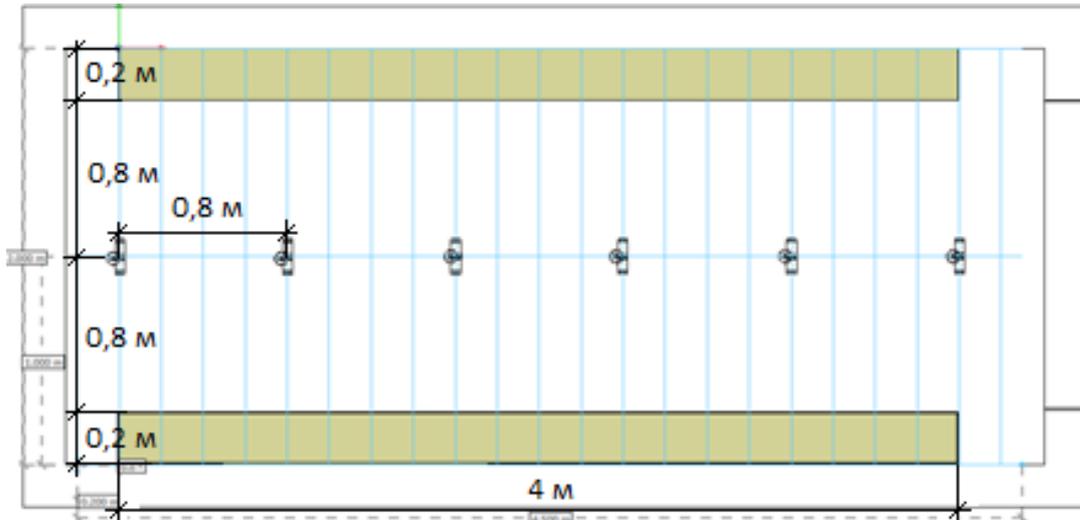


Рисунок 3 - Параметры расположения светильника

На рис. 4 представлены результаты моделирования в программе DialuxEvo.

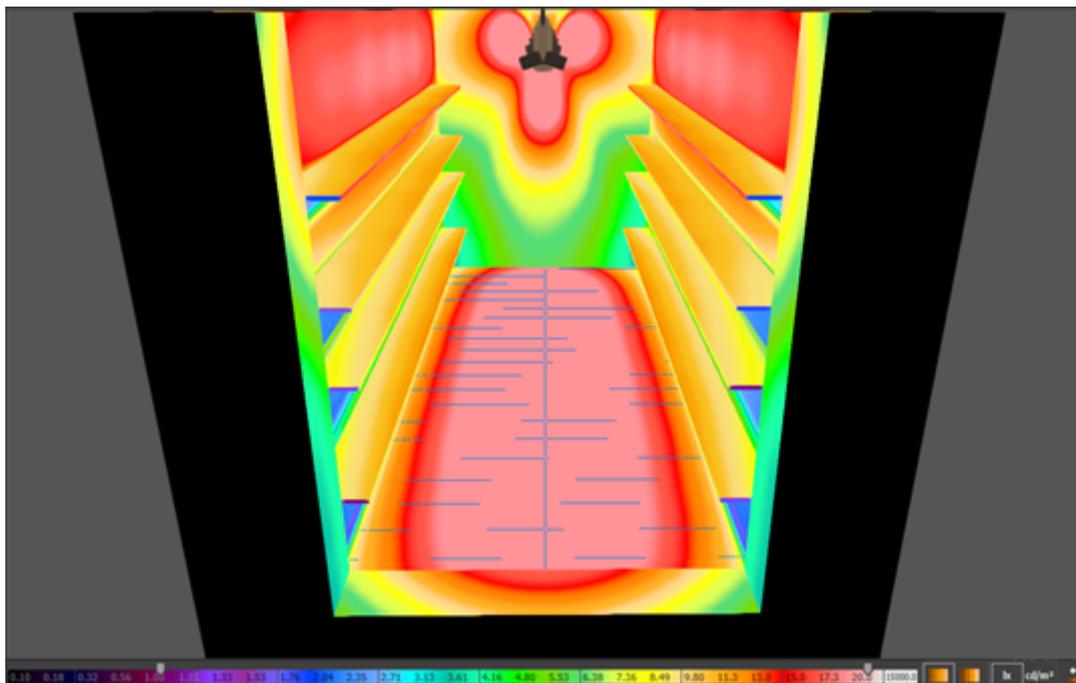


Рисунок 4 - Моделирование освещенности в программе DialuxEvo

Результаты. Расчет средней освещенности, произведенный в DialuxEvo, представлен на рис. 5. Коэффициент неравномерности был определен по формуле:

$$K = \frac{E_{max}}{E_{min}} \quad (1)$$

где  $E_{min}$  – минимальная освещенность на поверхности, Лк;  $E_{max}$  – максимальная освещенность на поверхности, лк.

☞	▼	1 ярус слева				
	▶		11.3 lx	0.72		■
☞	▼	1 ярус справа				
	▶		11.2 lx	0.73		■
☞	▼	2 ярус слева				
	▶		10.1 lx	0.76		■
☞	▼	2 ярус справа				
	▶		10.1 lx	0.75		■
☞	▼	3 ярус слева				
	▶		11.5 lx	0.79		■
☞	▼	3 ярус справа				
	▶		11.5 lx	0.79		■
☞	▼	4 ярус слева				
	▶		12.3 lx	0.80		■
☞	▼	4 ярус справа				
	▶		12.3 lx	0.79		■

Рисунок 5 - Расчет коэффициента неравномерности

Из рис. 4 и 5 видно, что при моделировании удалось получить равномерную освещенность  $\approx 10$  лк, при коэффициенте неравномерности от 1,27 до 1,39.

Выводы. При использовании комбинации светодиодов с разными КСС (широкой и глубокой) удалось достичь равномерной освещенности нескольких горизонтальных поверхностей с нормируемым коэффициентом неравномерности, что продемонстрировано в программе DialuxEvo.

### Список литературы

1. Взаимосвязь освещенности с продуктивностью животных и птицы. *Шувалова Л.А., Широбокова Т.А.* В сборнике: Аграрная наука - сельскохозяйственному производству. материалы Международной научно-практической конференции: в 3 томах. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. 2019. С. 290-295
2. Определение кривой силы света, обеспечивающей равномерное освещение горизонтальной рабочей поверхности. *Кочетков Н.П., Широбокова Т.А., Галлямова Т.Р.* Достижения науки и техники АПК. 2013. № 8. С. 64-66.
3. Исследование эффективности и безопасности для здоровья светодиодных источников света. *Осиков М.В., Гизингер О.А., Телешева Л.Ф., Долгушин И.И., Огнева О.И., Федосов А.А., Кудряшов А.В., Вахитов М.Г., Калинина А.С.* Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 566.

4. Световой климат и продуктивность кур-несушек на птицефабрике Глазовская Кочетков Н.П., Новоселов И.М В сборнике: Научное обеспечение инновационного развития АПК. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию государственности Удмуртии. Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. 2010. С. 172-174.

5. Модернизация системы освещения птичника. Кочетков Н.П., Новоселов И.М. Техника в сельском хозяйстве. 2011. № 1. С. 10-11.

6. Исследование эффективности освещения птичника. Кочетков Н.П., Новоселов И.М. Техника в сельском хозяйстве. 2011. № 5. С. 27-28.

УДК 621.166

Д.Н. Быстрых, Н.Ф. Свинцова  
ФГБОУ ВО УдГУ

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗБЫТОЧНОЙ МОЩНОСТИ КОТЕЛЬНОЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД**

Аннотация. Статья посвящена анализу тепловых нагрузок паровых котельных в ООО «Удмуртэнергогаз», где целесообразно применить технологию совместного производства тепловой и электрической энергии. Предложен и обоснован по котельной п.Смирново вариант установки паровой когенерационной машины малой мощности.

Актуальность. Сегодня в России, так и во всем мире, как никогда актуален вопрос энергосбережения. Одно из направлений повышения энергоэффективности экономики нашего государства станет создание предприятиями малой энергетики собственных генерирующих мощностей там, где это экономически оправдано. [4] Оптимальным решением вопроса является реализация комбинированной выработки тепловой и электрической энергии на котельных с установкой паровых когенерационных машин, использующие энергию пара для выработки электроэнергии. Данный способ применения этой технологии энергосбережения применяется во многих объектах промышленности.

Объект исследования – паровые котельные ООО «Удмуртэнергогаз», где целесообразно применить технологию совместного производства тепловой и электрической энергии, это котельные: «Промбаза» г. Воткинск, котельная п. Смирново, котельная Гремихинского н/м.

Был проведен анализ по данным объектам присоединенных тепловых нагрузок за период с 2005г. по 2020г. По представленным данным выявлено, что присоединенная нагрузка упала за 15 лет на котельной «Промбаза» на 11,30 %, котельной Грем-

хинского н/м на 13,16% и котельной п. Смирново на 31,85%. При этом максимальное сокращение присоединённых нагрузок наблюдается по котельной п. Смирново. Данная ситуация возникла в результате реструктуризации предприятий нефтедобычи и нефтесервисов, а также сторонних предприятий, которые перешли на собственное теплоснабжение.

Поэтому цель исследования – это использовать свободные тепловые мощности котельной п. Смирново для получения электроэнергии на собственные нужды путем установки паровой когенерационной машины малой мощности на данном объекте

Для достижения поставленной цели поставлены следующие задачи:

- 1) Провести сравнительный анализ паровых когенерационных машин малой мощности и выбрать более эффективную;
- 2) Произвести расчет требуемых характеристик объекта для подбора оборудования;
- 3) Выполнить подбор оборудования, соответствующее рассчитанным характеристикам объекта;
- 4) Рассчитать экономический эффект от внедрения паровой когенерационной машины малой мощности.

Результаты исследования

Был проведен сравнительный анализ паровых когенерационных машин малой мощности отечественного производства на базе паровой лопаточной турбины, которая применяется с 1980х годов и паровой винтовой машины, внедрение которой было в 2005 году. В ходе проведения анализа было выявлено, что паровая винтовая машина обладает значительными техническими преимуществами перед паровой лопаточной турбиной по эффективности, габаритам, стоимости, надежности и безопасности.

Паровая винтовая машина далее (ПВМ) – когенерационная установка, предназначенная для выработки электрической энергии за счет энергии пара [3].

В качестве топлива для работы парового котла могут применяться: отходы производства, твердое, газообразное или жидкое топливо. Пар от парового котла подается на ротора ПВМ, где энергия пара преобразуется в электрическую. Применение ПВМ позволяет обеспечить собственные нужды в электрической энергии, сократить расходы на приобретение электроэнергии и получить дополнительную прибыль [2].

Назначение котельной п. Смирново – теплоснабжение, приготовление горячей воды и пара на технологические нужды предприятий п. Смирново. В данной котельной установлены четыре котла: ДЕ – 16/14 ГМ №1,2; ПКГМ – 6,5/13 №3; ПКГ – 12/13 №4, общей теплопроизводительностью – 32,32 Гкал/ч, присоединенная часовая нагрузка в максимально-зимний период составляет – 18,53 Гкал/ч.

Для подбора ПВМ осуществлен анализ выработанной тепловой энергии в котельной п. Смирново за 2020 год, из данных которого выявлено, что максимальная

среднечасовая тепловая нагрузка составила – 7,45 Гкал/ч в декабре месяце, соответственно на котельной имеются свободные тепловые мощности, которые можно использовать для выработки электроэнергии за счет энергии пара. По результатам анализа потребления электроэнергии котельной п. Смирново по месяцам за 2020г определено, что потребление электроэнергии на собственные нужды котельной варьируется в диапазоне от 42,39 до 190,51 кВт/ч, где максимальное потребление электроэнергии происходит в отопительный период.

Исходя из того, что максимальное среднечасовое потребление электроэнергии котельной п. Смирново на собственные нужды составляет 190,51 кВт, оптимальным и наиболее экономичным будет вариант с установкой паровой когенерационной машины на базе ПВМ отечественного производства номинальной мощностью 200кВт. Данная установка имеет следующие технические характеристики [1]: мощность установки составляет– 200 кВт/ч, частота вращения 3000 об/мин, расход пара через установку 4 т/ч; давление пара на входе в установку 0,8 МПа, диапазон регулирования мощностей – от 10 до 100%; КПД установки составляет– 75%. Небольшие габаритные размеры установки (2000x500x1200) позволяют установить ее на площадях существующей котельной без строительства дополнительных производственных помещений.

Технологическая схема для получения тепловой и электрической энергии выглядит следующим образом: пар от паровых котлов по общему паропроводу давлением  $P=0,8\text{МПа}$  и  $T=170^{\circ}\text{C}$ , поступает в парные полости ПВМ, что приводит вращение вала генератора, после чего отработанный пар с  $P=0,2\text{МПа}$  и  $T=120^{\circ}\text{C}$  поступает на теплообменники отопления, для подогрева теплоносителя системы отопления или горячей воды, после теплообменника конденсат поступает в деаэрактор, а после деаэрактора питательная вода поступает в паровой котел.

При работе когенерационной установки малой мощности, пар высокого давления из котла поступает в ПВМ через впускное окно в корпусе с одного торца роторов. После заполнения паром канавки (парной лопасти) между зубьями происходит отсечка пара, и при дальнейшем вращении роторов в канавке (парной лопасти) происходит объемное расширение порции пара. В конце расширения канавки (парной лопасти) сообщается с выпускными окнами в корпусе на другом торце роторов. Отработанный пар поступает в тепловую сеть для технологических нужд или для отопления.

Для модернизации котельной п. Смирново необходимы капитальные вложения на сумму 11 800 тыс.руб. Техничко-экономическое обоснование посчитано за 2020г. Котельная п. Смирново потребила электрическую энергию из энергосистемы за 2020г. 1 060,02 тыс. кВт\*год, при стоимости 3,8 руб. за кВт на сумму 4 028,08 тыс. руб/год. А при установке паровой винтовой машины затраты для выработки 1 060,02 тыс. кВт\*год составят 1 081,40 тыс. руб., при этом себестоимость электроэнергии будет

1,02 руб. Таким образом экономический эффект от внедрения паровой винтовой машины составит 2 942,36 тыс. руб. Срок окупаемости составит 4 года.

Вывод. При установке когенерационной установки на базе ПВМ номинальной мощностью 200кВт в котельной п. Смирново позволит получить электроэнергию по себестоимости в 3,5 раза ниже тарифа; снизить тарифы на тепловую энергию до 5%; повысить надежность энергоснабжения; окупить затраты за 4 года.

Также подобные решения можно применить для вновь вводимых, осваиваемых месторождений удаленных от источников централизованного электроснабжения.

### Список литературы

1. Березин С.Р. Паровая винтовая машина как средство энергосбережения / С.Р. Березин, В.М. Боровков, В.И. Ведайко, А.И. Богачева. - Текст: электронный // «Новости теплоснабжения» №7 (107), 2009 г. – Режим доступа: <http://www.energosovet.ru/stat789.html> (Дата обращения 20.03.2021)

2. Еремин Л.М. Комбинированное производство электроэнергии – ключ к повышению энергоэффективности/ Л.М. Еремин // Теплоэнергоэффективные технологии. – 2001. - №4. С.3-9. – Текст: непосредственный

3. Левин Б.И. Комбинированные источники энергоснабжения на базе паровых и пароводогрейных котельных/ Б.И. Левин, Е.М. Степина // «Новости теплоснабжения». – 2002. - №6. – С.30-35. – Текст: непосредственный

4. «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник / Клименко А.В., Зорин В.М. . - Москва: Издательство МЭИ, 2007 – 4-е издание - 632 с: ил. – Текст: непосредственный

УДК 621.548:614.82

Яхья Мазен Абдо Касем, Мабхеш Муаамар Мохсен Салех Ахмед,

Н.Ф. Свинцова

ФГБОУ ВО УдГУ

### **ДИСКОВЫЙ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОР ДЛЯ ВЕТРОУСТАНОВКИ КАК ЭЛЕМЕНТ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

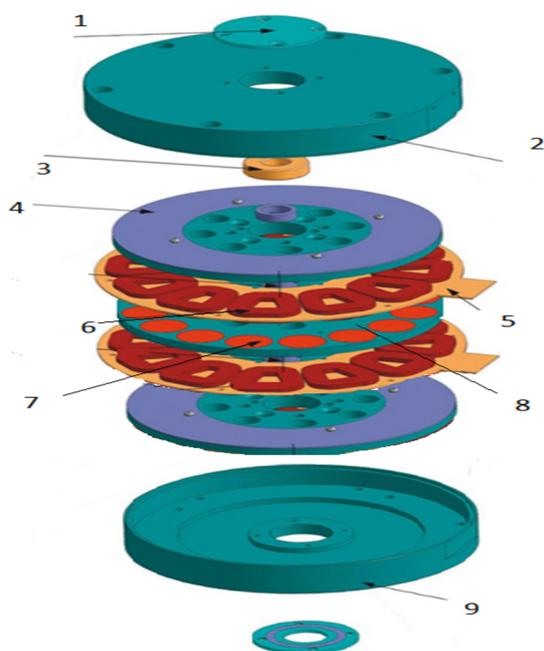
Аннотация. Данная работа посвящена разработке и исследованию ветроэлектростанции с вертикальной осью вращения для туристической базы 10 кВт. Представлены итоги расчетов подбора параметров дискового электрогенератора для ветроэлектростанции.

Актуальность. Электрический генератор на постоянных магнитах широко используются в ветроустановках и в последнее время большое внимание уделяется разработке и созданию генераторов с возбуждением от постоянных магнитов. Интерес к этому классу генераторов обусловлен их лучшими энергетическими показателями, простотой конструкции, большим сроком службы, надежностью, способностью работать при высоких частотах вращения в тяжелых условиях эксплуатации.

#### Результаты исследования

Для разработки ветрогенератора необходимо учитывать следующие особенности [1,2]:

- Удаленность от пунктов технического обслуживания, что в случае неисправности, вызывает длительные простои ветрогенератора, следовательно, может повлечь невозможность использовать энергозависимые приборы и устройства.
- Непостоянство направления и скорости ветрового потока, которые обуславливают переменную частоту вращения ветродвигателя,
- Возможные изменяющиеся динамические нагрузки на механическую часть или периодические простои. Работа в сложных климатических условиях.



1 -крышка подшипника, 2 - верхняя часть корпуса, 3 – подшипник, 4 –крышка, 5 – статор, 6 -катушки статора, 7- магниты, 8 -диск ротора, 9 - нижняя часть корпуса  
Рисунок 1 -Устройство электрогенератора с ротором на постоянных магнитах аксиального типа

Для подбора электрогенератора нужно учесть следующие параметры:

- Высокая надежность и эффективность;

- Стабильность поддержания параметров электроэнергии, в допустимых пределах, при переменной частоте вращения ветроколеса;
- Минимальные массо-габаритные показатели и стоимость;
- Долговечность;
- Возможность самозапуска после окончания периодов безветрия;
- Высокая степень защиты от влияния окружающей среды;

Применение постоянных магнитов с высокими значениями остаточной индукции и коэрцитивной силы позволяет существенно улучшить электрические характеристики генератора или уменьшить его габариты. На Рисунке 1 представлено стандартное устройство электрогенератора с ротором на постоянных магнитах аксиального типа.

Произведем расчет для одной секции генератора. Каждая секция состоит из статора и ротора один ротор и два диска статора. Исходные данные для расчета генератора: частота вращения ротора в зависимости от скорости ветра и параметры конструкции ротора и статора. Были использованы формулы для расчета генератора с постоянными магнитами по данным источников [4,5]. Полученные результаты представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Расчет генератора:**

<b>Характеристики</b>	<b>n min</b>	<b>n раб</b>	<b>n max</b>
1	2	3	4
Сопротивление катушки $R = \rho L/S$ , на одну фазу, Ом	7,022	7,022	7,022
Напряжение U, В	99,3	110,42	124,66
Ток генератора, А	24,5	27,2	30,75
Мощность секции генератора, Вт	4213,75	5195	6639,54
Мощность генератора, Вт	8427,5	10390,5	13279,1

Вывод. В следствии проведенного расчета можно сделать вывод о целесообразности применения электрогенераторов с постоянными магнитами. Учитывая конструктивные особенности установки, лучше всего подходит конструкция электрогенератора дискового типа с постоянными неодимовыми магнитами, так как он обладает высокой надежностью; специальная структура делает его большим соотношением мощности к объему, мощности к весу и имеет длительный срок службы в 8 раз дольше и высокой эффективностью и низким механическим сопротивлением потери энергии.

1. Возобновляемые источники энергии : учебно – методическое пособие /сост. В.Д. Плыкин. – Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2012. – 60с. – Текст: непосредственный
2. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: Учеб пособие / сост. В.Д. Плыкин. / Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет », 2013. – 172 с. - – Текст: непосредственный
3. Патент № 2505910 С2 Российская Федерация, МПК H02K 21/00 (2006.01), Электрическая машина с дисковым ротором №2011103511/07,заявл. 01.02.2011: опубликовано 08.10.2012/ Ахметов Б.С., Харитонов П.Т., Чеботарь А.Е.; заявитель ООО "Научно-производственная фирма "Ноосферные технологии". – Текст: электронный. – Режим доступа: [https://patents.s3.yandex.net/RU2011103511A\\_20120810.pdf](https://patents.s3.yandex.net/RU2011103511A_20120810.pdf) . – Дата обращения 03.04.2021
4. Патент №157778 U1 Российская Федерация, МПК H02K 3/26 (2006.01), H02K 16/02 (2006.01), H02K 1/27 (2006.01) Тихоходный электрический генератор на постоянных магнитах № 2015127322/07, заявл. 24.07.2015: опубликовано 10.12.2015 / Игнатъев С.Г., Евдокимов А.А., Спиридонов Н.И., Харин В.В., Чарыков В.И.; заявитель Игнатъев Сергей Григорьевич. Спиридонов Николай Иванович. – Текст электронный. – Режим доступа: [https://viewer.rusneb.ru/ru/000224\\_000128\\_0000157778\\_20151210\\_U1\\_RU?page=1&rotate=0&theme=white](https://viewer.rusneb.ru/ru/000224_000128_0000157778_20151210_U1_RU?page=1&rotate=0&theme=white) . –Дата обращения 25.03.2021
5. Энергия ветра и солнца. Расчета генератора для ветрогенератора. – Текст: электронный. – Режим доступа: URL <http://e-veterok.ru/diskoviy-generator.php> .Дата обращения 30.03.2021

УДК 631.10

Баженов А.Д.  
ФБОУ ВО УдГУ

## **КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В УСЛОВИЯХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Аннотация. В статье представлены результаты исследования на актуальную проблему нефтедобычи на территории Удмуртской республики – применение попутного нефтяного газа. Автором был предложен способ применения попутного нефтяного газа в когенерационных установках, в виде топлива. Произведен сравнительный анализ трех типов когенерационных установок. В процессе исследования было выявлено, что на месторождениях нефти Удмуртии ПНГ сильно забалластирован азотом (до 80%), в следствии чего имеет теплоту сгорания в несколько раз ниже, чем у природного газа. Исходя из результатов был сделан вывод что ПНГ с высоким содержанием азота не пригоден в использовании когенерационных установок типа ГТУ.

На сегодняшний день актуальным вопросом в нефтедобывающей отрасли в России является эффективный и экономически выгодный способ утилизации попутного нефтяного газа. Согласно Постановлению Правительства РФ от 8 ноября 2012г. № 1148 нефтедобывающим компаниям разрешено сжигать не более 5% от объема добываемого ими попутного нефтяного газа, в связи с чем приходится искать наиболее перспективные методы применения ПНГ [1].

