

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
И ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»
АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ
И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
В СОВРЕМЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ
И ОБЩЕСТВЕ**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**ВОРОНЕЖ
2020**

УДК 621.31:631.371:005.745(06)

ББК 31.2:40.76я431

Э653

Э653 Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. – 533 с.

С 09 по 10 июня 2020 года в Воронежском государственном аграрном университете прошла международная научно-практическая конференция, посвященная актуальным проблемам энергосбережения и энергоэффективности в современном мире. В работе конференции приняли участие студенты, аспиранты, молодые ученые, доценты, профессора.

Редакционная коллегия:

В.А. Гулевский, В.И. Оробинский, Д.Н. Афоничев,
Н.В. Прибылова

Под общей редакцией
доктора технических наук, профессора В.А. Гулевского

ISBN 978-5-7267-1146-1

© Коллектив авторов, 2020

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....	12
Мамонтов А.Ю., Вендин С.В., Ульяновцев Ю.Н. ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ НА ТЕПЛОВЫЕ РЕЖИМЫ ВНУТРИ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА.....	12
Шопинский С.Н., Вендин С.В. ПРОЦЕСС РАБОТЫ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ.....	16
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И СЕТЯХ	20
Горемыкин С.А., Каревская Ю.Н., Сазонова Т.Л. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ	20
Гуков П.О., Гукова Н.С. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНТУРНЫХ ТОКОВ ДЛЯ РАСЧЕТА РЕЖИМА ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ 0,38 кВ ...	24
Извеков Е.А., Грицинин Н.М. КОНФИГУРАЦИИ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ В СОВРЕ- МЕННЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	30
Картавцев В.В., Афоничев Д.Н., Веретенников Ю.Ю. ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ КАК СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ	38
Картавцев В.В., Пиляев С.Н., Канюс С.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРРОРЕЗОНАНСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ	47
Картавцев В.В., Извеков Е.А. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СРАВНЕНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕ- КТРОПЕРЕДАЧ РАЗЛИЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ С УЧЁТОМ ЗАТРАТ НА КОМПЕНСИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА	55
Картавцев В.В., Извеков Е.А., Прибылова Н.В. МЕТОДИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	64

Лакомов И.В. ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ	73
Соловьёв С.В. ВИЗУАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ОПОР ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ 35-110 КВ.....	78
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ	84
Абрамова А.В., Голубина С.А. К ВОПРОСУ О МОДЕРНИЗАЦИИ ПРИВОДА СЦЕПЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ МАЗ-64229	84
Божко А.В., Заболотная А.А., Брюховецкий А.Н., Оробинский В.И. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПО МОЩНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ	89
Васильев В.В., Афоничев Д.Н. АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПЛОТАМИ ПРИ СПЛАВЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ.....	93
Васильев В.В., Афоничев Д.Н. ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЛИНЕЙКАМИ ИЗ ПЛОСКИХ СПЛОТОЧНЫХ ЕДИНИЦ НА ПЕРВО- НАЧАЛЬНОМ СПЛАВЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ	102
Григорьев И.В., Мануковский А.Ю., Федорова Т.Н. ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА И ИЗНОСА КОЛЕС ГРУЗОВОГО АВТОТРАНСПОРТА	109
Костиков О.М., Брюховецкий А.Н., Ведринский О.С., Дацунов Е.В. ПРИМЕНЕНИЕ БЫСТРОСМЕННЫХ ГУСЕНИЧНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ НА КОЛЕСНЫХ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ	115
Куницкая О.А., Мануковский А.Ю., Востриков Д.С., Григорьев В.И., Федорова Т.Н. БИЗНЕС ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ЛЕСНЫХ ДОРОГ В РОССИИ.....	121
Латынин А.В., Черников Э.А., Швырёв А.Н., Федоркевич К.И. ВЛИЯНИЕ СПРОСА НА СТОИМОСТЬ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ	127

Мурзинов В.Л., Мурзинов П.В., Мурзинов Ю.В. ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ С УЛУЧШЕННЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ И АКУСТИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ.....	131
Попиков П.И., Четверикова И.В., Танчук П.В., Конюхов А.В., Попикова А.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫРАВНИ- ВАНИЯ ОПОРНО-ПОВОРОТНОГО УСТРОЙСТВА МАНИПУЛЯТОРА ЛЕСОТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ В ПРОЦЕССЕ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ	139
Посметьев В.И., Никонов В.О., Посметьев В.В. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ГИДРОПРИВОДА МАНИПУЛЯТОРА ЛЕСОВОЗНОГО АВТОМОБИЛЯ.....	145
Черников В.А., Соломников С.В., Тертерашивили Д.Г., Черникова В.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ.....	150
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ МАШИН	156
Королев А.И., Черников В.А. ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ	156
Куницкая О.А., Просужих А.А., Давтян А.Б., Григорьев М.Ф., Григорьева А.И. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ ЛЕСНЫХ МАШИН	162
Трусов И.Н. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ	168