Одним из целесообразных способов утилизации попутного газа является его применение в качестве топлива в когенерационных установках. Большим потенциалом здесь обладает процесс выработки тепловой и электрической энергии [5].

**Таблица 1. Сравнительные характеристики когенерационных установок**

<b>Установки</b> <b>Сравн.</b> <b>Характеристики</b>	<b>Газотурбинные установки (ГТУ)</b>	<b>Газопоршневые установки (ГПУ)</b>	<b>Микротурбины (МТУ)</b>
Наивысший электрический КПД, %	>30	<40	30-35
Наивысший электрический КПД (в диапазоне нагрузок 50-100 %)	при снижении диапазона до 50%, КПД снижается в 3 раза	практически не изменяется	практически не изменяется
Условия размещения (Изменение температур -30 С° до +30 С°)	не изменяется	электрический уменьшается на 15-20%	уменьшается с увеличением температур
Условия работы: Кол-во пусков, ед.; Время запуска, мин.	снижение ресурсов на каждые 100 запусков; 15-17	неограниченное число раз; 2-3	снижение ресурсов на каждые 100 запусков;
Проектный срок службы, ч	20000-30000	60000	60000
Площадь под установку	Большая	большая	Маленькая

Сегодня в промышленной энергетике широко применяются три вида оборудования для когенерации:

1. Газотурбинные установки;
2. Поршневые когенераторы;
3. Микротурбины

(Примечание\*. Паровые турбины не рассматривались ввиду отсутствия применения в них попутного нефтяного газа, как топлива)

Когенерационные установки работают на разных видах горючего газообразного топлива. Наиболее распространенным и эффективным видом топлива является природный газ.

В отличие от природного газа, попутный нефтяной газ содержит большую долю пропанов, бутанов, а также более тяжелые фракции углеводородов и не углеводородные компоненты. Если в составе ПНГ содержится достаточное количество метана, то такое сырье может служить в качестве топлива, в частности – для когенерационных установок. Отличительной чертой таких установок является то, что они могут быть настроены на максимальную эффективность на основе состава ПНГ на месторождении [4].

Из табл. 1 видно, что наиболее перспективным и эффективным способом утилизации ПНГ является использование газопоршневых установок для когенерации энергии на месторождениях нефти. Однако применение таких установок без предварительной подготовки и анализа состава газа на месторождении, может привести к значительному уменьшению энергоэффективности, а также к снижению технических характеристик.

Стоит отметить, что состав попутного нефтяного газа на различных месторождениях является уникальным, а также изменяется соотношение долей его компонентов в течение времени.

На некоторых месторождениях нефтедобычи Удмуртской республики в составе попутного газа объемная доля азота достигает до 80-90%. Такое явление значительно затрудняет способы утилизации ПНГ из-за низкой температуры сгорания этого газа ( $Q_H^P < 8,00 \text{ МДж/м}^3$ ) [2].

Исследования проводились на основе пробы попутного нефтяного газа Архангельского месторождения, представленного в таблице 2.

**Таблица 2 - Состав ПНГ**

Компонент газа	$CH_4$	$C_2H_6$	$C_3H_8$	$i-C_4H_{10}$	$C_4H_{10}$	$C_5H_{12}$	$C_6H_{14}$	$H_2S$	$N_2$	$CO_2$	$O_2$
Состав, объёмная доля, %	10,5	2,7	5,1	1,4	2,4	0,9	0,4	0	<b>76,3</b>	0,2	0,1

Для определения горючести и применения ПНГ рассчитывают низшую теплоту сгорания.

Низшая теплота сгорания соответствует тому количеству теплоты, которое выделяется при полном сгорании, без учёта теплоты конденсации водяного пара. Тепло-

ту конденсации водяных паров также называют скрытой теплотой парообразования (конденсации) [3].

По результатам расчетов была определена низшая теплота сгорания данного попутного газа –  $Q_H^p = 15,8$  МДж/м<sup>3</sup>; избыточное давление ПНГ –  $P_{изб.} = 0,01$  Мпа; относительная плотность по воздуху  $\rho = 1,031$  кг/м<sup>3</sup>

Такой газ неустойчив к процессу горения, что во многом затрудняет степень его применения и утилизации.

Наименьшее значение низшей теплоты сгорания топлива ( $Q_H^p$ ) и в когенерационных установках:

- ГТУ  $\approx 30$  МДж/м<sup>3</sup>;
- МТУ  $\approx 10$  МДж/м<sup>3</sup>;
- ГПУ  $\approx 15$  МДж/м<sup>3</sup>. [6]

Исходя из расчетов, применения данного ПНГ с высоким содержанием азота, не предусматривает использование его в когенерационных газотурбинных установках.

По результатам исследования, применения попутного нефтяного газа с высоким содержанием азота в качестве топлива наиболее целесообразно в когенерационных газопоршневых и микротурбинных установках.

### Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 8 ноября 2012 г. N 1148
2. Диденко В.Н., Мерзлякова К.С., Фахразиев И.И. Вариант технического решения установки для газогидратного отделения горючих компонентов попутного нефтяного газа с высоким содержанием азота. – С. 126
3. Теплота сгорания [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/>
4. Попутный нефтяной газ [Электронный ресурс]. – URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/energoresursy-toplivo/141459-poputnyy-neftyanoy-gaz-png/>
5. Владыкин И.Р., Кондратьева Н.П., Баженов В.А., Краснолуцкая М.Г, Большин Р.Г. Электропривод: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Агроинженерия". – М.: Изд-во Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С.12
6. В. Д. Буров, А. А. Дудолин, В. В. Макаревич, Е. В. Макаревич Возможности и преимущества газопоршневых установок в когенерационных автономных электростанциях [Электронный ресурс]. – URL: <https://manbw.ru/>

## ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ С ОПТИМАЛЬНЫМ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ СВЕТОДИОДОВ

Аннотация. В настоящей статье рассматриваются вопросы конструирования светодиодных светильников с оптимальным тепловым режимом работы применяемых светодиодов. Выполнен термический анализ модели при помощи программного обеспечения Solidworks Simulation.

Стремление к энергосбережению является общей тенденцией для отраслей национальной экономики, поэтому светодиоды активно внедряются в различные отрасли промышленности в качестве источников света [1, 2, 3, 4].

Современный кристалл светодиода способен работать при температурах до 150°C, но для длительного режима работы нормой считается не более 80°C. Так при температуре 80°C интенсивность светового потока падает на 10-15%. Срок службы и эффективность светодиодных установок тесно связаны с температурным режимом работы кристалла светодиода, поэтому особое внимание необходимо уделять обеспечению нормальной температуры работы светодиода [5, 6, 8].

Ниже представлены три основных параметра, величина которых напрямую зависит от соблюдения теплового режима работы:

1. деградация светодиодов во времени;
2. изменение цветовой температуры и индекса цветопередачи;
3. световой поток светильника.

Правильно спроектированный теплоотвод позволяет минимизировать деградацию светодиодов и снижение светового потока. В результате время использования светодиодов может достигать 100.000 часов. Задачу отвода тепла от светодиодов решают через расчет и минимизацию тепловых сопротивлений материалов [3].

Тепловое сопротивление  $R$  определяется как изменение температуры между двумя точками пути тепла при рассеивании 1 Вт тепла. Общая формула теплового сопротивления между точкой 1 и точкой 2:

$$R_{1-2} = (T_1 - T_2) / P_d, \quad (1)$$

где  $T_1$  — температура в точке 1;

$T_2$  — температура в точке 2;

$P_d$  — общее рассеяние тепла, Вт.

Основной путь отвода тепла для светодиода можно представить следующим образом: кристалл светодиода → точка пайки → печатная плата → радиатор (алюминиевый корпус) → окружающая среда. (Рисунок 1).

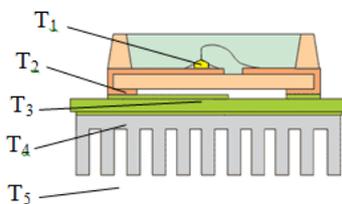


Рисунок 1 - Модель теплового сопротивления светодиода

Общее тепловое сопротивление  $R$  может быть выражено суммой отдельных сопротивлений вдоль пути тепла от кристалла светодиода в окружающую среду: [1]

$$R_{1-5} = R_{1-2} + R_{2-3} + R_{3-4} + R_{4-5}. \quad (2)$$

Теплопроводность – это способность материала передавать тепловую энергию, проходящую через единичную площадь, при изменении температуры на 1 К. То есть чем выше коэффициент теплопроводности тем, ниже будет разница температур между выбранными точками.

Приведем значения коэффициента теплопроводности для некоторых материалов:

- алюминиевый сплав АД31 – 210 Вт/(м\*К);
- воздух при температуре 30 °С – 0,0267 Вт/(м\*К);
- низкотемпературный припой – 85 Вт/(м\*К).

Измерение температуры светоизлучающего кристалла является затруднительной задачей. Поэтому для анализа температурного режима работы светодиода используют компьютерные методы моделирования [6, 7, 9].

На рисунке 2 изображен термический анализ светодиодной платы общей мощностью 30 Вт, температура окружающей среды составляет 30°С.

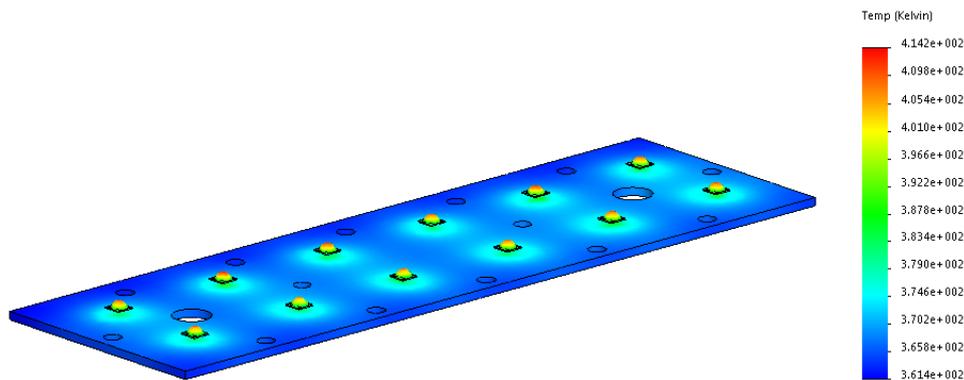


Рисунок 2 – Термический анализ модели светодиодной платы, выполненный в Solidworks Simulation

Данный анализ показывает, что светодиод в начальный момент времени разогрев до 139°C, что может привести к его выходу из строя уже в первый период включения. Поэтому применение качественного теплоотвода является обязательным условием при проектировании светильников. Смоделируем светодиодный светильник мощностью 60 Вт, в качестве теплоотвода используем алюминиевый профиль из сплава АД31 (Рисунок 3).

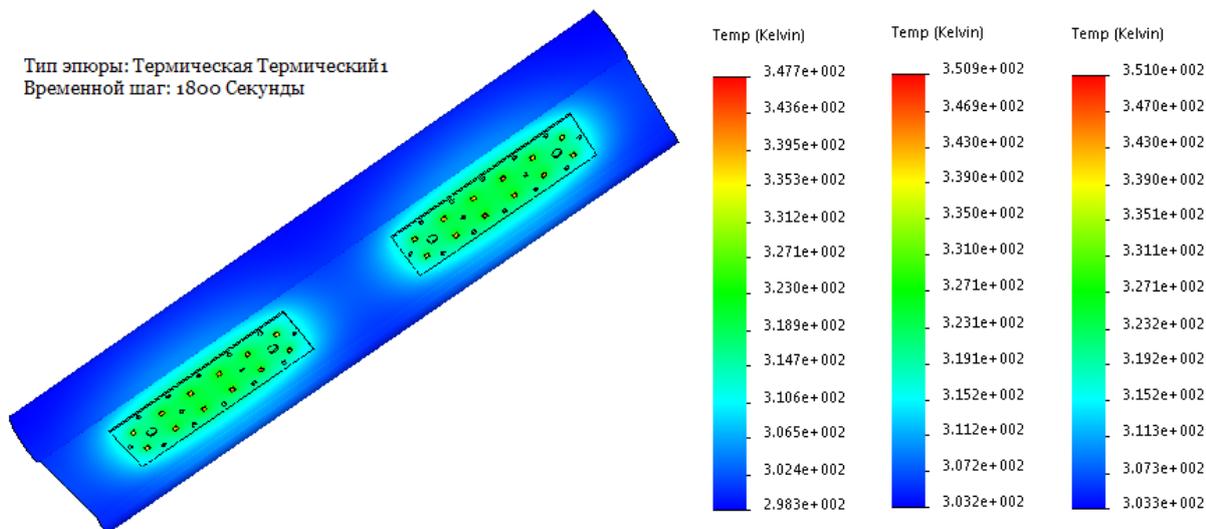


Рисунок 3 – Термический анализ модели светодиодного светильника выполненный в Solidworks Simulation

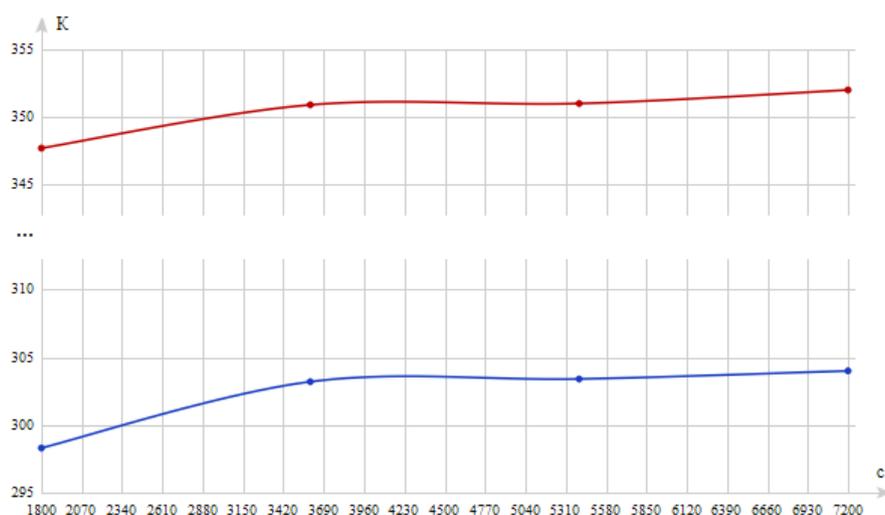


Рисунок 4 – График зависимости максимальной температуры нагрева кристалла светодиода и минимальной температуры нагрева корпуса модели светильника во времени

Проведенный анализ показывает, что применение теплоотвода позволяет снизить температуру работы светодиода до рекомендуемых значений.

Таким образом, задача по обеспечению эффективного теплового режима в светодиодном освещении является наиболее актуальной в современной светотехнике. Основная цель разработчиков светодиодных светильников – обеспечить стабильный тепловой режим работы устройств. Современные методы компьютерного моделирования позволяют производить термический анализ в соответствии с применяемыми моделями и заданными характеристиками.

### Список литературы

1. Светодиодный осветительный прибор / Юран С.И., Широбокова Т.А., Иксанов И.И.//Патент на полезную модель RU 157781 U1, 10.12.2015. Заявка № 2015112778/07 от 07.04.2015.
2. Влияние видимого спектра искусственного излучения на продуктивность дойных коров/ Шувалова Л.А., Широбокова Т.А., Кудрин М.Р., Иксанов И.И.//Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. № 2. С. 111-111.
3. Алгоритм расчета конструктивных параметров светодиодного осветительного прибора/Возмилов А.Г., Широбокова Т.А., Астафьев Д.В., Лошкарев И.Ю.//АПК России. 2019. Т. 26. № 2. С. 185-188.
4. Энергосберегающие системы освещения для производственных зданий / Стерхова Т.Н.//Актуальные направления современной науки, образования и технологий. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 43-46.
5. Андреас Поль. Особенности расчета систем отвода тепла при использовании светодиодов в корпусах PLCC // Полупроводниковая светотехника: сб. М., — 2010.— № 5.— С. 54-57.

6. Газалов, В.С. Моделирование процесса нагрева радиатора, применяемого для охлаждения светодиода / В.С. Газалов, Е.А. Шабаев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. — 2019. — № 3. — С. 62-70.

7. Гладин, Д.В. Роль корпуса светодиодного светильника в обеспечении долговечности и эффективности светодиодов: [Электронный ресурс]. URL: <https://ntp-ts.ru/about/news/rol-korpusa-svetodiodnogo-svetilnika-v-obespechenii-dolgovechnosti-i-effektivnosti-svetodiodov/> (дата обращения: 22.03.2021).

8. Ковенский, В. Эффективные решения для теплоотвода в светодиодной светотехнике / В. Ковенский, А.Савельев // Современная светотехника. — 2011. — № 1.

9. Разработка энерго- ресурсосберегающих осветительных установок для АПК/ Широбокова Т.А., Поспелова И.Г., Набатчикова М.А., Иксанов И.И. // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 3 (40). С. 95-102.

10. Algorithm and software for calculating the design parameters of led lighting device / Vozmilov A.G., Shirobokova T.A., Astafev D.V. // Proceedings - 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2020. 2020. С. 9111934.

УДК 621.315.2; 621.316.15

О.Н. Головкова, С. Б. Голдобина, А.И. Батулин, К.А. Батурина  
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ПЕРЕДАЧЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЛИНИЙ**

Реферат. В основе свободных рынков электрической энергии лежит идея, заключающаяся в том, что потребитель должен иметь возможность приобретать электроэнергию из наиболее дешёвого, наиболее эффективного или наименее загрязняющего окружающую среду источника. Реальность пока ещё оставляет желать лучшего. Решение заключается в сочетании новых направлений передачи электрической энергии с более эффективным использованием существующих линий на основе современных технологий.

В основе свободных рынков электрической энергии лежит идея, заключающаяся в том, что потребитель должен иметь возможность приобретать электроэнергию из наиболее дешёвого, наиболее эффективного или наименее загрязняющего окружающую среду источника. Реальность пока ещё оставляет желать лучшего [1, 2]. Недостаточная пропускная способность электрических сетей часто вынуждает эффективно работающие предприятия энергетики ограничивать мощность, тем самым вынуждая

потребителя приобретать электроэнергию из менее эффективных источников, но расположенных поближе.

Решение заключается в сочетании новых направлений передачи электрической энергии с более эффективным использованием существующих линий на основе современных технологий.

Вырабатываемая электростанциями энергия подаётся конечным потребителям за сотни и тысячи километров через сеть линий передачи и распределения электрической энергии [3,4]. В целом система передачи и распределения электрической энергии проектируется так, чтобы обеспечить надёжную, безопасную и экономичную работу в условиях имеющихся нагрузок и системных ограничений [5, 6].

Любая система передачи и распределения энергии может предназначаться для обеспечения трёх уровней обслуживания.

На первом уровне обеспечиваются некоторые минимальные возможности по коммутации и передаче мощности в нормальных условиях работы. Это как бы базовый уровень обслуживания. Если он не обеспечивается, экономическое развитие региона, обслуживаемого системой передачи и распределения энергии, оказывается под угрозой.

На втором повышенном уровне надёжное и безопасное обслуживание потребителей сохраняется и при выходе из строя отдельных компонентов системы.

На третьем, высшем уровне возможна оптимизация разнообразных источников энергии, распределённых географически, с тем чтобы достичь максимально возможного социального и экономического развития обслуживаемого региона.

К сожалению, большинство систем передачи и распределения электрической энергии в мире достигли лишь второго уровня, а третий уровень обеспечивается ими лишь частично. Массовые отключения последних лет - свидетельство того, что на всех континентах системы передачи и распределения электрической энергии не имеют достаточной надёжности и возможностей по оптимизации.

Правильно построенная система передачи и распределения энергии улучшает энергоэффективность процесса подачи энергии потребителям.

Достаточные пропускная и нагрузочная способности - существенное предварительное условие эффективной работы энергосистемы, достигаемой за счёт оптимизации выработки энергии и минимизации потерь при её подаче потребителям.

Перегруженность линий электропередачи возникает в тех случаях, когда мощность, которую можно передавать по линиям или через определённое электрическое оборудование, ограничена определёнными пределами - физическими или установленными искусственно по соображениям безопасности. Покупатели электроэнергии всегда выбирают наименее дорогой источник электрической энергии из числа способных передать энергию через электрические сети в нагрузку.

Все технологии, направленные на повышение эффективности систем передачи и распределения энергии, можно разделить на следующие три категории:

- технологии по увеличению пропускной способности линий передачи для более рационального размещения и использования генерирующих мощностей;
- технологии оптимизации конструкции и работы систем передачи и распределения для снижения общих энергопотерь;
- введение новых промышленных стандартов энергоэффективности силовых электрических аппаратов.

Существует три основных пути повышения пропускной способности: строительство новых ЛЭП переменного и постоянного тока, модернизация существующих ЛЭП, использование существующих ЛЭП в режимах, более близких к предельно допустимым по нагреву.

Все перечисленные мероприятия используются в ПО Чайковские электрические сети филиала ОАО «МРСК Урала» - «Пермэнерго», основными целями деятельности которого являются:

- своевременное выполнение показателей достижения целей Общества и программы мероприятий по их реализации;
- развитие и поддержание в нормативном состоянии электросетевого комплекса Общества;
- обеспечение обоснованности и целевого характера осуществляемых расходов из тарифных источников в процессе производственно-хозяйственной деятельности;
- обеспечение надежной, бесперебойной передачи электрической энергии в согласованных с потребителями объемах в соответствии с заключенными договорами;
- своевременное удовлетворение потребностей заявителей по ТП к электрическим сетям Общества в соответствии с требованиями действующего законодательства;
- осуществление информационного обмена с потребителями и постоянное улучшение качества оказываемых услуг;
- осуществление эффективного и надежного функционирования и развития объектов распределительного электросетевого комплекса с учетом требований безопасности, экологичности и энергоэффективности;
- обеспечение эффективного использования энергоресурсов с достижением заданных уровней технологического расхода электрической энергии при передаче и с ежегодным снижением потребления хозяйственных нужд;
- снижение количества несчастных случаев с работниками на рабочих местах, подрядчиками (субподрядчиками) и другими лицами, находящимися на объектах электросетевого комплекса ПО;

- снижение количества профессиональных заболеваний работников;
- снижение количества рабочих мест с вредными и (или) опасными условиями труда, с высокими и средними уровнями профессиональных рисков;
- снижение количества нарушений требований охраны труда, выявляемых при проверках функционирования системы управления охраной труда органами государственного контроля и надзора.

Заключение. Таким образом, в основе свободных рынков электрической энергии может быть реализована идея, заключающаяся в том, что потребитель должен иметь возможность приобретать электроэнергию из наиболее дешёвого, наиболее эффективного или наименее загрязняющего окружающую среду источника. Используя новые направления передачи электрической энергии, позволяющие более эффективно использовать существующие линии, в сочетании с современными цифровыми технологиями, можно реализовать эту идею.

### Список литературы

1. Кондратьева Н.П. Повышение надежности эксплуатации электрооборудования и сетей 6-10 кВ при использовании цифровых технологий / Кондратьева Н.П., Ваштиев В.К., Радикова А.В., Шишов А.А. // Актуальные вопросы энергетики АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 100-летию плана ГОЭРЛО. 2021. С. 42-45.
2. Руденок В.А. Повышение надежности пускозащитной аппаратуры при эксплуатации электрооборудования в условиях сельского хозяйства / Кондратьева Н.П., Руденок В.А. // Актуальные вопросы энергетики АПК. Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 100-летию плана ГОЭРЛО. 2021. С. 52-56.
3. Кондратьева Н.П. Исследование и разработка устройства мониторинга системы электро-снабжения в рабочем режиме / Кондратьева Н.П., Шишов А.А., Ваштиев В.К., Радикова А.В. // ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ АПК. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году науки и технологии в России. Ижевск, 2021. С. 109-111.
4. Кондратьева Н.П. Обоснование энергоэффективной длины линий электропередач, питающих теплицы со светодиодными облучателями / Кондратьева Н.П., Филатов Д.А., Терентьев П.В. // Вестник НГИЭИ. 2021. № 1. С. 54-63.
5. Кондратьева Н.П. Компенсация реактивной мощности – одно из решений вопроса энергосбережения / Кондратьева Н.П., Тройников И.А., Лембак И.П. // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства. Материалы II Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции. Чебоксары, 2020. С. 27-30.
6. Овчукова С.А. Экономия электроэнергии в световых технологиях сельскохозяйственного производства / Овчукова С.А., Кондратьева Н.П., Коваленко О.Ю. // Светотехника. 2020. № 6. С. 68-70.

УДК 697.92(045)

Г.А. Миргалимова  
ФГБОУ ВО «УдГУ»

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМЕ ВЕНТИЛЯЦИИ**

В общественных и промышленных зданиях система вентиляции является первым потребителем тепловой энергии после системы отопления.

Вентиляция представляет собой организацию естественного или искусственного обмена воздуха в помещениях для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимого микроклимата и качества воздуха в обслуживаемой или рабочей зонах [1,2].

По способу перемещения удаляемого из помещений и подаваемого в помещения воздуха различают вентиляцию естественную и искусственную.

Искусственную вентиляцию следует предусматривать:

а) если метеорологические условия и чистота воздуха не могут быть обеспечены естественной вентиляцией;

б) для помещений и зон без естественного проветривания.

По способу организации воздухообмена в помещениях вентиляция может быть общеобменной, местной, смешанной, аварийной и противодымной. По назначению системы вентиляции подразделяются на приточные, вытяжные и приточно-вытяжные.

Системы искусственной вентиляции по сравнению с естественной более сложны в конструктивном отношении и требуют больших первоначальных затрат и эксплуатационных расходов. Вместе с тем они имеют ряд преимуществ. К основным их достоинствам относятся: независимость от температурных колебаний наружного воздуха и его давления, а также скорости ветра; подаваемый и удаляемый воздух можно перемещать на значительные расстояния; воздух, подаваемый в помещение, можно обрабатывать (нагревать или охлаждать, очищать, увлажнять и осушать). Вследствие этого искусственная вентиляция получила весьма широкое применение, особенно в промышленности.

Объектом исследования был выбран Дворец спорта- учебный корпус № 5 ФГБОУ ВО «УдГУ». Он является уникальным инфраструктурным комплексом, где располагаются: игровой зал, зал гимнастики, зал атлетической гимнастики, степ зал, большой бассейн, малый бассейн, тренажерный зал, раздевалки и душевые, помещения для кафедр и деканата, учебные аудитории, научно-исследовательская лаборатория и подсобные помещения.

Так как с вентиляционным воздухом удаляются различные вредные вещества, то

каждое помещение нуждается в различном подходе системы вентиляции.

Для спортивных залов, сауны и солярия основным видом вредности являются тепловыделения; для бассейнов и душевых – влаговыделения; для помещений химводоподготовки бассейна – химические вещества, такие как пары хлора или серной кислоты.

Для спортивных сооружений оборудуют самостоятельными системами вентиляции следующие типы помещений:

- спортивные залы и залы для подготовительных занятий в бассейнах;
- залы ванн;
- душевые и уборные;
- раздевальные и административно-хозяйственные помещения;
- хлораторные и склады хлора;
- помещения технических служб (насосно-фильтровальные, бойлерные, вентиляционные камеры и т.п.).

Если спортивный зал фитнес-центра – универсальный и предполагается его использовать для разного типа занятий, можно предусмотреть быстрый прогрев воздуха до необходимой температуры, например при помощи сплит системы, в которой предусмотрена функция нагрева воздуха.

Подавать приточный воздух лучше всего настилающимися струями, чтобы исключить дутье приточного воздуха на занимающихся. Необходимо равномерно распределять приточные решетки по всему объему спортивного зала, чтобы предотвратить появление застойных зон воздуха.

На любой спортивной площадке предполагаются активные физические нагрузки, а значит и выделения тепла, поэтому основным требованием к системе вентиляции помещений спортивного назначения является осуществление подачи воздуха из расчета 80 м<sup>3</sup> на одного занимающегося физическими упражнениями и 20 м<sup>3</sup> на одного болельщика. Эти данные и являются определяющими для проектирования и расчетов требуемого типа вентиляции и выбора мощности вентиляционного оборудования. Еще одним требованием к воздухообороту в спортзалах является организация одинакового притока с вытяжкой. Такое равнозначное распределение мощностей исключает появления сквозняков, которые будут плохо влиять на самочувствие спортсменов. Для создания правильно функционирующей и экономически обоснованной климатической системы спортивного зала, необходимо тщательное планирование и ее расчет. Он включает в себя:

- Расчет требуемой кратности воздухообмена — сколько раз воздух полностью должен смениться за час.
- Расчет расхода воздуха его скорости движения и нужное сечение воздуховодов.
- На основании предыдущих данных делается подбор необходимого оборудова-

ния для вентиляции помещений, устанавливается точное месторасположение воздуховодов и приточных вентиляционных решеток.

Воздухообменом называется частичная или полная замена воздуха, содержащего вредности, чистым атмосферным воздухом.

Количество воздуха, подаваемого или удаляемого за 1 час из помещения, отнесенное к его внутренней кубатуре, принято называть кратностью воздухообмена.

Далее произведены расчеты системы вентиляции для помещений, которые находятся на втором этаже учебного корпуса № 5 ФГБОУ ВО «УдГУ».

Имеются следующие воздуховоды:

П1-приточная система, охватывающая помещение большого бассейна, малого бассейна и стэп зала;

В1-вытяжная система, охватывающая помещение большого бассейна;

В2- вытяжная система, охватывающая помещение малого бассейна и стэп зала;

Воздухообмен в помещениях определяется по кратности. Для данных помещений все параметры представлены в таблице 1.

Данный расчет предусматривает разделение воздуховодов на участки, определение расхода воздуха, его скорости движения, расчет площади поперечного сечения воздуховодов и подбор стандартного диаметра [3,4].

Для расчета мощности канального нагревателя понадобятся значения температуры воздуха на выходе системы и минимальной температуры наружного воздуха в холодный период года[6]. Так, для приточной системы П1 эта температура равна +18°C. Минимальная температура наружного воздуха зависит от климатической зоны и для УР принимается равной -33°C. Таким образом, при включении канального нагревателя на полную мощность, он должен нагревать поток воздуха на 51°C. Мощность канального нагревателя рассчитывается по формуле:

$$P = \Delta T * L * C_v / 1000, \quad (1)$$

где P — мощность канального нагревателя, кВт;

$\Delta T$  — разность температур воздуха на выходе и входе канального нагревателя, °C.

L — производительность вентиляции, м<sup>3</sup>/ч.

Для приточной установки П1:

$$P = 51 * 2000 * 0,336 / 1000 = 34,2 \text{ кВт};$$

Для выбора вытяжной установки В1:

$$P = 51 * 800 * 0,336 / 1000 = 13,7 \text{ кВт};$$

Для выбора вытяжной установки В2:

$$P = 51 * 1200 * 0,336 / 1000 = 25,5 \text{ кВт}$$

**Таблица 1- Параметры и расчет.**

Наименование помещения	Наименование воздуховода	Кратность воздухообмена в 1 час		количество человек	воздухообмен, м <sup>3</sup> /ч	Скорость движения воздуха м/с	расчетная площадь поперечного сечения воздуховода, м <sup>2</sup>	размер воздуховода, мм
		Приток	вытяжка					
Большой бассейн	П1,В1	По расчету, но не менее 80 м <sup>3</sup> /ч наружного воздуха на одного занимающегося и не менее 20 м <sup>3</sup> /ч на одного зрителя		10	800	0,2	1,11	1000x1200
Малый бассейн	П1,В2	По расчету, но не менее 80 м <sup>3</sup> /ч наружного воздуха на одного занимающегося и не менее 20 м <sup>3</sup> /ч на одного зрителя		5	400	0,2	0,56	600x1200
Стэп зал	П1,В2	По расчету, но не менее 80 м <sup>3</sup> /ч на одного занимающегося		10	800	0,5	0,44	600x800

Для кондиционирования воздуха в общественных помещениях наибольшее пространство получили кондиционеры сплит-систем.

Кондиционеры сплит-системы с приточной вентиляцией позволяют эффективно решать одновременно задачи вентиляции и кондиционирования помещения в течение всего года. Сплит-системы с приточной вентиляцией предназначены для установки в квартирах и офисных помещениях большого объема, магазинах, ресторанах и других местах, когда одновременно с кондиционированием необходима подача свежего (наружного) воздуха. Кондиционер сплит-системы с приточной вентиляцией состоит из двух блоков - компрессорно-конденсаторного (внешнего блока) и испарительного (внутреннего блока). Внутренний блок может забирать воздух из помещения и наружный воздух. Наружный воздух поступает через наружную решетку и по теплоизолированному воздуховоду подается в смесительную камеру, где смешивается с рециркуляционным воздухом из помещения. Рециркуляционный воздух забирается из помещения через решетки (потолочные, настенные и т.д.). Соотношение свежего и рецир-

куляционного воздуха регулируется смесительной камерой и определяется санитарно-техническими требованиями, а также условиями работы кондиционера. Смешанный воздух подается во внутренний блок, где он фильтруется, охлаждается или нагревается. Кондиционеры сплит-систем с приточной вентиляцией комплектуются электрическими или водяными нагревателями с широким диапазоном мощности. В зависимости от мощности внутреннего блока нагреватели выполняются либо отдельной секцией, либо встраиваются во внутренний блок. Подготовленный воздух вентилятором внутреннего блока подается в кондиционируемые помещения по системе воздуховодов и распределительных решеток [4].

Принципиальная схема устройства сплит-системы представлена на рисунке 1.

В сплит-системах используют режим энергосбережения в период отсутствия людей в помещении.

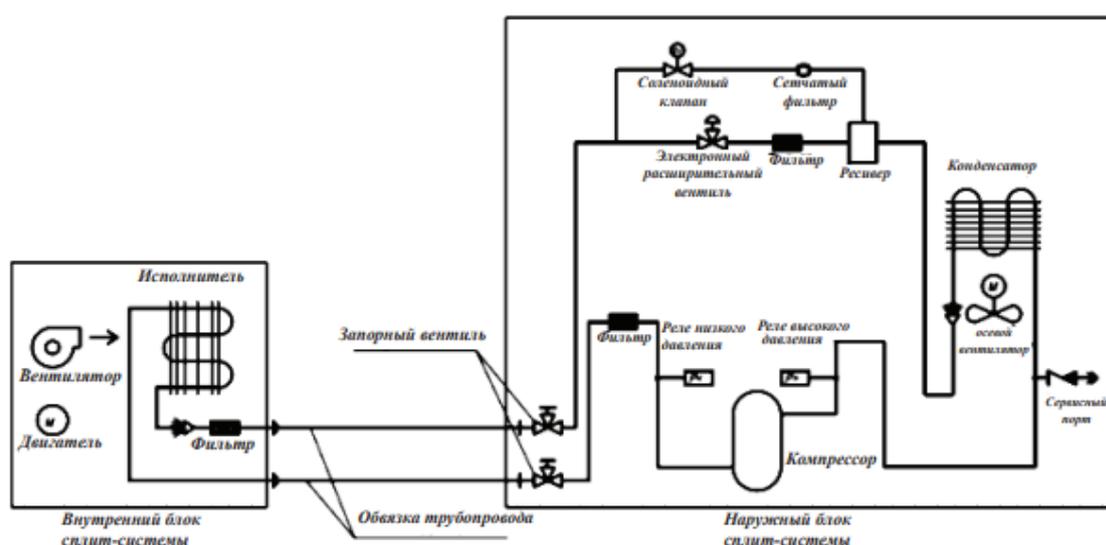


Рисунок 1- Принципиальная схема устройства сплит-системы.

В результате расчета канального нагревателя были выбраны сплит системы, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2-Подбор установок.

Наименование воздуховода	Расчетная мощность канального нагревателя, кВт	Модель установки
<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
П1	34,2	DU-120TAHW/F
B1	13,7	<b>DF-1500QB-P4</b>
B2	25,5	DU-076TAHW/F

Сплит-системы с подачей воздуха с улицы обладают преимуществами, делающими их применение более эффективным, полезным и удобным.

Приток свежего уличного воздуха в течение всего года. Зимой холодный воздух с улицы, проходя через систему, прогревается до заданной температуры. Полупромышленные сплит-системы обеспечивают более высокий процент воздуха, подаваемого с улицы в помещение, нежели настенные бытовые кондиционеры с реализованной опцией подмеса свежего воздуха.

Возможность одновременной работы на несколько помещений. Современные сплит-системы предусматривают возможность эффективной работы как в помещениях большой площади, так и сразу на несколько комнат.

Тихая работа. Подобные сплит-системы работают достаточно тихо. Это обеспечивается специальными материалами, используемыми при изготовлении устройств, а также конструктивными решениями.

Экономическая выгода. Для просторных помещений с большим количеством комнат выгоднее приобрести именно полупромышленную или промышленную сплит-систему с приточной вентиляцией, поскольку в этом случае это будет более целесообразно, нежели приобретать отдельно для каждой комнаты несколько бытовых систем с подмесом воздуха.

Здесь же следует отметить, что системы для охлаждения/нагрева с притоком свежего воздуха намного экономичнее, чем отдельная установка системы вентиляции с притоком воздуха с улицы и системы кондиционирования.

## Список литературы

1. Стерхова Т.Н., Гизатуллина А.Р. Воздухообмен. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха в офисных помещениях // Материалы ВСНК Студенческая наука: Современные технологии и инновации в АПК» ФГБОУ ВПО «Ижевская ГСХА», 18-21 марта 2014, с. 109-112
2. Стерхова Т.Н., Гизатуллина А.Р. Системы обеспечен микроклимата в районных медицинских учреждениях // Материалы ВСНК «Студенческая наука – устойчивому развитию АПК» ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 17-20 марта 2015, с. 200-204
3. Свод правил. Проектирование зданий. Бассейна для плавания. СП 310.1325800.2017
4. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. актуализированная редакция. СНиП 41-01-2003.
5. Методическое пособие. Методика расчета энергетической эффективности систем кондиционирования при нестационарных теплопоступления.
6. Программа для систем автоматического регулирования параметров микроклимата в животноводческих помещениях/Кондратьева Н.П., Широбокова Т.А., Иксанов И.И., Ильясов И.Р., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г. //Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2016617931, 18.07.2016. Заявка № 2016613039 от 04.04.2016.

А.Р. Абашев  
ФГБОУ ВО УдГУ

## **ДИАГНОСТИКА УДАЛЕННЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ**

**Аннотация.** В статье представлены обзорные материалы об основных видах дефектов на ЛЭП, способы их обнаружения и модернизация процесса исследования линий в труднодоступных местах. Одним из самых актуальных и эффективных способов модернизации в области безопасности электротехнических систем является применение беспилотных летательных аппаратов.

Надежность систем электроснабжения влияет на качество подачи электроэнергии потребителям и во многом зависит от своевременного определения дефектов и неисправностей, появляющихся во время их эксплуатации [1,2].

Вопрос диагностики дефектов на ЛЭП и устранения этих неисправностей изучен достаточно широко на сегодняшний день. Однако вопрос обращения к современной технической аппаратуре и внедрение ее в постоянную эксплуатацию требует дополнительных исследований, т.к. определение всех возможных рисков, преимуществ и недостатков – это длительный процесс тестирования оборудования на практике.

Цель исследования заключается в определении возможности и условий дальнейшей эксплуатации сетей линий электропередач.

В зависимости от поставленной цели в работе поставлены следующие задачи: Обнаружение дефектов и несоответствий линии электропередач;

1. Установление причин появления дефектов и несоответствий;

Основной метод исследования в данной работе – описательный. Приведен анализ современных источников информации относительно заданной темы.

На линиях электропередач существует большое количество дефектов. Их можно разделить на три основные группы:

- Дефекты на трассе (повреждения, которые связаны с природными явлениями, условиями размещения конструкций ЛЭП): присутствие опасных для эксплуатации воздушных ЛЭП кустарников и деревьев; упавшие на провода и опоры деревья; наличие строений и прочих объектов в охранной зоне; опасные внештатные явления: изменение ландшафта, проседание грунта, заболачивание и др.

- Дефекты опор (повреждения, которые связаны с повреждением или разрушением архитектуры конструкций ЛЭП): падение, повреждение опор; нарушение целостности конструкции металлических опор; деформация и разрушение поверхностного

слоя железобетонных опор; отклонение опор от вертикали; деформация, разворот траверсов на железобетонных опорах; отсутствие натяжения внутренних стяжек и тросовых растяжек.

- Дефекты проводов и арматуры: обрыв проводов; разрушение и утрата элементов стеклянных и фарфоровых изоляторов; отсутствие гасителей вибрации и грузов; потеря работоспособности несущего троса; смещение виброгасителей вдоль проводов относительно проектного положения; отсутствие и неправильное расположение соединителей проводов; изломы, отрывы лучей дистанционных распорок между проводами расщепленной фазы.

Появление дефектов на ЛЭП сопровождается созданием методов нахождения этих дефектов, методов их предупреждения и ликвидации. Обратимся к существующим методам нахождения дефектов (начальный этап на пути их устранения):

1) Магнитный: способ применяется в дефектоскопии ферромагнитных материалов для фиксации магнитных полей и свойств контролируемого объекта.

2) Визуально-измерительный (оптический): этот способ наиболее востребован для контроля и обнаружения мельчайших повреждений в прозрачных изделиях и материалах.

3) Электрический: способ, который фиксирует электрополя и характеристики, образующиеся в контролируемом объекте под влиянием воздействия извне.

4) Вихретоковый (электромагнитный): этот способ применяется в дефектоскопии электропроводящих материалов, представляет собой исследования неоднородностей поверхностного вихревого тока объекта.

5) Радиоволновой способ применяется в контроле диэлектриков (керамика, стекловолокно), полупроводниковых и тонкостенных материалов.

6) Ультразвуковой (акустический): применим ко всем материалам, беспрепятственно проводящим звуковые волны в целях решения проблем контроля и диагностики.

7) Радиационный (радиографический) способ построен на взаимодействии ионизирующего излучения с контролируемым объектом из любых материалов и любых габаритов.

8) Капиллярный (проникающими веществами) – применяется для обнаружения течей и микрповреждений посредством заполнения индикаторным веществом внутренних полостей, контролируемого объекта.

9) Вибрационный метод необходим для поиска дефектов в машинах и механизмах, т.к. определяются неисправности путем оценки колебаний в основных узлах.

В данной статье рассматривается тепловой метод диагностики неисправностей, а именно дефекты изоляторов на ЛЭП высокого напряжения. Что он из себя представ-

ляет? Это способ мониторинга тепловых полей, контрастов и потоков любых материалов с целью выявления неисправностей и дефектов.

В качестве примера рассмотрим такой дефект, как разрушение (пробой) подвешенного фарфорового изолятора в «гирлянде» ЛЭП. При такого рода повреждении на исправных изоляторах увеличивается напряжение и, как следствие, повышается температура. На пробитом изоляторе напряжение понижается до нуля, а температура опускается до окружающей среды. Такой дефект легко определить с помощью тепловизионной съемки. Вышедший из строя изолятор на термограмме будет показано темным пятном.

Дефектный проходной изолятор, напротив, повышает свою температуру, из-за того, что через него проходит больший, чем обычно, электрический ток. Основным дефектом опорных изоляторов и шинных мостов являются продольные трещины (появляются из-за нарушений технологии производства), которые приводят к пробое изолятора. Если мы обратимся к случаю увлажнения армировки изолятора, вследствие этого повышается ток утечки, и армировка нагревается.

Повреждение изоляторов приходится на время межсезонья. В эти периоды возможны сильные перепады температуры воздуха, что является благоприятным условием для образования дефектов.

Такого рода повреждения (заблачивание и подтопление в охранных зонах, разрушение опор, перегрев крупных трансформаторов, пожары) можно с легкостью определить тепловизором. Съемка с высоты 200 метров эффективна в данных случаях. Однако есть ситуации, когда мониторинг с помощью тепловизора становится недоступным. Например, это доставка аппаратуры к удаленным местам, где проходит ЛЭП (например, сибирский лес). В данном случае необходима помощь сторонней техники, например, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) или беспилотники – это одно из эффективных средств для применения в такой области, как электроэнергетика. Большое количество линейных сооружений в отдаленных от жилой местности местах не позволяют поддерживать необходимый уровень контроля без использования современных средств наблюдения, без применения человек-единиц [4].

Многие компании, например ООО «ПЕТРО», ООО «Авиационные работы», ZALAAERO (Калашников завод), обратились к помощи квадрокоптеров еще в 2015 году для обследования линий электропередач (ЛЭП). Разберемся в том, как же именно стали использоваться различные виды новых изобретений.

В первую очередь, исследования километров ЛЭП необходимы для того, чтобы исключить аварийные ситуации. Мониторинг сетей всегда являлся главным из всего многообразия работ по контролю работы систем. Появление возможности ускорить

процесс проверки, при этом не теряя качества, модернизирует и ускоряет процессы работы в электроэнергетике.

Второе – это контроль качества объектов инфраструктуры, так называемая инвентаризация. С течением времени выявляются разного рода отклонения от нормы тех материалов, из которых изготовлены опоры, арматуры, покрытия и т.д. С помощью беспилотников можно выявить повреждения конструкций, коррозию деталей конструкций, исследовать состояние траверсы и ее положение, выявлять различного рода деформацию опор (воздействие воды и др.), оголения, отклонения в постройках от проектов, повреждения изоляторов.

Помимо того, что компании заинтересованы в контроле качества работы электрических конструкций, они также заинтересованы в предотвращении всех возможных отклонений от нормы еще при строительстве своих объектов. БПЛА – это хороший способ контроля строительных работ.

Одним из самых неприятных явлений в сфере электроэнергетики являются аварии, а также необходимость их устранения. При аварийной ситуации затрачивается большое количество времени и рабочей силы на осмотр территории с целью выявления объемов повреждений, дополнительно угрожающих объектов и оценки времени устранения. Экономия времени и сил всегда остается в приоритете, следовательно, в обращении к новым технологиям.[5]

Также, отмечаем, что помимо осмотрового, т.е. исследовательского типа работ, БПЛА способны выполнять практические работы. Например, чистка ЛЭП от пластиковых бутылок, пластиковых пакетов и иного мусора с помощью дополнительных устройств на аппаратах [4].

Можно выделить несколько основных преимуществ БПЛА:

1. Экономика: с помощью БПЛА можно обследовать около 200 км линий электропередач в день, следовательно, это экономия и времени, и денег, т.к. не требуется больших затрат на оплату труда «экипажа», т.е. сопровождающих БПЛА людей.

2. Оперативность: об этом было сказано и в первом пункте, но стоит также отметить и тот факт, что обзор местности осуществляется со скоростью, измеряющейся в десятках километров в час. Что касается режима «зоркости», то «зависание» БПЛА можно осуществить в любой момент времени и в необходимой для этого точке, причем на это не будет затрачено большого количества времени. Таким образом, мы можем сказать, что в любом случае БПЛА будет выигрывать во времени относительно традиционного способа контроля.

3. Объективность: очередной фактор, плавно вытекающий из предыдущего пункта. Использование БПЛА заметно уменьшает человеческий фактор, в качестве отчетности прилагаются фото- и видеоматериалы.

4. Качество: беспилотники обеспечивают не менее качественную документальную базу исследования, нежели составленные в ручную отчеты специалистов, т.к. получаемые материалы имеют высокое разрешение и фиксируют гео-позицию контролируемых объектов.

5. Безопасность: данный пункт, стоит отметить, один из самых важных, т.к. никто не исключает в области электроэнергетики присутствие несчастных случаев. Сохранение жизни и здоровья сотрудников – это один из основных пунктов ТК РФ. Присутствие возможности заменить выполнение опасных для жизни человека работ на безопасное осуществление контроля из удаленной точки – это безусловный плюс БПЛА.

### Список литературы

1. Стерхова Т.Н., Кондратьева Н.П., Огородников Л.Л., Широбокова Т.А. Обеспечение безопасности при эксплуатации распределительных сетей // Надежность и безопасность энергетики, 2017, Том 10, № 4 (2017), с. 287-290

2. Пospelова И.Г., Широбокова Т.А., Кузьмин В.Н., Стерхова Т.Н., Широбоков В.С. Повышение качества электроэнергии для потребления в нефтедобывающей отрасли // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2021. Т. 68. № 1 (42). С. 23-28.

3. Барбасов, В.К., Гречищев А.В., Орлов, П.Ю., Руднев, П.Р., Левин, Е.Л. Мультироторный БПЛА как средство получения геоинформационного контента в чрезвычайных ситуациях // В сборнике: Геоинформационные науки и экологическое развитие: новые подходы, методы, технологии. Геоинформационные технологии и космический мониторинг VI международная конференция, материалы в 2 томах. 2013. С. 234-240.

4. Барбасов, В.К., Орлов, П.Ю., Руднев, П.Р., Гречищев, А.В. Применение малых беспилотных летательных аппаратов для съемки местности и подготовки геоинформационного контента в чрезвычайных ситуациях // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2013. Т. 7. № 2. С. 61-66.

5. Электронный журнал rusnauka – [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.rusnauka.com/16\\_NTP\\_2008/Tecnic/34039.doc...](http://www.rusnauka.com/16_NTP_2008/Tecnic/34039.doc...) (дата обращения 22.12.2020)

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНОЙ НА НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы автоматизации котельной, приводящей к улучшению условий труда обслуживающего персонала, качеству воды и снижающей себестоимость теплоносителя.

Автоматизация — одно из направлений научно-технического прогресса, использующее саморегулирующие технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов, изделий или информации, либо существенного уменьшения степени этого участия или трудоёмкости выполняемых операций [1].

Автоматизация технологических процессов подразумевает поддержание постоянства заданного значения регулируемых переменных или их изменение по заданному во времени закону с требуемой точностью, что позволяет обеспечить получение продукции нужного качества, а так же безопасную и экономичную работу технологического процесса [2,3].

Цель работы – повышение эффективности работы котельной на нефтедобывающем предприятии, путем автоматизации системы технологического процесса.

Для автоматизации котельной была выбрана система автоматизации контроля компаний ОВЕН и SEGNETICS.

Назначение программно-аппаратного комплекса МОДУС:

- дистанционный контроль/управление работой оборудования инженерных систем;
- построение единой среды обмена данными систем управления;
- получение оперативной информации состояния и параметров оборудования;
- организация автоматизированного технического учета энергоресурсов;
- обеспечение оперативного взаимодействия эксплуатационных служб;
- повышение надежности безопасности и качества работы оборудования;
- регистрация данных и создания архива технологических процессов и действий эксплуатационных служб;
- сокращения эксплуатационных затрат.

МОДУС предназначен для создания АСУС различной степени сложности и стоимости: от экономичных решений для коттеджа или малого офиса до крупных распределенных систем удаленного мониторинга и диспетчеризации.

Полномасштабное решение для управления зданиями строится на основе открытых наращиваемых систем, которые позволяют осуществлять контроль и управление всеми инженерными системами зданий, включая HVAC, водоснабжение, электро-снабжение, освещение, контроль доступа, обеспечение безопасности. Автоматизации и диспетчеризации подлежат различные системы [4].

Технологический процесс рассмотрен на примере работы газового парового котла «Ural-Power» UPG-90. Данный агрегат производительностью до 90 кг пара/час. Предназначен для генерации перегретого и насыщенного пара, для выработки пара для технологических нужд [6].

Технологический процесс начинается с водоподготовки. Водоподготовка заключается в том, чтобы подготовить техническую воду для работы котла с необходимыми параметрами. Так как этот процесс не быстрый, очищенная вода складывается в специальный бак, для того чтобы при нуждах котла, вода могла постоянно поступать в котел непрерывно. Для подачи воды в котел предусмотрен насос с электроприводом (один насос на один котел).

Уровень воды в котле регулируется при помощи специального электродного датчика серии L-ELT-106, а именно им контролируется верхний и нижний уровень воды в котле, а также верхний и нижний аварийный уровень.

Для контроля давления имеется датчик на 4-20 миллиампер, который преобразует показания давления в электрический ток и служит он для того, чтобы переключать котел на большое или малое горение при достижении установленного давления в барабане котла. В дополнение на котле установлен датчик реле давления РД30-ДД1000, он служит для того, чтобы отключать котел при достижении аварийного давления.

Газовый узел служит для того, чтобы подать газ на горелку. Он состоит из:

крана безопасности (КБ), который служит для того, чтобы при каких-либо аварийных ситуациях вручную перекрыть подачу газа;

клапана запальника (КЗ), он подает газ на сам запальник в начале самого розжига, всего на несколько секунд;

основного отсечного клапана (ОК), на нем установлен датчик реле давления газа, для того чтобы отключался котел при повышении основного давления газа;

сбросного клапана (СК), он устанавливается сразу после отсечного клапана и работает параллельно с ним. Во время работы котла, клапан находится в закрытой позиции, в случае аварийной ситуации сбросной клапан открывается, а отсечной кла-

пан закрывается и когда основная подача газа прекращается и остатки газа, которые находятся в трубах горелки оттуда выводятся при помощи сбросного клапана;

два клапана большого и малого горения, малое горение используется для розжига котла и потом переключается на большое горение и при достижении высокого давления в барабане, котел может также переключиться автоматически на малое горение, чтобы избежать аварийной ситуации;

датчика реле-давления газа на минимальное давление газа, он устанавливается непосредственно после клапанов большого и малого горения и если давление газа меньше, чем требуется, котел также отключится в аварийном режиме;

Для того чтобы произвести розжиг котла, помимо подвода к запальнику газа, нужно подвести такое устройство, как источник высокого напряжения ИВН IP 54, он подает ток на запальник, в котором происходит искра, в запальнике от искры газ воспламеняется, собственно, таким образом и происходит розжиг котла, все это происходит автоматически.

Возле запальника устанавливается светочувствительный датчик (СЛ-90-1/24Е) для контроля пламени факела в печи котла. В случае, если происходит затухание пламени, то в топке срабатывает автоматический розжиг или котел в аварийном режиме отключается.

Одним из не менее важных устройств — это регулятор воздуха, полуоборотное устройство, которое управляет задвижкой горелки и регулирует подачу воздуха, (привод воздушной заслонки SQN30.102A2700). Воздуходув, снабженный электроприводом, который служит для того, чтобы нагнетать воздух в горелку. А также дымосос, также снабженный электроприводом, который служит для того, чтобы вытягивать отработанные газы [4].

Одним из важных составляющих элементов системы автоматизации - щитовое оборудование.

Основным органом управления считается щит управления, в котором сосредоточены все контролирующие органы и также элементы индикации рабочих процессов. Сердце щита управления (ЩУ) это контроллер SEGNETICS SMH 2010, это контроллер российского производителя, сделан он очень качественно, красиво и аккуратно, ничем не хуже контроллера компании ОВЕН, отличное программное обеспечение.

Установлены устройства контроля уровня одно непосредственно на щите управления, одно внутри щита управления, оно является аварийным, то есть он работает не на заполнение барабана котла жидкостью и работу питательных насосов, а именно на тот случай чтоб не допустить аварийной ситуации.

На передней панели щита также установлен измеритель-регулятор ОВЕН 2ТРМ1, этот измеритель получает данные от датчика преобразователя давления, кото-

рый был упомянут ранее и при достижении определенного установленного давления, он переключает котел на малое или большое горение.

Еще один измеритель-регулятор ОВЕН ТРМ212, он получает данные с датчика измерителя разрядки в топке, и он по идее регулирует задвижку горелки, чтоб отрегулировать необходимую разрядку в топке. А получает он данные от измерителя разрядки в топке ПРОМА-ИДМ IP40. На панели щита также есть и измеритель давления воздуха ПРОМА-ИДМ IP40, он просто показывает давление воздуха, но в программе самой не принимает участия.

Все эти датчики снимают показания через специальные подведенные к ним трубки воздуха если в них создается разрядка или же наоборот избыточное давление, то датчик сразу же преобразует это в электрический сигнал и все это отображается на индикаторах (ЩУ).

Внутри щита управления находится блок питания ОВЕН БП30Б-ДЗ, также, как и специальные различные промежуточные РЕЛЕ, которые управляют клапанами и другими устройствами. Сеть блоков автоматов на подключение различных приборов, которые запитаны на 220В.

Непосредственно дополнительный блок питания, специально свой собственный источник питания для датчиков, для того чтобы создать изолированные сети питания для всех датчиков.

Ко всему этому собирается силовой щит, который управляет дымососом, вентилятором и подпиточными насосами для барабана. По схеме силовой щит должен обеспечить защиту от напряжения, перекоса фаз, выпадения фаз, от высокого напряжения, от низкого напряжения, от смены фаз и создать тепловую защиту. Принципиальная функциональная схема автоматизации котельной представлена на рисунке 1, на которой представлено местонахождение датчиков и их функционирование [7,8].

Для более полного понимания работы системы выполнен алгоритм (блок-схема) работы водогрейного котла, которая представлена на рисунке 2.

Работа системы начинается с ввода начальных параметров для парового котла.

На следующем этапе осуществляется проверка аварийных режимов (корректность работы системы и проверка аварийных состояний). А также проводится диагностика горелочных устройств.

Необходимо обязательно контролировать газовый узел. Для этого выполняется опрос необходимого датчика. Показания датчика сравнивается с установленными параметрами, и после этого принимается решение продолжить работу или в аварийном режиме отключаем котел.

Аналогично производится контроль давления в барабане котла, уровень воды в котле, регулирование заслонки подачи воздуха, переключение на большое или малое

горение, а когда и полное отключение котла в аварийном режиме, в случае критических показателей [5].

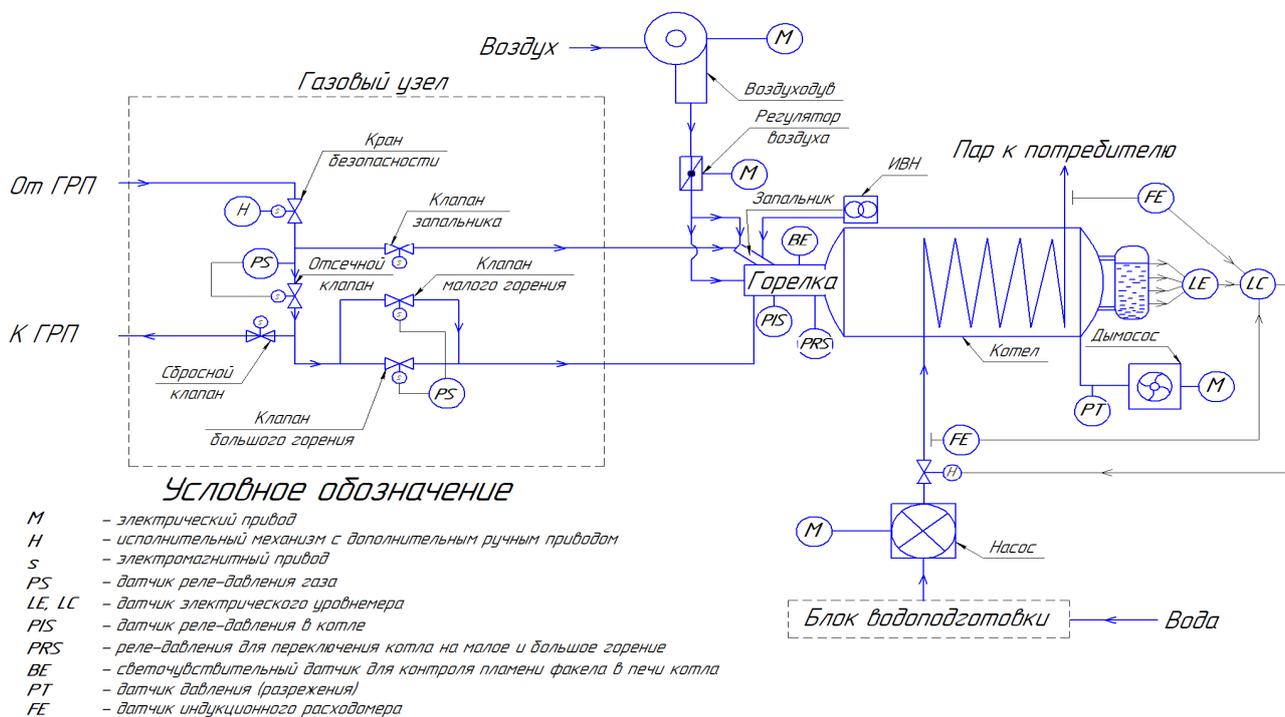


Рисунок 1 – Принципиальная функциональная схема автоматизации типовой котельной

Данное оборудование автоматизации подойдет для любой типовой парогенерирующей котельной. Автоматизация в целом — это дорогое удовольствие, но в принципе, если постараться, можно найти хорошее, качественное и не дорогостоящее оборудование и среди российских производителей, которое ничем не будет уступать зарубежным производителям. И в тоже время это стоит того, хотя б для того, чтобы уберечь себя от излишних расходов в случае каких-либо аварийных и чрезвычайных ситуаций. Помимо всего этого сократить свои расходы, которые необходимы для обслуживания котельной, а также снизить риск преждевременного износа котельного оборудования.

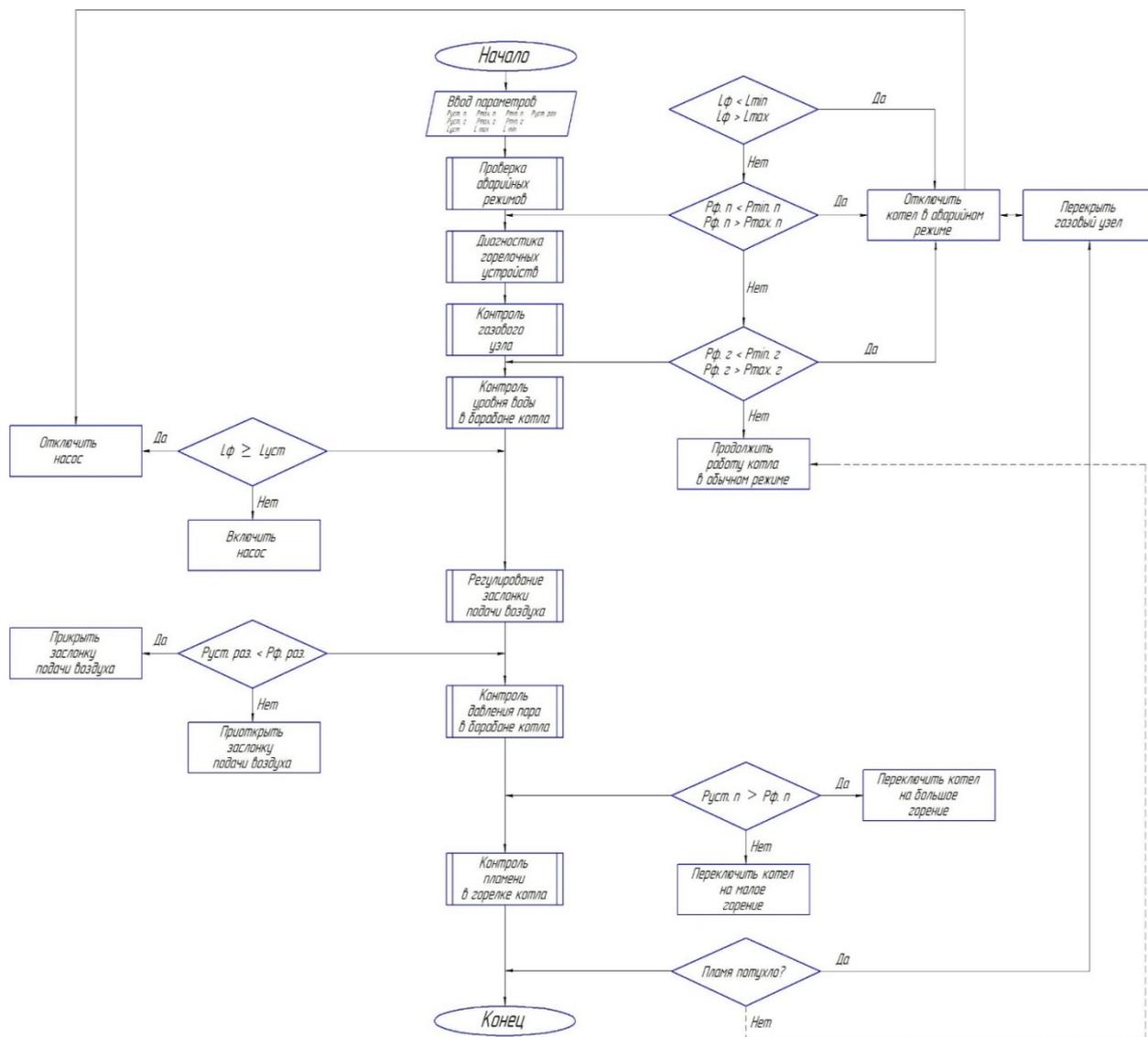


Рисунок 2 – Алгоритм (блок-схема) работы водогрейного котла

### Список литературы

1. Карта слов и выражений русского языка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kartaslov.ru/значение-слова/автоматизация, свободный> – Дата посещения: (15.10.2020)
2. Implementation of the energy-saving lighting mode in the poultry-farming house due to the automated control system/Loshkarev I.Y., Shirobokova T.A., Baranova I.A., Batanov S.D.// Journal of Physics: Conference Series. The proceedings International Conference "Information Technologies in Business and Industry". 2019. С. 042019.
3. Стерхова Т.Н., Орлов Н.А. Влияние качества воды на работу котельного агрегата// Материалы Всероссийской НПК ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА «Роль молодых ученых-инноваторов в решении задач по ускоренному импортозамещению сельскохозяйственной продукции» Ижевск, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА 27 -29 октября 2015 г.С. 187-191
4. Валюнин К. ОБЕН МОДУС – решение для интеллектуального здания. «Автоматизация и производство», 2011 год, №2, 8 - 10 стр.

5. Шатиль А.А. «Расчетное исследование топочных устройств» СПб.: НПО ЦКТИ, 2003. 152 с.
6. Зыков А. К. «Паровые и водогрейные котлы» Издательство: Энергоатомиздат, 1987 год.
7. Ахметов С. А., Ишмияров М.Х., Веревкин А. П. «Технология, экономика и автоматизация» М.: Химия, 2005 – 736с.
8. ГОСТ 21.208-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. Systemofdesigndocumentsforconstruction. Industrialprocessautomation. Instrumentationsymbolsforuseindiagrams: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2013 г. N 2311-ст: введен впервые: дата введения: июнь 2015 г./ Открытым акционерным обществом - Ассоциация "Монтажавтоматика" М.: Стандартинформ, 2015, Текст: непосредственный.

УДК 631.10

Е. Г. Николаев  
ФГБОУ ВО УдГУ

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ТЭЦ**

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы о периодичности и объемам выполняемых работ при ремонтах насосного оборудования на ТЭЦ.

Специфика работы насосного оборудования состоит в том, что перекачивающие агрегаты работают практически без остановки. В силу этого к перекачивающему оборудованию предъявляются высокие требования по безотказности их работы.

Этого можно достичь за счет следующих факторов:

- качественный монтаж оборудования;
- грамотная эксплуатация оборудования и систем охлаждения, смазки, регулирования параметров и т.п.;
- проведение предупредительных ремонтов по плану;
- наличие определенного резерва оборудования;
- организация запасов взаимозаменяемых деталей и частей;
- наличие надежного автоматического контроля за работой агрегатов.

Оборудование при его эксплуатации подвержено износу, который может быть механическим, коррозионным, эрозийным и термическим.

При механическом износе поверхности деталей разрушаются в результате трения (износ шеек валов, подшипников, штоков, поршней, уплотнительных поверхностей задвижек и др.).

При коррозионном износе поверхности разрушаются под действием химически агрессивных нефтепродуктов или газов (содержащих серу, сероводород).

Эрозионный износ вызывает действие абразивных частиц и механических примесей, находящихся в перекачиваемой среде. Ударяясь о рабочие поверхности деталей, движущиеся с большей скоростью абразивные частицы разрушают их.

Термический износ — это разрушение деталей оборудования вследствие действия высоких температур. Термическому износу подвержены детали газовых турбин и котлов.

Если в работе насосного оборудования замечены неисправности, первое, что необходимо сделать — немедленно прекратить его эксплуатацию и приступить к тщательной проверке всех узлов.

Достаточно распространенной ситуацией, при которой насосному оборудованию требуется техническое обслуживание или даже ремонт, является износ сальников. Более активному протеканию процесса износа сальниковых элементов насосного оборудования может способствовать целый ряд причин:

- неравномерное вращение и биение вала приводного электродвигателя;
- слишком сильное затягивание болтов, которыми крепится крышка насоса (лучше всего сальники справляются с задачей уплотнения в том случае, если они достаточно увлажнены);
- перегрев приводного электродвигателя;
- неправильно выполненное техническое обслуживание или ремонт насоса (замена не всех уплотнительных колец и др.).

Еще одной распространенной причиной некорректной работы и даже поломки насосного оборудования является неточная центровка вала приводного электродвигателя с корпусом насоса. Последствиями в данном случае могут стать как разрушения сальниковых элементов, так и выход из строя подшипниковых узлов.

Подшипниковые узлы насоса — это элементы, требующие наиболее пристального внимания и регулярного ухода. Чтобы минимизировать риск выхода из строя таких узлов и обеспечить им наиболее оптимальные условия эксплуатации, необходимо контролировать количество смазки.

Ремонт насосов, как и любых других технических устройств, требует наличия определенных знаний и навыков. Между тем, если соблюдать руководство по выполнению такой процедуры и следовать предложенным ниже рекомендациям, то сложностей с ее осуществлением возникнуть не должно.

Специалисты, имеющие опыт работы с насосным оборудованием, рекомендуют выполнять его ремонт в следующей последовательности:

- разобрать устройство и тщательно осмотреть элементы внутренней конструкции;
- проверить техническое состояние ротора, выполнить замеры зазоров в посадочных узлах уплотнительных элементов;
- заменить изношенные и вышедшие из строя подшипники на новые;
- проверить геометрические параметры шеек вала и в случае выявления дефектов выполнить их проточку и шлифовку;
- после исправления всех выявленных дефектов собрать насос, проверить состояние его корпуса и правильность выполненной сборки.

Во избежание преждевременного выхода насоса из строя необходимо при эксплуатации насоса учитывать следующие требования:

Техническое обслуживание насосов необходимо проводить с периодичностью 700-750 часов работы (ориентировочно 1 мес. наработки). Данное обслуживание включает в себя следующие работы:

- проверка подшипников и их замена при необходимости (в последующий планируемый текущий ремонт);
- чистка и промывку картера;
- замена масла;
- промывка маслопроводов;
- ревизия сальников (при необходимости их замена);
- проверка муфты и уплотнений крышек подшипников;
- проверку центровки насоса и качество его крепления на фундаменте.

Текущий ремонт насосов проводится через каждые 4300 - 4500 часа работы, и включает следующие операции:

- разборка;
- ревизия;
- проверка ротора на наличие биений в корпусе;
- проверка зазоров в уплотнениях;
- проверка шеек вала на конусность и эллиптичность (при необходимости он протачивается и шлифуется);
- устранение дефектов всех деталей и узлов насоса, замеченных при визуальном осмотре;
- замена подшипников качения;
- проверка состояния корпуса с помощью дефектоскопии.

Капитальный ремонт проводится по мере необходимости (обычно через 25000—26000 ч работы), и включает в себя:

- полный объем ТО и ТР;
- более тщательную ревизию всех узлов и деталей;
- при необходимости замену рабочих колес, валов, уплотнительных колец корпуса, грандбука, распорных втулок, прижимных втулок сальника;
- снятие корпуса насоса с фундамента, при необходимости наплавка и расточка посадочных мест на корпусе.

Практика показывает, что при эксплуатации насосного оборудования на ТЭЦ, большую часть имеет быстроизнашиваемые запчасти - механический износ (см. рисунок 1-3).



Рисунок 1- Механический износ радиально-упорных подшипников



Рисунок 2 - Механический износ подшипника скольжения



Рисунок 3 - Механический износ рабочего колеса насоса сырой воды

В связи с этим, для исключения долгосрочного ремонта необходимо иметь ряд запасных деталей, который определяется отделом обеспечения технического состояния тепломеханического оборудования.

Заключение.

Насосное оборудование является наиболее ответственным звеном в работе ТЭЦ.

От их рабочих параметров (производительности, давления, числа оборотов, мощности и др.) зависит в целом работоспособность насосного агрегата.

Однако каждый агрегат имеет определенную наработку в часах гарантирующую безаварийную работу силового оборудования, а далее требует определенной профилактики или ремонта.

В данном исследовании отражены вопросы износа оборудования и организации основных видов ремонта насосов.

Более подробно дана технология ремонта насосов.

Подготовка и проведение всех видов ремонта силового оборудования с учетом методов математической статистики требует дальнейшего практического исследования.

### Список литературы

1. Титов В.А. Монтаж оборудования насосных и компрессорных станций. – М.: Недра, 1989
2. Токарев Б. Ф. Электрические машины. Учеб. пособие для вузов. - М: Энергоатомиздат, 1990.
3. Чичедов Л.Г. и др. Расчет и конструирование нефтепромыслового оборудования. М. Недра, 1987.
4. Шапиро В.Д. Проблемы и организация ремонтов на объектах нефтяной и газовой промышленности. – М.: ВНИОЭНГ, 1995

М.В. Иванов, К. А. Трофимов, П. А. Костенков  
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭТОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

Аннотация. Для повышения уровня качества и скорости производства яиц и птичьего мяса необходимо изучить влияние этологических (поведенческих) реакций птицы на различные условия окружающей среды. Для объективного мониторинга этологических реакций, например, птицы можно применять техническое зрение, анализ результатов которого позволит создать необходимую базу данных.

Мясо домашней птицы находится на втором месте по наиболее употребляемому типу мяса после свинины [1, 2]. Мясо и яйца домашней птицы содержат белок высокого качества. Поэтому люди начали приручать диких птиц много лет назад. Изначально люди находили яйца и выводили из них птиц. В последствии это привело к постоянному содержанию птиц в неволе. Нынешние потомки диких птиц, в связи с эволюцией и искусственным отбором (с целью получения новых пород, увеличения яйценоскости, ускорения роста), сильно отличаются от своих предков. Для удовлетворения рыночного спроса большинство птиц выращиваются на предприятиях интенсивного промышленного птицеводства (птицефабрики) с использованием цифровых технологий для поддержания искусственно наиболее эффективных параметров микроклимата для птицы.

Птица, как и любой биологический объект, подвержен заболеваниям. При этом поведение птицы изменяется [3, 4]. Анализируя поведенческие (этологические) реакции птицы можно оценить уровень ее здоровья. Поэтому для повышения уровня качества и скорость производства яиц и птичьего мяса мониторинг этологических (поведенческих) реакций птицы на различные условия окружающей среды с помощью технического зрения является актуальной задачей.

Этология – это дисциплина зоологии, изучающая генетически обусловленное поведение (инстинкты) животных, а также составные части инстинктивного поведения (потребность, ключевые стимулы, рефлексy и т. д.). Поведение птицы охватывает все ее действия, от заглатывания корма до реакции на факторы окружающей среды, включая других животных, в том числе особей своего вида. Большинство пове-

денческих актов у птиц являются врожденными, то есть инстинктивными и поэтому для их осуществления не нужен предшествующий опыт (научение). Например, некоторые виды всегда чешут голову, заноса ногу над припущенным крылом, а другие – просто вытягивая ее вперед. Такие инстинктивные действия столь же характерны для вида, как форма тела и окраска.

Область применения технического зрения очень разнообразна [5, 6, 10]. Например, оно используется в крупном промышленном производстве для ускорения производства уникальных продуктов, в системе безопасности в промышленных условиях и т.д. [7, 8, 9]. Кроме этого, системы технического зрения широко используются в производстве полупроводников, без них процент работающих микросхем был бы сильно ниже. В настоящее время системы технического зрения все шире и шире используются в сельском хозяйстве для повышения эффективности управления производственным процессом сельскохозяйственных культур. Например, системы технического зрения широко применяют для качественной и количественной оценки физико-механических и агротехнических свойств почвы как одного из важных факторов управления производственным процессом. Деформация почвы и структурные изменения, величина уплотнения, содержание органического вещества, водоудерживающая способность - это те факторы, которые могут быть оценены качественно и количественно при помощи систем технического зрения и, полученная при этом информация, может быть использована при выработке решений по управлению этими факторами. Так, структура почвы зависит от размера и формы частиц и существенно влияет на ее водоудерживающую способность и должна учитываться при определении режимов полива.

Заключение. Таким образом, использование цифровых систем технического зрения для мониторинга этологических реакций биологических объектов позволит создать объективную базу данных поведенческих реакций для оперативного принятия необходимых решений, реализация которых позволит ускорить рост и развитие птицы, улучшить качества мяса и увеличить яйценоскость домашних птиц.

## Список литературы

1. Кондратьева Н.П. Система технического зрения для статических и динамических объектов предприятий апк / Кондратьева Н.П., Соколов М.Г., Кондратьев Р.Г., Петров Р.Н. // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 4 (41). С. 37-40.

2. Кондратьева Н.П. Программа для систем автоматического регулирования параметров микроклимата в животноводческих помещениях / Кондратьева Н.П., Широбокова Т.А., Иксанов И.И., Ильясов И.Р., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г. // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2016617931, 18.07.2016. Заявка № 2016613039 от 04.04.2016.

3. Кондратьева Н.П. Совершенствование систем автоматического регулирования освещения в птицеводстве / Кондратьева Н.П., Баранова И.А., Юран С.И., Баженов В.А., Владыкин И.Р. // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1 (57). С. 57-67.
4. Кондратьева Н.П. Управление поведением живых существ с помощью цифровых технологий / Кондратьева Н.П., Бузмаков Д.В., Ильясов И.Р., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г. // Евразийское Научное Объединение. 2020. № 8-2 (66). С. 107-110.
5. Большин Р.Г. Разработка цифровых автоматизированных систем для управления поведением живых объектов / Большин Р.Г., Кондратьева Н.П., Краснолуцкая М.Г. // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 65-1. С. 126-129.
6. Кондратьева Н.П. Цифровые электротехнологии для управления поведением насекомых / Кондратьева Н.П., Бузмаков Д.В., Ильясов И.Р., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г. // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 3 (40). С. 9-16.
7. Кондратьева Н.П. Цифровые технологии для мониторинга параметров микроклимата / Кондратьева Н.П., Ваштиев В.К., Радикова А.В., Шишов А.А. // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году науки и технологии в России. Ижевск, 2021. С. 106-109.
8. Кондратьева Н.П. Цифровые световые технологии для управления поведением galleria mellonella / Кондратьева Н.П., Бузмаков Д.В., Ильясов И.Р., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г. // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2021. Т. 15. № 1. С. 78-83.
9. Kondrateva N.P. Effect of optical radiation on greater wax moth (galleria mellonella l.) - pest of bee colonies / Kondrateva N.P., Buzmakov D.V., Bolshin R.G., Krasnolutskaia M.G., Kirillov N.K., Zaitsev P.V., Rybakov L.M., Osokina A.S. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference, AgroScience 2019. 2020. С. 012036.
10. Kondrateva N.P. Study of operating modes of a controllable lighting system consisting of a triac dimmer and a led light source with a controllable driver / Kondratieva N.P., Filatov D.A., Terentiev P.V. // Light & Engineering. 2020. Т. 28. № 4. С. 84-90.

УДК 628.93-047.465:004

К.В. Свинобой

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## АДАПТИВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Аннотация. Свет настолько привычное сопровождение в жизни, что люди не задумываются над его разнообразными свойствами, которые влияют на жизнь. Учеными было выяснено, что различная цветовая температура окружающих источников света может влиять на работоспособность, самочувствие и здоровье как человека так и животных [1-5]. Помимо этих факторов, свет также влияет на режим работы и качество сна.

Целью работы было имитировать цикл смены дня и ночи с помощью освещения. Воздействовать на выработку мелатонина и кортизола с помощью света в комнате с разной температурой свечения

По статистике в мире бессонница встречается у 36,5% населения планеты. Бессонница приводит к неприятным и опасным последствиям в виде перехода заболеваний в хроническую форму, неврологических расстройств, патологий внутренних органов и психических нарушений. Одной из проблем бессонницы является сбитый циркадный цикл. Циркадный цикл – это цикл биологических событий организма, такие как сон, пищеварение, температура тела, повторяющиеся 24 часа. Оптимальный циркадный цикл обеспечивает человеку здоровый сон и хорошее настроение. На циркадные циклы влияют количество света и его цветовая температура. Организм регулирует внутренние часы по солнечному циклу. От предков-животных нам достался эпифиз - участок, помещенный в самый центр мозга и связанный зрительными нервами с глазами. Как только естественный свет уменьшается, эпифиз начинает вырабатывать гормон мелатонин (гормон отдыха), а при увеличении естественного света, эпифиз начинает вырабатывать гормон кортизол (гормон бодрости).

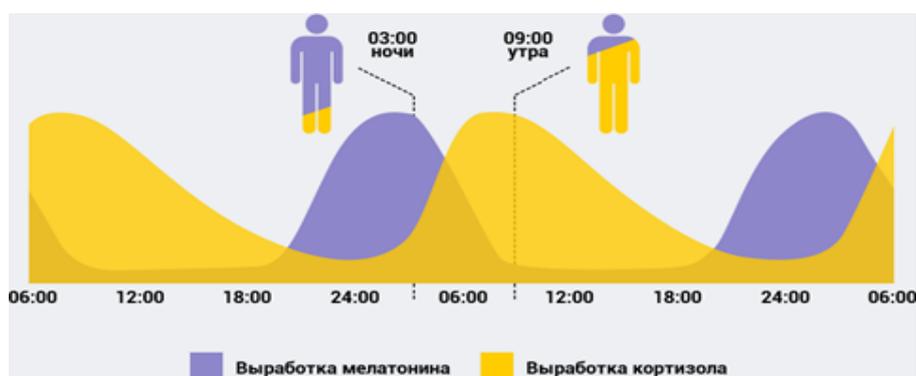


Рисунок 1 – Выработка мелатонина и кортизола в течении суток

Определено, как температура различная свечения влияет на организм, его поведение и здоровье [6, 7]. Например, свет нейтрально белых оттенков (4000К - 5800К), вырабатываемый электроникой и различными источниками света, повышает внимание, время реакции и настроение. Это может быть хорошим качеством в дневное время, а в ночное время это может стать проблемой. Комнатное освещение в нейтрально белых оттенках в ночное время оказывает эффект подавление на гормон мелатонин, что сказывается на качестве сна. Нарушение функций выделения мелатонина увеличивает риски заболевания.

Поэтому исследование и разработка [8-12] устройств адаптивного освещения является актуальной задачей. Адаптивное освещение — это автоматическая подстройка температуры света в помещении в течение дня.

Для наглядности был изготовлен макет комнат с установленной системой ALRsys (AL Room system) - управляющий блок и светодиодное освещение с изменяемой температурой цветности белого света. Система включает в себя блок управления освещением, LED-лампы с биполярными диодами теплого и холодного свечения. За временем будет следить датчик реального времени DS3231, за сбор информации с телефона будет отвечать bluetooth модуль HC-06, за сбор данных с датчиков, управление освещением и обработку полученных данных со смартфона будет отвечать Arduino nano.



Рисунок 2 – Макет разработанного образца на основе Arduino nano

По умолчанию в системе предусмотрены следующие функции:

1. Функция “рассвет”. Функция рассвет представляет из себя будильник. В заданное человеком через приложение на телефоне время освещение будет имитировать рассвет. Плавно увеличивая яркость и изменяя температуру освещения с 2000К до 4000К.

2. Функция “закат”. Функция “закат” представляет из себя имитацию заката. После выключения человеком света перед сном освещение не выключается сразу. Плавно уменьшая яркость и, изменяет температуру освещения с (какая была в комнате) до 2000К.

3. Функция “Работа”. Данная функция работает при дополнительном освещении на рабочем месте. При включении света температура освещения на небольшое время плавно возрастает до 6500К, а затем снижается до 5800К. В идее данной функции поможет человеку взбодриться, настроит на работу, но так как человеку не желательно находиться в холодно белом освещении длительное время она снижается до нейтрально белого света

Вывод: благодаря искусственному освещению, можно управлять самочувствием, психическим состоянием и работоспособностью человека. Подстройка температуры света в помещении в течение дня также плодотворно сказывается на циркадных циклах.

## Список литературы

1. Обоснование рационального режима питания установок наружного освещения сельских населенных пунктов/Кочетков Н.П., Широбокова Т.А., Трефилов Е.Г.//Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 2 (16). с. 17-20.
2. Результаты экспериментальных исследований осветительного прибора на основе светодиодов с улучшенными техническими характеристиками/Возмилов А.Г., Широбокова Т.А., Илимбетов Р.Ю., Шувалова Л.А.//АПК России. 2019. Т. 26. № 2. С. 189-192.
3. Программа для систем автоматического регулирования параметров микроклимата в животноводческих помещениях/Кондратьева Н.П., Широбокова Т.А., Иксанов И.И., Ильясов И.Р., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г.//Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2016617931, 18.07.2016. Заявка № 2016613039 от 04.04.2016.
4. Алгоритм расчета конструктивных параметров светодиодного осветительного прибора/Возмилов А.Г., Широбокова Т.А., Астафьев Д.В., Лошкарёв И.Ю.//АПК России. 2019. Т. 26. № 2. С. 185-188.
5. Результаты экспериментальных исследований осветительного прибора на основе светодиодов с улучшенными техническими характеристиками/Возмилов А.Г., Широбокова Т.А., Илимбетов Р.Ю., Шувалова Л.А.//АПК России. 2019. Т. 26. № 2. С. 189-192.
6. Цветовая температура: разновидности и влияние на человека [Электронный ресурс] – Режим доступа [https://svetguru.com/article\\_items/cvetovaya\\_temperatura\\_raznovidnosti\\_i\\_vliyanie\\_na\\_cheloveka/](https://svetguru.com/article_items/cvetovaya_temperatura_raznovidnosti_i_vliyanie_na_cheloveka/) Дата обращения 30.04.21
7. Влияние цветовой температуры освещения на человека [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.besmart.su/article/vliyanie-cvetovoy-temperatury-osveshheniya-na-cheloveka/> Дата обращения 30.04.21
8. Automation of artificial lighting design for dairy herd cows/Loshkarev I.Y., Shirobokova T.A., Shuvalova L.A.// Journal of Physics: Conference Series. The proceedings International Conference "Information Technologies in Business and Industry". 2019. С. 042018.
9. Разработка энерго- ресурсосберегающих осветительных установок для АПК/Широбокова Т.А., Поспелова И.Г., Набатчикова М.А., Иксанов И.И.//Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 3 (40). С. 95-102.
10. Implementation of the energy-saving lighting mode in the poultry-farming house due to the automated control system/Loshkarev I.Y., Shirobokova T.A., Baranova I.A., Batanov S.D.// Journal of Physics: Conference Series. The proceedings International Conference "Information Technologies in Business and Industry". 2019. С. 042019.

**СЕКЦИЯ «БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА НА ОБЪЕКТАХ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СТРОИТЕЛЬСТВА И АПК»**

УДК 629.039.58

Л.И. Салаватуллина  
ФГБОУ ВО УдГУ

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ,  
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙ НА ОПАСНЫХ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ ПОДЗЕМНЫХ  
ХРАНИЛИЩ ГАЗА (ПХГ)**

Аннотация. В данной статье мы в первую очередь знакомимся с понятием и технологическим процессом ПХГ, рассматриваем проблемы промышленной безопасности на объектах, где они находятся.

Проблема эксплуатации объектов ПХГ является очень актуальной в нефтегазовой отрасли, так как представляет достаточно большую аварийную угрозу, что может привести к опасным последствиям на данных производственных объектах.

Наша задача минимизировать риски возникновения таких аварий, но для начала нужно разобраться с тем, как работает данный комплекс инженерно-технических сооружений и какие существуют решения для его промышленной безопасности.

Актуальность. Проблема эксплуатации объектов ПХГ является очень актуальной в наши дни в сфере нефтегазового комплекса, ведь подземное хранилище газа играет большую роль в современном мире для всего человечества. Создание обычных ПХГ и хранилищ СПГ (сжиженного природного газа) обеспечивает экономически гибкую систему регулирования сезонной и суточной неравномерности газопотребления. Подземные хранилища газа (ПХГ) являются неотъемлемой частью системы газоснабжения России и расположены в основных районах потребления газа. Использование ПХГ позволяет регулировать сезонную неравномерность потребления газа, снижать пиковые нагрузки в единой система газоснабжения, обеспечивать гибкость и надежность поставок газа. Сеть ПХГ обеспечивает в отопительный период свыше 20% поставок газа российским потребителям, а в дни резких похолоданий эта величина может превышать 40%.

Также ПХГ обеспечивают покрытие пиков потребления, сглаживание сезонной неравномерности, уменьшают стоимость транспортировки до центров потребления, и только в последнюю очередь создают резервы безопасности, на случай нарушения

снабжения: «технические» резервы, используемые при авариях в системе газоснабжения и стратегические резервы, используемые при частичных нарушениях поставок по политическим или экономическим причинам. На территории Российской Федерации расположены 26 объектов подземного хранения газа, из которых 8 сооружены в водоносных структурах, 1 в отложениях каменной соли и 17 - в истощенных месторождениях.

Предметом исследования являются объекты ПХГ.

Метод данного исследования – теоретический: ознакомление с технологическим процессом ПХГ; анализ существующих путей решения проблем для обеспечения безопасности объектов ПХГ для дальнейшего изучения в магистерской диссертации.

Материалами для данного исследования выступают собранные теоретические материалы авторов учебников и научных статей по данному направлению, анализ нормативно- правовой базы в части промышленной безопасности.

Результатом исследования является ознакомление с актуальной проблемой и с существующими способами ее решения, выбор темы для магистерской диссертации, разработка плана для ее написания.

Хранение газов является существенной частью нефтегазовой отрасли. В связи с тем, что данные процессы отличаются высокой пожаро- и взрывоопасностью, обеспечение промышленной безопасности опасных производственных объектов подземных хранилищ газов представляет собой **основную задачу**. Зачастую, в таких хранилищах производят хранение сжиженных углеводородов при использовании достаточно больших избыточных давлений. К таким газам относятся: пропан, пропилен, изобутан, пропан-бутановые смеси и другие.

Подземные хранилища газа (ПХГ) представляют собой совокупность разных объектов с длительным сроком службы в условиях многокомпонентных и многофакторных неопределенностей внешних и внутренних эксплуатационных природных и техногенных воздействий, находятся они в определенных пластах геологических структур и горных выработках, которые используются для хранения, закачки и отбора газа. Как показывают исследования О.Б. Брагинского «Значительное распространение получили подземные хранилища, в которых хранение реализуется в пластах пористых пород. Такие породы представлены водоносными структурами и истощенными месторождениями. Встречаются случаи использования горных выработок каменного угля и других ископаемых в качестве подземных хранилищ, в этом случае также возникает опасность взрывов и пожаров, что может привести к серьезным последствиям на объекте»[1]. ФЗ-116 регламентирует промышленную безопасность опасных производственных объектов нефтегазовой промышленности.[2] Существуют и специфические требования к таким объектам, которые указаны в Федеральных нормах и правилах: «Правила безопасной эксплуатации подземных хранилищ газов».

## Виды подземных хранилищ газа (ПХГ)



### В ВЫРАБОТАННЫХ ГАЗОВЫХ И НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Это наилучший объект для создания в нем ПХГ

- + Месторождение полностью разведано: известны геометрические размеры и форма площади газоносности, герметичность покрышки
- + Есть возможность использовать скважины и оборудование старых промыслов



### В ВОДОНОСНЫХ СТРУКТУРАХ

Пористые водоносные горизонты с надежными непроницаемыми покрышками могут использоваться как ПХГ.



### В СОЛЯНЫХ КАВЕРНАХ

В соляных кавернах может храниться как газ, так и жидкие углеводороды.

- + Соляная каверна – идеально герметичный резервуар, так как соляной купол непроницаем для газа
- + ПХГ в соляных кавернах обеспечивают самую высокую суточную подачу газа

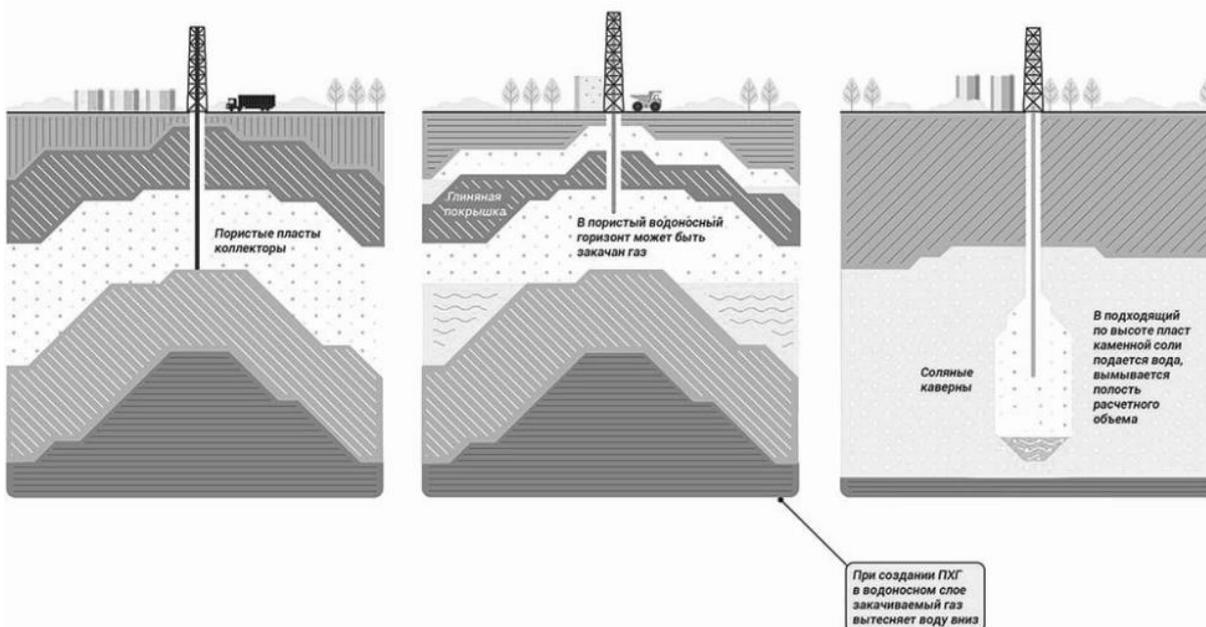


Рисунок 1 - Виды подземных хранилищ газа.

К подземным хранилищам газов относятся следующие системы:

1. Базисные объекты, предназначены для обеспечения сезонной неравномерности потребления газа при условии стабильных режимов газопотребления в момент сезона отбора газа. Сезонная неравномерность составляет порядка нескольких месяцев. Такие системы наиболее часто распространены.
2. Пиковые объекты, которые предназначены для обеспечения кратковременной неравномерности газопотребления в несколько суток. Для пиковых систем характерны значительные изменения суточной производительности во время отбора.
3. Стратегические объекты, предназначенные для образования долгосрочного запаса газа, который используется только в строго исключительных случаях;
4. Газгольдерные объекты, которые предназначены для обеспечения кратковременной неравномерности газопотребления, которая определяется кратковременными закачками газа в сезоне отбора. Величина кратковременной неравномерности составляет несколько суток. Основные аспекты промышленной безопасности опасных про-

изводственных объектов подземных хранилищ газов закладываются на стадии проектирования. Особые требования распространяются на возможность управления движением газовой среды и ее проникновением вне подземного хранилища. Одним из главных документов, в котором предусматриваются требования безопасности рассматриваемых объектов, является технологический проект. В частности, технологический проект должен учитывать мероприятия по проведению контроля герметичности объекта на стадии проведения его строительства и эксплуатации. При проведении проектирования должна разрабатываться система проведения контроля распространения газа в подземном хранилище. Такая система на период ее создания должна обеспечивать следующие возможности:

1. Возможность контроля распространения газа;
2. Возможность контроля герметичности;
3. Возможность контроля газонасыщенности в различных участках объекта подземного хранилища газа.

Важно, чтобы система была снабжена широким набором датчиков с высокой чувствительностью, достаточной для обнаружения даже малых концентраций газа, для установления областей потери герметичности подземных хранилищ. Прежде чем начать разработку проектной документации, должен быть разработан технологический проект на эксплуатацию и создание опасных производственных объектов подземных хранилищ газов.

Данный технологически проект должен содержать:

1. Исходные данные для проведения технологического проектирования;
2. Геологическое строение площади, на которой будет производиться эксплуатация объекта;
3. Основные сведения о гидрологии площади;
4. Состояние фонда скважин;
5. Сведения о поглощительных и контрольных пластах.

Большой важностью является соблюдение требований безопасной эксплуатации подземных хранилищ газов. Эксплуатация объектов подземных хранилищ газов должна проводиться в соответствии с данными технологического проекта и расчетным режимом эксплуатации объекта. Как только объект будет выведен на проектные показатели, вводятся систему контроля геолого-геофизического состояния искусственной газовой залежи.

Такая система должна осуществлять следующие виды контроля:

1. Контроль распространения газа в хранилище;
2. Контроль перетоков газа за границы хранилища;

3. Передачу информации о проведении замеров состояния хранилища в реальном режиме времени. Вся информация должна передаваться на диспетчерский пункт.

Вышеуказанная система контроля состоит из пяти основных элементов:

1. Наблюдательные скважины (включая пьезометрические и геофизические наблюдательные скважины);
2. Устьевые замерные устройства;
3. Замерные устройства, которые устанавливаются внутри скважин;
4. Средства для передачи информации;
5. Средства для обработки и визуализации информации о состоянии подземного хранилища газов.

При проведении эксплуатации подземных хранилища газов, проводится авторский надзор за их эксплуатацией непосредственно автором технологического проекта.

В особенности важен надзор за соблюдением режимов эксплуатации объектов подземных хранилищ газов, который включает в себя:

1. Мероприятия по предупреждению образования солей и гидратов в колоннах лифтовых труб, призабойной зоне пласта, наземном оборудовании и трубопроводах. Образование таких отложений во многом влияет на промышленную безопасность, поскольку может приводить к локальному повышению давления и появлению препятствий при движении технологических сред. Поскольку образование отложений солей и гидратов происходит в результате изменения термодинамических параметров системы (температуры и давления) при проведении ряда технологических операций. Обеспечение автоматизированного контроля за термобарическим режимом является одним из решений данной проблемы;

2. Мероприятия, которые направлены на предупреждение износа оборудования скважин, наземного оборудования и трубопроводов, который вызван воздействием механических примесей и коррозионно-активных веществ.

Высокие давления, воздействие углеводородных газов приводят к усиленному износу металла. Помимо механического абразивного износа, сильное влияние коррозионного растрескивания, которое достаточно сильно выводит из строя оборудование и трубопроводы.

В качестве основных мероприятий в данном направлении могут рассматриваться:

1. Нанесение износостойких покрытий;
2. Организация периодических мероприятий по неразрушающему контролю (контролю износа металла и его состояния);
3. Нанесение химических стойких покрытий;
4. Устранение мест концентрации повышенных остаточных напряжений;

5. Контроль коррозионно-усталостного износа оборудования с применением неразрушающих методов;

6. Мероприятия по сохранению производительности подземного хранилища газов и его фильтрационно-емкостных свойств.

Важным является организация контроля технического состояния скважин, который включает в себя:

1. Измерение температуры и давления газа в устье скважины;
2. Замеры количества жидкости, которая выносится потоком газа;
3. Замеры межколонных давлений;
4. Отбор проб газа и их анализ;
5. Определение количества механических примесей, выносимых потоком газа;
6. Отбор проб и анализ пластовой жидкости;
7. Проведение измерений производительности скважины;
8. Проведение контроля потерь давления в стволе, забое и шлейфе скважины.

Эксплуатация опасных производственных объектов подземных хранилищ газов включает в себя организацию мониторинга на период опытно-промышленной эксплуатации объекта. Необходимость использования мониторинга вызвана тем, что подземные хранилища газов обладают большими объемами, и хранение газа может вызывать значительные техногенные изменения. Мониторинг недр позволяет в значительной степени контролировать процесс воздействия опасного производственного объекта на окружающую среду при его эксплуатации. Мониторинг проводится в пределах горного отвода, которых расположен на каждом определенном объекте.

Объектный мониторинг включает в себя следующие виды работ:

1. Получение, обработка и анализ данных о состоянии недр в процессе эксплуатации объекта;
2. Проведение оценки состояния объекта;
3. Проведение прогнозирования изменения состояния объекта;
4. Прогнозирование техногенных процессов в объектах подземных хранилищ газов и их своевременное выявление;
5. Снижение негативного воздействия геологических процессов, а также предотвращение такого рода воздействий.

Нельзя не отметить данные мероприятия, однако, важно не только организовывать такие меры по снижению воздействия геологических процессов, но и прогнозировать такие процессы. В современном законодательстве в данной области присутствует понятие мониторинга и абсолютно не упоминается понятие моделирования геологических процессов, для обеспечения безопасности объектов подземных хранилищ газов. Современные геофизические технологии и моделирующие системы позволяют с высокой долей достоверности производить прогнозирование состояния

геологической обстановки, поэтому в будущем такие подходы будут использоваться все более и более часто для обеспечения промышленной безопасности.

Аналогичный подход может использоваться для прогнозирования негативного влияния техногенных процессов, проведения информирования пользователей недр и органов государственной власти об изменении состояния недр. Данное информирование, в соответствии с федеральными нормами и правилами [3] должно производиться регулярно. Стоит выделить ответственность эксплуатирующей организации за предоставление достоверной и полной информации о любых изменениях, возникших в результате эксплуатации объектов подземного хранения газов. Объектный мониторинг включает в себя контроль широкого спектра параметров, которые отражены в пп. 35 Федеральных норм и правил [3], к основным из которых относятся: общий объем газа, буферный объем газа, точка росы и состав газа, давления и уровни в контрольных горизонтах и другие.

Выводы:

Исходя из вышесказанного стоит отметить, что обеспечение промышленной безопасности подземных хранилищ газов представляет собой очень важную задачу. Разработка более совершенных подходов обеспечения промышленной безопасности подземных хранилищ газов является ключевой проблемой, которая должна быть решена в будущем. Большую роль в обеспечении промышленной безопасности при эксплуатации таких объектов будут иметь применение автоматизированных систем контроля за их состоянием, которые в комплексе отдельных элементов будут способствовать повышению уровня промышленной безопасности на опасных производственных объектах газовой и нефтяной отраслях.

## Список литературы

1. Брагинский, О. Б. Нефтегазовый комплекс мира / О. Б. Брагинский. — М: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2006. — 640 с.
2. Федеральный закон РФ от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности подземных хранилищ газа».
4. Вяхирев Р.И. Разработка и эксплуатация газовых месторождений / Р.И. Вяхирев, А.И. Гриценко, Р.М.Тер-Саркисов.- Москва: Недра, 2002.-880 с.
5. Власов С.В., Губанок И.И., Салюков В.В., и др. «Система инструментального мониторинга промышленной безопасности технологических объектов// Газовая промышленность. 2004. №9 82с.

УДК 489.5

И.М. Бабинцева  
ФГБОУ ВО УдГУ

## **МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА**

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены основные проблемы при функционировании системы управления охраной труда на предприятиях, предложены пути их решения, мероприятия по улучшению эффективности системы управления охраной труда на примере предприятия нефтегазовой отрасли.

**Актуальность.** Реформирование системы управления охраной труда от реагирования на страховые случаи к управлению процессами снижения рисков повреждения здоровья работников через создание системы оценки, контроля и управления профессиональными рисками, используемой как на уровне отдельного работодателя (юридического или физического лица), так и на различных уровнях управления охраной труда, включая личное участие самих работников в повышении безопасности своего труда является важным шагом по улучшению эффективности системы управления охраной труда. В управление профессиональными рисками должен быть заложен фундаментальный принцип «кто создает риски, у того больше возможностей ими управлять».

Необходимо проводить многочисленные исследования по поиску путей совершенствования системы охраны труда и разрабатывать мероприятия по снижению производственного травматизма, а также целесообразно внедрять автоматизированные системы управления безопасностью персонала [7].

Мотивированность работников организации на соблюдение требований безопасности труда, вовлеченность в процесс идентификации рисков на рабочем месте, установленные графики тренировок для отработки скоординированных действий по предупреждению и локализации аварий, необходимы для предотвращения несчастных случаев и проф. заболеваний, предупреждению аварий [9].

Для реализации работодателями системы управления охраной труда с вовлеченностью работников в своих организациях, необходимо учитывать мотивированность работников российских предприятий и зарубежных. Среди мотивирующих факторов в отечественных организациях, в качестве главного, выделяется уровень оплаты труда, при этом необходимо устанавливать справедливую заработную плату, так как мотивация работника может падать и при недостаточном, и при избыточном материальном стимулировании. Также сотрудники российских компаний предпочитают такие спо-

собы поощрения, как дополнительный выходной или сокращение рабочего дня, гибкий рабочий график, выражение публичной благодарности и признания работнику, возможность выполнять часть работы на дому и т.д. Японская модель мотивирования - рост заработной платы наблюдается в связи с повышением квалификации, трудовым участием сотрудника, что усиливает мотивацию к трудовой деятельности, которая находится в зависимости от результатов работы. Американская модель мотивирования основана на повременной оплате труда с нормированными заданиями, которые предусматривают множество форм премирования. Особенность всех европейских компаний заключается в постепенной минимизации доли материальных вознаграждений и увеличение доли нематериальных стимулов, возрастание роли и степени участия работника в деятельности всей организации. [5] Работодателю стоит учитывать, что инструменты вовлечения работников должны быть ориентированы на соответствующие категории и уровни управления, с разной степенью компетентности и возможностей [8].

Материалы и методы. Повышение эффективности системы управления охраны труда на примере АО «Белкамнефть» им. А.А. Волкова.

Результаты исследований. Одним из основных свойств любой системы, в том числе и системы управления охраной труда, является ее постоянное улучшение. Для эффективной работы, система управления ОТ должна иметь постоянное вливание финансовых, материальных, трудовых ресурсов, информационно-технологических [1].

Возможности научно-технического прогресса расширяют представления об оптимизации производства, улучшении его качества и контроля безопасности на рабочих местах за счет искусственного интеллекта, интернета вещей, беспилотных летательных аппаратов, 3D-печати, нанотехнологий, биотехнологий и квантовых компьютеров [6].

Принятие и внедрение СУОТ в организации, определяемая документами, представленными для общего доступа для всех работников, повышает уровень организованности учреждения, а, следовательно, и эффективности.

Результативность системы управления повышается при использовании концепции и целей, результатов проверок, анализа данных, корректирующих и предупреждающих действий. Регистрация и анализ происшествий, которые в реальности не привели к более тяжелым последствиям служит основой для снижения аварийности и травматизма. Метод регистрации опасных ситуаций позволяет анализировать поведение и действия персонала при выявлении опасной ситуации, планировать и контролировать выполнение корректирующих мероприятий, составлять отчеты [2].

Реализация программы повышения эффективности охраны труда, требует административной поддержки в форме вполне осязаемого руководства – грамотных и ква-

лифицированных специалистов в области охраны труда, а поэтому обучение в области охраны труда работников играет также важную роль.

Главным аспектом в системе управления охраной труда является управление человеческими ресурсами на предприятиях, основанных на совершенствовании персонала [4].

Основными проблемами в управлении охраной труда являются:

- Несвоевременное и некачественное обучение работников предприятия, отсутствие достаточной профессиональной компетентности и снижение порога опасности, ответственности и притупление бдительности работника в процессе производства, имеющего достаточный производственный стаж (максимальная оптимизация рабочего процесса самим работником путем сокращения времени на подготовку к работе, подготовку инструмента, оценку условий работ). Предлагаемые пути решения - проведение инструктажей, обучение безопасным приемам выполнения работ, добавление видео и аудио сопровождения, создание наглядных схем и моделей ситуаций в дополнение к сухому тексту программ первичного или повторного инструктажа, более полное использование современных технологий обучения и проверки знаний требований охраны труда, влияние на самостоятельное осознание сотрудником последствий пренебрежения требованиями охраны труда, оценка рисков.

- Неподготовленность персонала всех звеньев управления к принятию правильных решений в нештатной (аварийной) ситуации, что, в свою очередь, приводит к более тяжелым последствиям как для самого пострадавшего, так и для его окружения. Кроме того, большинство работников имеют склонность паниковать, что, в свою очередь, является препятствием на пути принятия адекватного и правильного решения, которое будет способствовать снижению риска и спасению пострадавшего. Для того, чтобы предотвратить развитие отягчающих факторов в случае аварии, несчастного случая или даже микротравмы (опасного действия работника) необходимо постоянно прорабатывать ключевые действия персонала, чтобы предотвратить наступление таких событий. Для этого требуется четкое донесение до сотрудников, согласно специфике их деятельности, информации о том, каким образом необходимо действовать в первую очередь, во вторую, а каким совершенно недопустимо при текущем развитии событий.

- Нарушение трудового режима (режима труда и отдыха) работников предприятия (нехватка времени отведенного отдыха, ведущая к накоплению усталости и утомления; раздражительность; спешка, желание закончить работу как можно скорее любой ценой; снижение трудоспособности; возрастание риска возникновения заболевания. Все вышеперечисленные факторы негативно влияют на соблюдение охраны труда, повышают уровень аварийности, производственный травматизм, заболеваемость, вызванная производственными факторами. Решение данной проблемы охраны

труда заключается в строгом соблюдении режима труда и отдыха согласно ТК РФ, исключении необходимости привлекать работников работам, длящимся дольше установленного времени, и работам в выходные дни. Но в случае, если в виду особенностей производства все же невозможно исключить переработки, требуется максимально снизить негативные последствия воздействия вредных и опасных факторов, проводить эффективные профилактические и реабилитационные мероприятия.

- Экономия работодателей на мероприятиях по охране труда: приобретение средств индивидуальной защиты, санаторно-курортное лечение работников необходимое для предупреждения повреждения здоровья работников, несчастных случаев и для профилактики проф. заболеваний. Пути решения – осознание ответственности работодателя путем разработки экономических мероприятий с учетом целесообразности расходов на ОТ и с учетом возможного причиненного ущерба [3].

В организации АО «Белкамнефть» им. А.А. Волкова существует комплексный подход к организации системы управления охраны труда, что позволяет достичь существенных успехов в повышении конкурентоспособности предприятия, что включает в себя следующие преимущества:

- повышение имиджа менеджмента предприятия, активно занимающегося повышением качества жизни человека;

- обеспечение соответствия корпоративной деятельности требованиям законодательства в сфере охраны и безопасности труда,

- осуществление эффективного контроля за опасными производственными факторами и управление рисками, возникающими в процессе производственной деятельности, что влечет уменьшение потерь ресурсов;

- существенное снижение непроектных потерь, возникающих при устранении ущерба, полученного предприятием при наступлении несчастного случая, уменьшения страховых выплат и прочее;

- улучшение безопасности и качества рабочих мест, психологического климата в коллективе, что приводит к росту производительности труда.

Для повышения эффективности управления охраной труда в организации АО «Белкамнефть» им. А.А. Волкова предлагаются следующие мероприятия:

- все работники предприятия должны быть вовлечены и замотивированы к соблюдению техники безопасности, а, следовательно, к управлению рисками на рабочих местах.

- проведение производственного контроля условий труда на рабочих местах,

- выполнение корректирующих и предупреждающих мероприятий,

- контроль над использованием соответствующих СИЗ, СИЗОД,

- контроль над соблюдением инструкций по охране труда и техники безопасности работниками.

Все это является первой и важной ступенью к предотвращению и сокращению травматизма, аварийности. Выявленной проблемой в системе управления охраной труда на предприятиях в нефтегазовой отрасли, на примере АО «Белкамнефть» им. А.А. Волкова, является человеческий фактор, а также несвоевременная актуализация документов по СУОТ в структурных подразделениях и не достаточный контроль за выполнением мероприятий по устранению нарушений, выявленных проверками производственного контроля, по направлению деятельности. Решение проблемы - контроль над выполнением корректирующих и предупреждающих действий позволит привести к постоянному улучшению.

Выводы. Эффективное функционирование СУОТ с оценкой и управлением профрисками, позволит организации быть в списке организаций с максимально безопасными условиями труда.

### Список литературы

1. Глушков В. А., Сайфутдинов Р. А., Гайниева Д. А., Кузнецова А. С. Информационная система управления профессиональными рисками. // Сборник научных трудов. – Ульяновск :УлГПУ, 2017.
2. Дусенов М.К., Мендыгреев А.Б. Анализ и управление методами регистрации опасных ситуаций в нефтегазовой отрасли. // Наука и образование, 2018, №4, Уральск.
3. Зильберман, А. С. Роль охраны труда и ее состояние на современном производстве. // Молодой ученый, 2019., № 6.
4. Минченко Л.В., Подавалкина Е.В., Журавлева М.Н. Совершенствование системы управления и развития персонала на предприятии. // Научный журнал НИУ ИТМО: Экономика и экологический менеджмент, Санкт-Петербург, 2018, №2.
5. Магомедбеков Г.У., Рамазанова А.Г., Гаджиалиев Р.А. Проблемы и пути совершенствования мотивации сотрудников организации: отечественный и зарубежный опыт. // Вестник Академии знаний, 2019, №35.
6. Оборин М.С, Цветкова И.И, Бекетова О.Н. Направления повышения безопасности промышленного производства в условиях цифровой экономики. // Сервис Plus. 2020. Т.14. №3. DOI: 10.24411/2413-693X-2020-10306.
7. Сайфутдинов Р.А., Козлов А.А. Анализ производственного травматизма при оценке профессиональных рисков// Вестник УлГТУ, 2020, №1.
8. Утюганова В.В. Инструменты вовлечения работников в процесс управления охраной труда в организации. // Безопасность и охрана труда, 2020, №3.
9. Шангареев Р.Р. Мотивация работников – основной механизм системы управления профессиональными рисками на производстве. // Нефтегазовое дело, 2018, №3.

## **ПРИЧИНЫ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные источники травматизма на предприятиях пищевой промышленности. Основными причинами несчастных случаев в пищевой промышленности явились нарушения производственной дисциплины, неудовлетворительная организация производства работ, превышение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

**Актуальность.** В общей структуре причин смертности населения России 3-е место занимают внешние причины, к которым следует отнести травматизм и профессиональные заболевания на производстве.

Выявление, исключение или снижение уровня воздействия на работника опасных и вредных производственных факторов в наиболее проблемных, сточки зрения условий труда, видах экономической деятельности, в том числе и в пищевой промышленности.

Изучение материалов расследования несчастных случаев на производстве, производственных процессов и оборудования свидетельствует о наличии опасных и вредных производственных факторов в организациях пищевой промышленности, а также о недостатках в организации производственных процессов, способствующих возникновению несчастных случаев.

В настоящее время условия труда работников, занятых в пищевой промышленности не соответствуют требованиям охраны труда [2].

**Материалы и методы.** Был проведен анализ травматизма и несчастных случаев на предприятиях пищевой промышленности.

**Результаты исследований.** Основными причинами несчастных случаев в пищевой промышленности явились нарушения производственной дисциплины, неудовлетворительная организация производства работ, превышение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны более установленных требованиям ГОСТ, нарушение требований охраны труда к производственному оборудованию, выполнение работ повышенной опасности без оформления наряда-допуска, допуск к работе лиц с недостаточной профессиональной подготовкой, недостаточный контроль со стороны руково-

дителей работ за соблюдением требований охраны труда и производственной дисциплины.

Анализ причин производственного травматизма позволяет определить опасные и вредные производственные факторы, наиболее характерные для производства пищевых концентратов соответствующих профессий рабочих.

Важнейшим показателем, характеризующим безопасность производственного оборудования, является степень соответствия производственного оборудования требованиям системы стандартов безопасности труда, правилам безопасности и другой нормативной документации по охране труда. Проведение обследования производственного оборудования на соответствие требованиям безопасности позволило выявить его конструктивные недостатки и потенциальную травмоопасность [1].

Основные вредные вещества, загрязняющие воздух на пищевых предприятиях, – это пыль органического и минерального происхождения, различные газы и пары, образующиеся при переработке сырья и исходных материалов, создании полуфабрикатов и продуктов, а также содержащиеся в отходах производства. Проникая в организм человека в небольших количествах через органы дыхания, пищеварения или кожу, вредные пыль, газы и пары оказывают на него неблагоприятное токсическое или патогенное воздействие, нарушающее физиологические функции внутренних органов, систем или вызывающие различные заболевания.

Токсичность – это способность различных веществ оказывать вредное воздействие на человека и вызывать функциональные нарушения в нем, превышающие защитные возможности организма регулировать вывод или разрушение поступившего вредного вещества. Токсичность приводит к отравлениям.

Микроклимат производственных помещений – это метеорологические условия внутренней среды, определяемые действующими на организм человека сочетаниями температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, а также теплового облучения и температуры поверхностей ограждающих конструкций и технологического оборудования.

К основным конструктивным недостаткам применяемого оборудования следует отнести конструктивное несовершенство защитных ограждений движущихся и вращающихся частей оборудования, электроприводов, предохранительных устройств, блокировок: несовершенство конструкций ограждающих устройств на движущихся частях моечных машин.

Неисправность машин и механизмов, инструмента и приспособлений, отсутствие световой и звуковой предупредительной сигнализации, не отвечающая требованиям безопасности организация рабочих мест, недостатки в инструктаже и обучении работников безопасным методам работы, в руководстве и надзоре за соблюдением тре-

бований охраны труда и трудовой дисциплины также являются наиболее определяющими факторами травмирования работников в пищевой промышленности.

При осуществлении производственной деятельности, разработке новых технологических процессов и видов оборудования в пищевой промышленности должны быть предусмотрены меры, исключающие или уменьшающие до допустимых пределов воздействие на работников возможных опасных и вредных производственных факторов.

Машины, механизмы и другое производственное оборудование, транспортные средства, технологические процессы, материалы и химические вещества, средства индивидуальной и коллективной защиты работников, в том числе иностранного производства, должны соответствовать государственным нормативным требованиям охраны труда и иметь декларацию о соответствии и (или) сертификат соответствия.

Запрещаются техническое переоснащение производственных объектов, производство и внедрение новой техники, внедрение новых технологий без заключений государственной экспертизы условий труда о соответствии машин, механизмов и другого производственного оборудования, технологических процессов требованиям охраны труда.

При разработке и организации технологических процессов необходимо обеспечить: отсутствие или минимальные выделения в воздух помещений, атмосферу и в сточные воды вредных или неприятно пахнущих веществ; отсутствие или минимальные выделения тепла и влаги в производственные помещения; отсутствие или минимальное образование шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн радиочастот, статического электричества и ионизирующих излучений; уменьшение физических усилий, напряжения внимания и предупреждение утомления работающих. Производственные процессы и отдельные операции, сопровождающиеся образованием и выделением конвекционного и лучистого тепла, должны быть, как правило, непрерывными, с автоматизацией или дистанционным наблюдением за ходом процессов и управлением ими.

Машины и агрегаты, создающие шум при работе, должны эксплуатироваться таким образом, чтобы уровни звукового давления и уровни звука на постоянных рабочих местах в помещениях и на территории организации не превышали допустимых величин, указанных в государственных стандартах.

Выводы. Таким образом, необходимо уделять большое внимание безопасности труда в пищевой промышленности.

## Список литературы

1. Бурашников Ю.М. Охрана труда в пищевой промышленности, общественном питании и торговле/Ю.М. Бурашников. – М.: Academia. – 2018 с.

2. Радченко Л. А. Организация производства и обслуживания на предприятиях общественного питания; КноРус - Москва, 2012. - 328 с.

УДК 621.876:614.82(045)

А. В. Воронцова, Н. А. Перминов  
ФГБОУ ВО УдГУ

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАВИТАЦИИ ДЛЯ АВТОНОМНОЙ РАБОТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ЛИФТА ПРИ СПАСЕНИИ С ВЫСОКОГО ЭТАЖА ЗДАНИЯ**

Аннотация. Для спуска и подъёма пневматического лифта при спасении с высокого этажа здания используется гравитация, что позволяет лифту быть автономным в случае чрезвычайной ситуации. Это спасает людей при отключении электроэнергии.

Существуют разные способы и средства спасения большого количества людей с высоких этажей. Когда нельзя использовать электрические лифты, такими средствами являются стационарные межэтажные лестницы и пожарные лестницы, расположенные снаружи на стене здания. Спуск по ним с очень высоких этажей долг и труден, да если они ещё и задымлены, то практически невозможно. В таких случаях применяют передвижные пожарные лестницы на автомобилях. Такие лестницы имеют свои двигатели, которые используют традиционные виды энергии для того, чтобы приводить в движение механизмы, помогающие спасти людей с высоких этажей.

Предлагаемая нами конструкция – это автономный пневматический лифт для спасения с высоких и очень высоких этажей при пожаре. В конструкции заложено использование сопротивления воздуха для торможения кабины лифта при свободном, не фиксированном никакими двигателями, спуске вниз только под действием гравитации. Особенность заключается в том, что этот тормозящий свободное падение кабинки лифта воздух естественным образом находится в бетонной трубе высотой от уровня земли до высокого этажа, с которого должна производиться эвакуация людей, расположенной внутри стены здания, а кабинка лифта спускается снаружи стены. Кабинка соединена гибким металлическим тросом через систему блоков с поршнем, имею-

щим возможность перемещения внутри трубы от низа и до верха. На верху трубы находится клапан для регулировки выпуска воздуха, внизу – отверстие для сообщения с наружным воздухом.

Таким образом, труба имеет два отверстия для обеспечения циркуляции воздуха: нижнее, имеющее постоянную площадь сечения для прохода воздуха, и верхнее с клапаном, площадь проходного сечения отверстия которого регулируется вручную для соответствия весу спускаемого человека.

Труба по всей длине отверстия имеет три участка разного диаметра: участок медленного плавного начала движения кабинки вниз (размещение человека в лифте), участок большего диаметра, соответствующий высоте быстрого спуска с этажа до земли, и участок замедления быстрого движения кабины до полной остановки для предотвращения толчка (удара) о землю.

Поршень при спуске кабины движется следующим образом.

Начало движения: поршень находится в нижнем положении, а кабинка лифта – в верхнем. Человек за рукоятку поворачивает крышку клапана, регулирующего расход воздуха, в положение, соответствующее своему весу, создавая тем самым диаметр отверстия для обеспечения медленного истечения воздуха через клапан и создания скорости движения кабины вниз на участке быстрого спуска 1 метр в секунду (скорость комфортного спуска лифта). Затем человек входит в кабинку и его вес начинает тянуть кабинку – вниз, а поршень тянется за кабинкой, прицепленный тросом – вверх. Труба имеет на этом участке небольшой зазор с поршнем для прохода воздуха под поршень и скорость движения кабинки вниз начинает медленно возрастать до 1 метра в секунду. Воздух под поршнем имеет давление меньше, чем над ним на этом участке, поэтому движение поршня вверх, а кабинки вниз начинается медленно. Далее вверх поршень попадает в участок трубы с несколько большим диаметром и в своём движении открывает нижнее отверстие в стенке трубы. Теперь давление воздуха над поршнем лимитируется установленным перед спуском человеком диаметром отверстия клапана и истечением воздуха под поршень, тем самым скорость поршня увеличивается, и увеличивается скорость движения кабинки лифта вниз. Когда поршень пройдёт участок быстрого движения, то диаметр трубы становится меньше и истечение воздуха под поршень прекращается. Быстрое движение кабины вниз замедляется и в конце спуска практически становится равным нулю. Человек выходит из кабинки на землю, а кабинка, имеющая вес меньше веса поршня, начинает сначала замедленное, затем быстрое движение вверх, проходит участок ускоренного подъёма и замедляется на исходном этаже, готовая к следующему спуску. Достоинства конструкции:

- использование только энергии гравитации при движении и вверх, и вниз;
- автономность от энергетических систем здания во время ЧС;
- автоматическое ускорение и надёжное автоматическое замедление кабины;

возможность регулировки скорости движения соответственно весу человека; не изменяет внешний вид стен здания; труба встроена в стену; возможность наличия такого лифта на каждом этаже высотного здания.

УДК 331.432.4

Н. А. Коротаев, Н.Ф. Свинцова  
ФГБОУ ВО УдГУ

## **УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА ПОМОЩНИКА БУРИЛЬЩИКА ПО ВИБРАЦИОННОМУ ФАКТОРУ**

**Аннотация.** Рассмотрены основные причины проявления вибрации при бурении и методы снижения уровня вибрации на рабочем месте. Предложена конструкция вибрационной площадки для улучшения условий труда помощника бурильщика.

**Актуальность.** При бурении скважин используются различные машины и механизмы, при работе которых, в ряде случаев увеличивается уровень шума и вибраций. Основными источниками шума и вибрации являются: электромоторы, вибросита, буровые насосы, лебедки, ротор и др. [2]. Шум и вибрация нарушают нормальную деятельность нервной, сердечно-сосудистой и пищеварительной системы, вызывают переутомление. Вредное воздействие вибрации выражается в возникновении вибрационной болезни.

**Результаты исследования**

Основные причины появления вибрации бурильной колонны: ее несбалансированность, а также наличие больших зазоров между БТ и стенками скважин, частые изменения величины крутящего момента и продольных усилий, действие сил трения, подклинивание или прихваты снаряда, пульсация промывочной жидкости в циркуляционной системе, неоднородность разбуриваемых пород и др. [2].

Основной задачей профилактики проявления вибрации является своевременно производить профилактический осмотр и ремонт, подтягивание ослабевших соединений, своевременно смазывать вращающиеся детали.

Существует несколько основных методов для снижения уровня вибраций на буровых, а также применяются специальные устройства [2]:

- Центраторы применяют для предупреждения, совмещения оси изгиба буровой колонны с осью скважины.

- Стабилизаторы предназначены для центрирования колонкового снаряда в скважине и предупреждения отклонений его верхней части от оси скважины.
- Антифрикционные смазки. Снижают силы трения, вследствие чего снижается уровень вибраций.

Данные методы не всегда дают положительный эффект, поэтому в ряде случаев прибегают к использованию специальных устройств, снижающих уровень действия вибраций путем их гашения. В общем случае их называют механические виброгасители или амортизаторы [1].

Средние параметры вибрации на рабочем месте помощника бурильщика составляют 7-8Гц при амплитуде 1,3мм [2]. Исходя из данных параметров, следует собрать устройство подходящее под условия эксплуатации на буровых установках и обеспечивающее защиту работника по вибрационному фактору.

Основные требования к данному устройству – это простота и долговечность. Сконструированное устройство должно быть выполнено с таким расчетом, чтобы максимально снизить уровень воздействия вибрации на буровой площадке.

Предлагается реализовать виброизолирующую площадку, представляющую из себя сварную раму с настилом. Рама в свою очередь устанавливается на 4 виброопорах, в данном случае на пневмоподушках.

Пневмоподушки применяются для гашения высокочастотных и низкочастотных вибраций, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях[1]. Основным положительным моментом является возможность регулировать давление в подушках в достаточно широком диапазоне. Речь идёт о выборе наиболее оптимального варианта жёсткости. Для проведения данных манипуляций не требуется производить какие-либо сборочно-разборочные операции, что, несомненно, также немаловажно в условиях рабочего процесса.

Общее устройство конструкции можно увидеть на рисунке 1.



1- пневмоподушка; 2 - упоры; 3 – сварная рама.

Рисунок 1. Виброизолирующая площадка

На данном изображении для лучшего восприятия отсутствует настил. По углам рамы присутствуют упоры (2), которые в свою очередь используются в качестве отбойников при возможных неисправностях пневмосистемы.

Конструкция имеет широкий выбор применения для виброизоляции рабочей зоны в разных отраслях промышленности, где присутствует производственная вибрация.

Вывод. В результате внедрения предлагаемой конструкции виброизолирующей площадки на рабочем месте помощника бурильщика уровень вибрации снизится и соответственно условия его труда улучшатся.

### Список литературы

1. Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении / С. П. Алексеев, А. И. Каказков, Н. Н. Колотилов. – Текст: электронный– Москва: Машиностроение, 1970. – Режим доступа : <https://bookree.org/reader?file=489400&pg=1> – Дата обращения 21.03.2021
2. Сулейманов М. М. Борьба с шумом и вибрацией в нефтяной промышленности / М. М. Сулейманов, Р. Н. Мусаэлянц, Р. М. Хасаев, Р. Н. Алескеров, Б. В. Муратова.- Москва: Недра, 1982. - 223с. – Текст: непосредственный

УДК 331.4

А.В. Туктамышев, Ю.В. Иванов  
ФГБОУ ВО УдГУ

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

Аннотация. Рассмотрены характеристики акустических потоков создаваемых при истечении выхлопных газов из двигателей внутреннего сгорания. Представлены результаты визуализации траектории движения частиц выхлопных газов по акустическому тракту модели глушителя при впуске и опорожнении газового потока. Данная конструкция глушителя повысит эффективность снижения шума при истечении выхлопных газов из двигателей внутреннего сгорания. Снижение шума в данном типе глушителя достигается за счет дробления газового потока и изменения направления его движения

Актуальность. Штатные глушители шума, применяемые в выхлопных системах двигателей внутреннего сгорания, имеют конструкцию, состоящую из расширительных камер, диффузоров, экранов.

Конструкция глушителя имеет некоторые недостатки, одним из таких недостатков являются соединения перегородок и перфорированных трубок, в которых используется сварка, подвергаемая влиянию влаги и температуры. Данные места являются наиболее подверженными разрушению во всем устройстве. В том случае, если на сварочном шве возникнет повреждение в виде трещины, под воздействием высокой температуры выхлопных газов и вибраций она постепенно разрастается, что изначально приведет к снижению эффективности работы глушителя, а в дальнейшем к полному его разрушению. Также глушители работать могут достаточно громко и мало эффективно из-за выгорания некачественной минеральной ваты в дешевых выхлопных системах.

С целью повышения эффективности снижения шума при выпуске отработанных газов из двигателей внутреннего сгорания предлагается использование технического устройства в виде дополнительной насадки на глушитель.

#### Результаты исследования

Для модернизации конструкции глушителя необходимо провести исследование газодинамических потоков в акустических трактах предлагаемого дополнительного глушителя шума для выхлопных систем.

В соответствии с теорией шумообразования турбулентных струй [1,2] акустическая мощность  $W_{ак}$ , излучаемая цилиндрической струей, пропорциональна скорости струи в 6-8 степени, квадрату плотности воздуха в струе и квадрату диаметра струи:

$$W_{\dot{a}e} = 0,9 \cdot 10^{-5} \frac{\rho_{\dot{n}}^2 V^6 D^2}{\rho_0 V_{\dot{c}a}^3}, \text{ если } M = \frac{V}{V_{\dot{c}a}} \leq 0,5; \quad (1)$$

$$W_{\dot{a}e} = 3,0 \cdot 10^{-5} \frac{\rho_{\dot{n}}^2 V^8 D^2}{\rho_0 V_{\dot{c}a}^5}, \text{ если } M = 0,5 \dots 1, \quad (2)$$

где  $W_{\dot{a}e}$  - излучаемая струей акустическая мощность, Вт;  $\rho_{\dot{n}}$  - плотность воздуха в струе, кг/м<sup>3</sup>;  $V$  - скорость струи воздуха, м/с;  $D$  - диаметр струи, м;  $\rho_0$  - плотность воздуха в окружающей среде, кг/м<sup>3</sup>;  $V_{\dot{c}a}$  - скорость звука в окружающем пространстве м/с.

Анализ формул (1) и (2) показывает, что снижение уровня шума струи возможно обеспечить следующими способами:

- снижением скорости струи;
- уменьшением плотности воздуха в струе;
- уменьшением диаметра струи;

- изменением структуры струи при трансформации газового потока в мелкие струйки.

Для снижения шумообразования турбулентной струи необходимо управлять параметрами акустического потока, которое должно основываться на следующих принципах, вытекающих из приведенных формул:

- снижение скорости на выпуске и плотности воздуха в струе посредством многократного увеличения суммарной площади выходных каналов и ступенчатого дросселирования;

- преобразование направленного акустического потока на множество разнонаправленных по всему окружающему пространству мелких струй, при этом на выходе структура первоначального потока за счет перемешивания мелких струек друг с другом интенсивность турбулентного шумообразования резко снижается.

Таким образом, определяются основные требования к управлению акустическими потоками выхлопных газов. При этом в большей степени снижается шум акустического потока, когда замедляется скорость истечения струи. Для этого следует использовать размещенные последовательно расширительные камеры. Для уменьшения уровня звуковой мощности потока на низких и средних частотах необходимо струю разбить на мелкие струйки. Учитывая необходимость исключения турбулизации струек, следует выдерживать рациональное расстояние между струйками. Резкое изменение направления истечения потока также способствует уменьшению акустической активности потока.

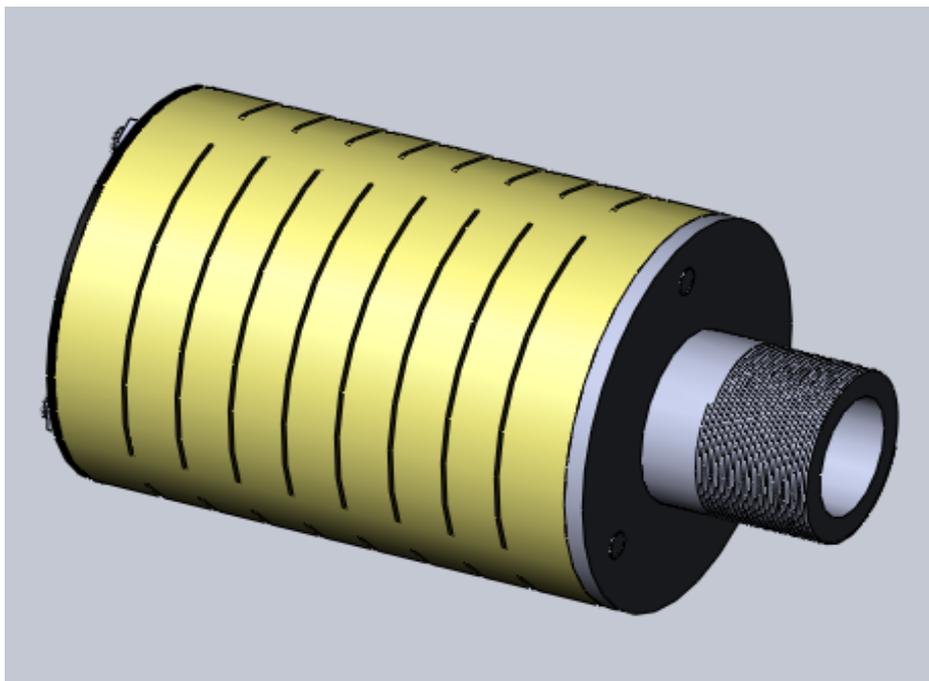


Рисунок 1 – 3D-модель щелевой насадки

Предлагается использование щелевого глушителя шума, имеющего две камеры расширения и выходные отверстия в виде щелей (рисунок 1). Модель подобного типа предлагается использовать для снижения шума в выхлопных системах двигателей внутреннего сгорания. Данный тип глушителя прошел исследование в пневмосистемах машин контактной сварки и результаты доказали высокую эффективность в области снижения шума.

Для расчетов параметров газовой струи в выхлопных системах используют систему уравнений Навье – Стокса, описывающих в нестационарной постановке законы сохранения массы, импульса и энергии этой среды [1]. Система уравнений Навье – Стокса (формула 3) имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_k)}{\partial x_k} = 0 \\ \frac{\partial(\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i u_k - \tau_{ik})}{\partial x_k} + \frac{\partial P}{\partial x_i} = S_i \\ \frac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \frac{\partial((\rho E + P)u_k + q_k - \tau_{ik}u_i)}{\partial x_k} = S_k u_k + Q_H \end{cases} \quad (3)$$

где  $t$  – время,  $u$  – скорость текучей среды,  $\rho$  – плотность текучей среды,  $P$  – давление текучей среды,  $E$  – полная энергия единичной массы текучей среды,  $Q_H$  – тепло выделяемое тепловым источником в единичном объеме текучей среды,  $\tau_{ik}$  – тензор вязких сдвиговых напряжений,  $q_i$  – диффузионный тепловой поток по трем координатным направлениям,  $S_i$  – внешние массовые силы, действующие на единичную массу текучей среды,  $S_{gravity}$  – действие сил гравитации,  $S_{rotation}$  – действие вращения системы координат, т.е.

$$S_i = S_{gravity} + S_{rotation} \quad (4)$$

Система дифференциальных уравнений в частных производных решалась методом конечных элементов при использовании пакета программы COSMOSFloWorks.

Визуализация результатов расчетов позволяет оценить траектории движения газовых струек по конструкции глушителя при впуске и опорожнении (рисунок 2).

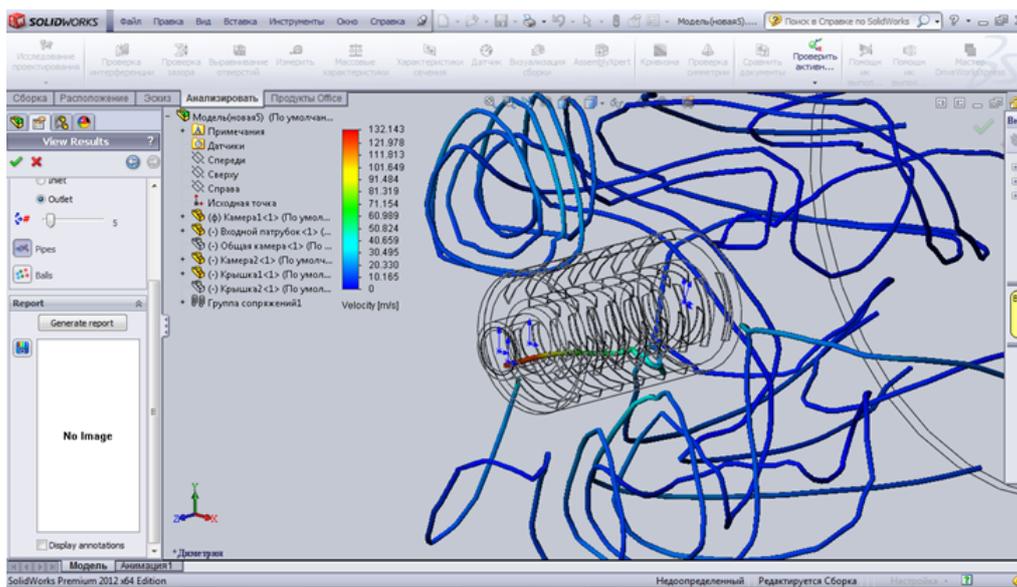


Рисунок 2 – Траектории движения частиц выхлопных газов по акустическому тракту модели глушителя при впуске и опорожнении газового потока

Вывод. Разработанную конструкцию щелевой насадки глушителя предлагается использовать для всех вариантов моделей двигателей внутреннего сгорания. Его применение в составе выхлопной системы двигателя внутреннего сгорания с высокой долей вероятности повысит эффективность снижения шума, создаваемого при истечении выхлопных газов.

### Список литературы

1. Муник А.Г. Авиационная акустика / А. Г. Муник, В. Ф. Самохин, Р. А. Шипов и др: В-2х ч. Ч.1. Шум на местности дозвуковых пассажирских самолетов и вертолетов. Москва: Машиностроение. 1986. – 242с. – Текст: непосредственный
2. Муник А.Г. Аэродинамические источники шума / А.Г.Муник, В.М. Кузнецов, Е.А. Леонтьев. Москва: Машиностроение, 1981. - 248с. – Текст непосредственный

А.Л. Вахрушев, Н.Ф. Свинцова  
ФГБОУ ВО УдГУ

## **ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ К СПЕЦИАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ УСЛОВИЙ ТРУДА, НА ПРИМЕРЕ АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ОСВЕЩЕННОСТИ РАБОЧЕГО МЕСТА**

Аннотация. Рассмотрены проблемы изменения законодательства в области охраны труда при переходе от аттестации рабочих мест к специальной оценке условий труда. На примере параметров освещенности рабочего места представлены изменения критериев оценки условий труда. Приведены зарубежные аналоги стандартов оценки условий труда.

Актуальность. За последние годы были внесены изменения в области нормирования охраны труда и обеспечения безопасности в целом. Постоянно выходят поправки в законах, а местами и вовсе реализуется новый подход в виде новых методик и новых законодательных актов. Но многие вопросы в ходе развития производственной среды остаются без внимания, более того некоторые искусственным образом игнорируются в виду трудностей связанных с реализацией этих нововведений. С введением нового стандарта оценки условий труда [4] до сих пор остаются не решенными многие вопросы по вопросам процедуры оценки и определения класса вредности на рабочих местах.

### **Результаты исследований**

С 1 января 2014 г. В Российской Федерации введена специальная оценка условий труда (СОУТ), которая должна проводиться в соответствии с Федеральным законом от 28.12.2013 N 426-ФЗ. [4] До этого времени, указанную функцию выполняла аттестация рабочих мест (АРМ) [3]. На смену устаревшему, не отвечающему современным требованиям нормативному документу, пришел новый. И произошло это по нескольким причинам. Предпосылки перехода заключались в следующих факторах [5]:

1) Старые методики, уже не соответствовали новым технологиям и новому производству. Промышленность стремительно развивалась, создавая абсолютно новые рабочие места (РМ).

2) С каждым годом увеличивалось количество новых рабочих мест, а вместе с тем и вредных условий труда согласно старым нормативам. Получалась прямая зависимость между новыми рабочими местами и вредными условиями труда.

3) Остро стояла проблема списочного подхода, оценка давалась профессии из списка, а не рабочему месту человека. Занятый на вредном производстве специалист, и подсобный рабочий, получая один и тот же вред здоровью, имели совершенно разные гарантии и компенсации.

4) Существовала проблема «ненужных решений» в законе, примером могут служить: а) оценка травмобезопасности и средств индивидуальной защиты (СИЗ). Это, по сути, ежедневная работа специалиста по охране труда на предприятии. б) оценка микроклимата на открытой территории. Абсолютно абсурдный пункт, на мой взгляд, ведь работодатель не бог и он не может управлять климатом. Соответственно и оценить данный показатель не представляется возможным.

5) Согласно существующему в неофициальных кругах мнению, нужен был «переходный этап», от аттестации рабочих мест к оценке рисков (ОР) которую стоит ждать в обозримом будущем. И это доказывает тот факт, что уже сегодня начали уходить от СОУТ

6) Наличие излишних институтов в области оценки условий труда. Таких как: АРМ, государственная экспертиза условий труда и спецоценка условий труда проводимую работодателем самостоятельно. Эти три обязательные процедуры, практически не отличались друг от друга в подходе к оценке условий труда. И обязательства по их проведению одновременно ложились на работодателя, что не давало никаких экономических стимулов для улучшения условий на рабочих местах, так как проведение каждой из процедур сопровождалось немалыми финансовыми затратами.

Согласно определению, под идентификацией потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов понимаются сопоставление и установление совпадения имеющихся на рабочих местах факторов производственной среды и трудового процесса с факторами производственной среды и трудового процесса, предусмотренными классификатором вредных и (или) опасных производственных факторов, утвержденным федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений [4].

Процедура осуществления идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов устанавливается методикой проведения специальной оценки условий труда, предусмотренной частью 3 статьи 8 Федерального закона [4].

С введением нового закона [4] для снижения показателей вредных условий труда многие опасности исключили из идентификации. И если существует наносящий работнику вред фактор, а в классификаторе он отсутствует, то РМ считается соответствующим гос. нормам и условия считаются допустимыми.

Для подтверждения проблемы был рассмотрен такой параметр как освещенность рабочего места. СОУТ нам предписывает в классификаторе исследование всего одного параметра - это освещенность рабочей поверхности. В действительности же существует еще ряд факторов, которые влияют на здоровье работника, и в АРМ они учитывались все. Это коэффициент пульсации, коэффициент естественной освещенности, показатель ослепленности, наличие отраженной блескости. Каждый из этих показателей при определенном значении и времени воздействия на органы зрения человека, способен привести к заболеваниям зрительного аппарата (ухудшению зрения) и к излишней нагрузке центральной нервной системы человека (что выражается в головных болях, мигренях и т.п.)

Сегодня многие специалисты считают плюсом СОУТ наличие обязательного этапа: «идентификации потенциально вредных и опасных производственных факторов». Благодаря этому нововведению, если специалист компании, проводящей СОУТ методом экспертной оценки признал соответствие государственным нормам на исследуемом рабочем месте, то проводить больше никаких исследований и измерений не нужно. Работодатель может внести такое РМ в декларацию, которая позволяет в будущем больше не проводить СОУТ данного РМ за исключением случаев, когда возникло профессиональное заболевание у работника или произошел несчастный случай на данном рабочем месте. При этом, если на рабочем месте, на котором работник получает вред и при этом вредный фактор не идентифицирован, то он будет продолжать работать в вредных или опасных условиях труда на протяжении многих лет, получая при этом вред своему здоровью. И никаких гарантий, и компенсаций он никогда не получит.

Обращаясь к опыту развитых стран можно увидеть несколько иное положение вещей. Отношение зарубежных коллег к данному вопросу носит более серьезный характер. Это выражается в том, что зарубежные предприятия проводят более обширное наблюдение за охраной труда. Оно проходит в трех этапах. На первом проводится непосредственно аттестация, затем сертификация, и последний этап – инспекционный контроль [1] В развитых странах исполняются множество единых международных стандартов, и одним из примеров, может служить стандарт SA 8000 (Социальная ответственность) принятый международной конвенцией в 1997 году. Целью стандарта SA 8000 является улучшение условий труда и жизненного уровня работников[2].

Вывод. СОУТ – на сегодня не эффективный инструмент в области ОТ. Отменив многие анализируемые показатели при оценке условий труда на рабочем месте по сравнению с процедурой аттестацией рабочих мест, искажается вывод о существующей степени вредности условий труда, что наносит непоправимый вред здоровью людей, занятых на РМ с вредными производственными факторами. В России стоит изучить иностранный опыт в данной области и создать более ответственный подход к ОТ

или принять к исполнению международные стандарты, реализовав их в новом актуальном законодательстве в области ОТ.

### Список литературы

1. Правовая система - Консультант Плюс. Раздел: Практический комментарий основных изменений налогового законодательства с 2014 года. Статья: «Аттестация рабочих мест заменена специальной оценкой условий труда». – Текст: электронный. – Режим доступа: URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_155268/cff3d27f8783a7c85c87ba00f5a8f6c2aee9f6c0/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155268/cff3d27f8783a7c85c87ba00f5a8f6c2aee9f6c0/) -Дата обращения 20.03.2021
2. Российская федерация. Законы. О специальной оценке условий труда: Федеральный закон № 426-ФЗ [Принят Государственной Думой 23 декабря 2013 года. Одобрен Советом Федерации 25 декабря 2013 года]– Текст: электронный. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_156555/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/) - Дата обращения 20.03.2021
3. Чем заменена аттестация рабочих мест– Текст: электронный. – Режим доступа: URL: <https://1cert.ru/vopros-otvet/chem-zamenena-attestatsiya-rabochikh-mest>Дата обращения 20.03.2021
4. Есть ли оценка условий труда в США? //АТТЕК– Текст: электронный. – Режим доступа: URL: <https://www.centrattek.ru/info/sout-ssha-amerika-provodjat-pravila/>Дата обращения 20.03.2021
5. Аттестация рабочих мест в России и опыт других стран - – Текст: электронный. – Режим доступа: URL: <http://arm.com.ru/opit-drugih-stran/>Дата обращения 20.03.2021

УДК 620.179

М.В. Вотинцев

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

Аннотация. Представлена оценка эффективности установки ветрогенераторов в определенных районах Удмуртской Республики для экономии природных ресурсов

Актуальность. Обеспечение бытовых потребностей населения энергией и обеспечения их энергосберегающим оборудованием, обеспечения безопасности эксплуатации является основной задачей [1-5]. Актуальность проекта связана с ожидаемым исчерпанием других источников, которые используются как основные главные источники энергии. Ветер неистощим, и потому может служить основой устойчивого развития человечества [6, 7].

Материалы и методика. Ветроэнергетика – это быстроразвивающаяся отрасль мировой электроэнергетики. В 2011 году в мире был зарегистрирован самый высокий

за всю историю уровень ввода в эксплуатацию ветроэнергетических установок (ВЭУ) – более 42 ГВт.

Частный дом с потребляет не более 200 - 300 кВт электроэнергии ежемесячно. Пик потребления электроэнергии приходится на утренние и вечерние часы. Электроприборы имеют суммарной мощность до 4 киловатт. Дом находится на возвышенности и имеется открытое пространство для установки ветрогенератора.

**Задача:** обеспечить 200-300 кВт электроэнергии.

**Решение:** Для обеспечения заряда аккумулятора при расходе электроэнергии 300 кВт в месяц, мы должны разделить 300 кВт/мес на 30 дней (ежедневное потребление), затем результат разделить на 24 часа ( $300/30/24 = 0,42$  кВт/час – среднее часовое потребление. Для того, чтобы обеспечить заряд аккумуляторных батарей генератором при этих условиях со скоростью 420 Ватт в час, нужно взять генератор, номинальная мощность которого будет как минимум в три раза больше необходимой, т.к. генератор будет работать всего на 30-35% от номинальной мощности ( $420\text{Вт/ч} \cdot 3 = 1260\text{Вт/ч}$ ). Для этих нужд нам подходит генератор EuroWind 2

Результаты исследований. Вся установка обойдется в районе 250тыс.руб.при средней производительности 300кВт в месяц при цене 1кВт энергии 3.33 руб. Посчитаем  $250000 \div (300 * 3.33) = 250$  месяцев

Вывод. Таким образом мы определили, целесообразность установки ветрогенератора в Удмуртской Республики и пришли к выводу, что в данный момент времени не выгодно устанавливать такие установки, из-за природных условий и слабо развитой альтернативной энергетики

## Список литературы

1. Светодиодный осветительный прибор/Юран С.И., Широбокова Т.А., Иксанов И.И.//Патент на полезную модель RU 157781 U1, 10.12.2015. Заявка № 2015112778/07 от 07.04.2015.
2. Обеспечение безопасности при эксплуатации распределительных сетей/Кондратьева Н.П., Стерхова Т.Н., Широбокова Т.А., Огородников Л.Л., Моисеенко А.Б.//Надежность и безопасность энергетики. 2017. Т. 10. № 4. С. 287-290.
3. Применение термоэлектрического эффекта в светодиодном светильнике/Возмилов А.Г., Широбокова Т.А., Набатчикова М.А., Цыркина Т.В.//АПК России. 2020. Т. 27. № 2. С. 284-288.
4. Повышение грозоупорности зданий и сооружений /Стерхова Т.Н., Широбокова Т.А., Спиридонов С.В.//Инженерный вестник Дона. 2019. № 9 (60). С. 54.
5. Разработка энерго- ресурсосберегающих осветительных установок для АПК/Широбокова Т.А., Поспелова И.Г., Набатчикова М.А., Иксанов И.И.//Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 3 (40). С. 95-102.
6. Солнечная энергетика: Пер.санг. и франц./ Под ред. Ю.Н. Маковского и М.М. Колтуна.- М.: Мир, 2009.-390с.

7. Волшаник В.В. и др. Использование энергии ветра, океанских волн и течений. - М.: ВИНТИ, 2003.-290с.

УДК 624.01

Ю.Д. Вахрушева

ФГБОУ ВО ИжГТУ им. М.Т. Калашникова

## **СОВРЕМЕННОЕ МОДУЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО: ОТСТУПЛЕНИЕ ОТ СТЕРЕОТИПА «БЫТОВКА»**

Аннотация. В работе рассматривается строительство модульных зданий в первую очередь как эффективный, а также современный способ строительства. Выявляются такие особенности, как формирование объемно-пространственных решений (типы и виды образования); формирование планировочных решений; формирование с учетом оценки окружающей среды, а также определение наиболее эффективного алгоритма строительства модульных зданий.

Актуальность. В настоящее время модульные здания имеют большой спектр разнообразных строений по величине и назначению такие, как жилые дома, детские сады, школы, больницы, общежития, магазины, банки, спортивные залы и т.д. Сфера применения таких зданий очень обширна и оснащена всем, что только требуется человеку: электричество, климатические системы, система водоснабжения и водоотведения, и поэтому внутри таких модульных зданий очень комфортно находится, как и в обычной квартире или офисе.

В отечественной практике модульное строительство приобрело очень высокую популярность, и имело мнение, что такие здания из блок-модулей - строительная «бытовка», облицованная сэндвич-панелями.

**Целью** нашей работы стало выявление аспектов модульного строительства таких, как алгоритм и принципы формирования архитектурно-планировочной строения, типы моделирования, а также принципы формообразования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выявление методов формирования объемно-пространственных и планировочных решений зданий из блок-модулей;
2. Выявление принципов формообразования с учетом оценки окружающей среды;
3. Формирование эффективного алгоритма строительства модульных зданий.

Методы исследования. Для выявления методов формирования объемно-пространственных решений используется выбор оптимального решения эксперта в данной области.

Результаты исследования. Модульное строительство - способ возведения полностью скомплектованного по функционалу комплекса зданий из блок-модулей, которые полностью производятся в заводских условиях. Архитектурная единица- блок-модуль, который изготавливается в заводских условиях как с внешней, так и с внутренней отделкой. Благодаря модульному принципу образования можно выйти на новый уровень по организации пространства, в котором отдельная часть объекта уже является завершенной структурой, которую можно использовать сразу, даже необязательно дожидаясь завершения строительства всего объекта.

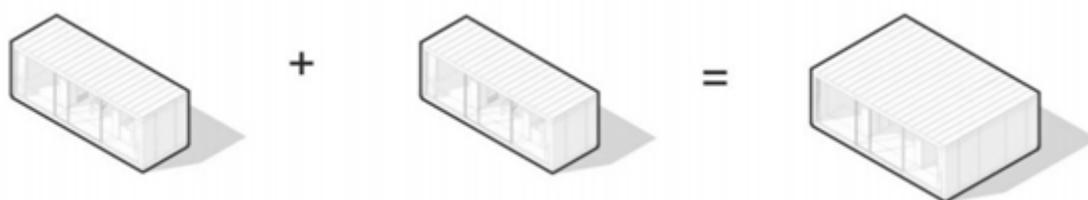


Рисунок 1 - Архитектурная единица - модуль

Такие здания можно в любой момент при необходимости транспортировать, наращивать, видоизменить в зависимости от финансов и других потребностей общества.

Ячейки зданий имеют возможность взаимного замещения, замены своей функциональной значимости, исходя из этого, было выявлено 4 способа формообразования модульных объектов:

1. Поворот модулей относительно друг друга;
2. Изменение/смещение модулей относительно друг друга;
3. Оригинальность формы модуля заводской готовности;
4. Использование дополнительных модульных элементов.

При необходимости расширения пространства блок-модули можно всегда с легкостью добавить, или же, при уменьшении – убрать их без каких-либо нарушений конструкции всегда здания. Модульное строительство подразумевает формирование гибкой пространственно-планировочной структуры объекта.

Модульный тип здания позволит реализовать многие актуальные требования в области строительства и эксплуатации, перечисленные ниже:

1. Быстровозводимость. Блок-модули полностью изготавливаются в заводских условиях. На месте строительства модули необходимо лишь закрепить между собой.

2. Экономичность. Модульно строительство на 30-60% дешевле кирпичного и панельного строительства. Это достигается благодаря отсутствию необходимости оплачивать инженерно-геологические изыскания и сложные фундаментные работы

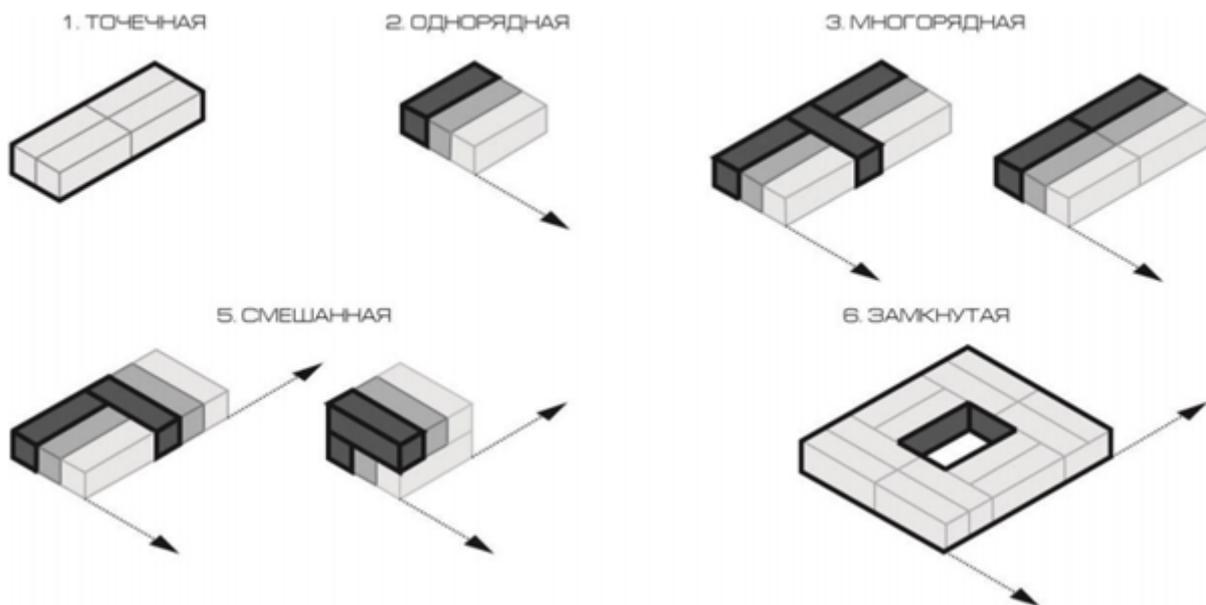


Рисунок 2 - Варианты комбинаторики и формирования объемно пространственного решения

3. Мобильность. Модульное строительство дает возможность размещения в местах недостаточно развитой инфраструктуры, возможность транспортировки в любое место и монтажа в стесненных и неблагоприятных условиях.

4. Экологичность. Данный подход заключается в том, что модульные здания менее ресурсоемки, более безвредны для окружающей среды. Изготовление модульных блоков выполняется из экологически чистых материалов, с низкой долей отходов. Были разработаны способы формообразования решения по принципу адаптивности к местности, для возможности многовариантного моделирования гармоничного внешнего облика объекта.

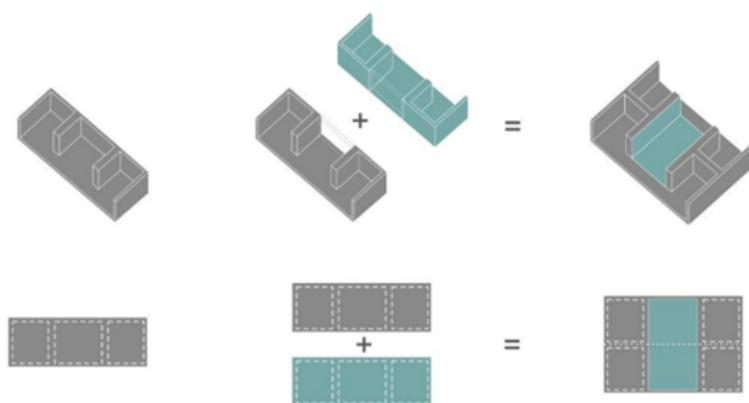


Рисунок 3 - Гибкая пространственно-планировочная структура

В ходе исследования модульного строительства был разработан наиболее эффективный алгоритм строительства здания на основе блок-модулей:

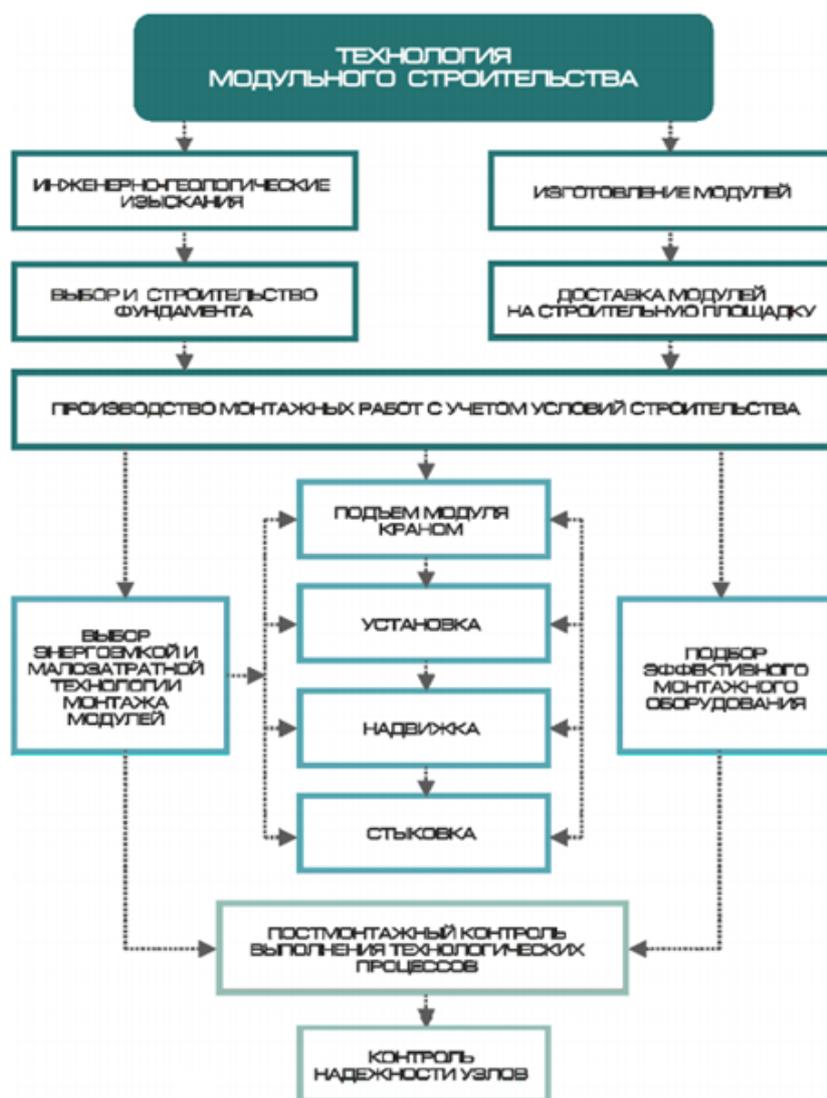


Рисунок 4 - Алгоритм возведения модульного здания

Выводы. Модульное строительство является гибкой и разнообразной системой, которая позволяет реализовывать актуальные решения в области строительства и эксплуатации, а также позволяет решать проблемы создания пространства, которое отвечает всем функциональным и техническим требованиям.

В заключении можно добавить, что прошло уже то время, когда модульные здания называли «бытовками». Модульные здания имеют предельно простые линии и формы, а за счет конфигурации и современных фасадных решений могут выглядеть очень стильно.

#### Список литературы

1. Жуков Л.Г. Модульные здания // Инновационная наука. – 2017. - №12. С. 211-214
2. Радыгина А.Е., Пермяков М.Б. Концепция модульных быстровозводимых зданий // Актуальные проблемы современной науки. – 2014. - №1. С.48-49

3. Сапрыкина Н.А. Мобильное жилище.: Стройиздат, 1986.
4. Тарануха Н.Л. «Комплексная оценка и выбор проектных решений в строительстве», Тарануха Н.Л., Папунидзе П.Н., монография, ИжГТУ, Ижевск, 2009.-204 с.

## **Описание функциональности издания**

Интерфейс электронного издания (в формате pdf) условно разделен на 2 части.

Левая навигационная часть (закладки) включает в себя содержание сборника с возможностью перехода к тексту соответствующей статьи по левому щелчку компьютерной мыши.

Правая часть отображает содержание текущего раздела.

## **Минимальные системные требования**

Celeron 1600 Mhz; 128 Мб RAM; Windows XP/7/8 и выше; 8x CDROM; разрешение экрана 1024×768 или выше; программа для просмотра pdf.

## **Сведения о лицах, осуществлявших техническую обработку и подготовку материалов:**

Оформление электронного издания: Издательский центр «Удмуртский университет».

---

Подписано к использованию 18.05.2021.  
Объем электронного издания 13,8 Мб на 1 CD.  
Издательский центр «Удмуртский университет»  
426034, г. Ижевск, ул. Университетская, д. 1, корп. 4, каб. 207.  
E-mail: [editorial@udsu.ru](mailto:editorial@udsu.ru) Тел./факс: +7 (3412) 50-02-95

---