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МАШИНЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ	175
Абрамов В.В., Троянов И.Н., Базула И.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЕНЗИНОМОТОРНОГО ИНСТРУМЕНТА.....	175
Алакин В.М., Сидорова А.В. ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЕДУЩЕГО КОЛЕСА ТРАКТОРА	183
Артемов А.В., Гончаренко С.В., Колядин П.А., Прядкин В.И. ТЯГОВО-СЦЕПНЫЕ КАЧЕСТВА ДВИЖИТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГОСРЕДСТВ И ЭФФЕКТИВНЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ.....	187
Афоничев Д.Н., Пиляев С.Н., Заболотная А.А. КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	193
Богомоллов С.С., Вендин С.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК В ТЕПЛИЦАХ	201
Вендин С.В. РАСЧЕТ МОЩНОСТИ СВЧ ИМПУЛЬСА ПРИ ОБРАБОТКЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СРЕД.....	206
Вертий А.А., Чирок А.П. СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ	210
Владыкин И.Р., Владыкина Е.И. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРА- ТУРЫ В АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ.....	214
Внуков С.К., Щербакова А.В., Афонин С.А., Корнев А.С. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ СЕМЯН ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ И ЗАБОЛЕВАНИЙ.....	220
Водопьянов Ю.И., Волков В.В., Коркищенко А.В. АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕТАНДЕРА БЛОКА РАЗДЕЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ГАЗОДОБЫВАЮЩИХ СТАНЦИЙ АКДС-70М2 ИЛИ ТКДС-100В	226

Гнусов М.А., Попиков П.И., Шерстюков Н.А., Попиков В.П. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ЛЕСОПОЖАРНОГО ПОЛОСОПРОКЛАДЫВАТЕЛЯ С ГИДРОПРИВОДОМ РАБОЧИХ ОРГАНОВ	231
Голев А.Д., Иванников В.А., Бухтояров В.Н. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАЛИБРОВАНИЯ ЛЕСОСЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕЗРЕШЕТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ	238
Гринько О.И., Григорьева О.И., Григорьев И.В., Григорьев М.Ф., Григорьева А.И. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗНЫХ МОДЕЛЕЙ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ	242
Демидов Д.Н. ОБ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОМ КОНТРОЛЕ ПОЗИЦИ- ОНИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНОГО АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА МОНИТОРИНГА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ	247
Дикорев Д.В., Андрианов Е.А., Андрианов А.А., Чернухина Ю.Н. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ	253
Ерёмин М.Ю., Казибагандова А.Р. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОПЕРЕЧНОЙ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ.....	259
Ерёмин М.Ю., Тройных Н.А., Ряховский А.А., Ломакин М.И. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ.....	266
Желтоухов И.В., Козлов А.В., Демчук В.О. АНАЛИЗ МАССОВОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ УСТАНОВКИ ТКДС-100В ПО ЖИДКОМУ КРИОПРОДУКТУ.....	271
Зверев А.Л. ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ.....	277

Ивановский В.П., Королева К.А. ПОВЫШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА ПИЛЕНИЯ ЛЕНТОЧНЫМИ ПИЛАМИ.....	282
Игнатъев В.Г., Полухин Р.А. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ИСПАРИТЕЛЯ ПЕТЛЕВОГО ТИПА ДЛЯ ГАЗИФИКАТОРА ЖИДКОГО КРИОПРОДУКТА.....	288
Калашников Г.В. ЭНЕРГОПОТЕНЦИАЛ ВТОРИЧНОГО ПАРА ДЛЯ ТЕПЛОМАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ.....	296
Козлов Д.Г., Аксенова М.И. УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ И УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ	301
Куницкая О.А., Давтян А.Б., Просужих А.А., Григорьев М.Ф., Григорьева А.И. ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ФОРВАРДЕРА НА БАЗЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА.....	309
Лахин А.В., Матвиец Д.А. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ	314
Мазуха А.П., Мазуха Н.А., Афоничев Д.Н. СХЕМА ЗАЩИТЫ ДВИГАТЕЛЯ ВОДОНАСОСНОЙ УСТАНОВКИ	322
Манойлина С.З., Подорванов Д.А. АБСОРБЦИОННЫЕ БРОМИСТО-ЛИТИЕВЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ.....	328
Манойлина С.З., Пожидаев И.А. ТРИГЕНЕРАЦИЯ – АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.....	334
Манойлина С.З., Головин А.Д. ПРИМЕНЕНИЕ И ПРЕИМУЩЕСТВА ТРИГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК КАК ИСТОЧНИКА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.....	342
Маслов В.А. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРОЭЖЕКТОРНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН.....	350
Мещерякова А.А., Рекечинский Д.О. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ	354

Мещерякова А.А., Рекечинский Д.О., Алейников К.Е. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА И УПРАВЛЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.....	357
Муконин А.К., Малиновкин В.А., Хорт В.Р. УЛУЧШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ОДНОФАЗНЫМ ПИТАНИЕМ	361
Новиков А.И. ОБ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛО- ГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ	366
Новикова Т.П. ПРОБЛЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТЕЙ КРЕМНИЕВОЙ ФАБРИКИ ДЛЯ ПОВЫ- ШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ...	372
Овчаров В.Г., Беспалов А.А. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДЫ..	377
Ожерельев В.Н. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИЦЕПНОЙ СЦЕПКИ ДЛЯ БОРОН.....	382
Панов Р.М., Филонов С.А. УСТРОЙСТВО АДАПТАЦИИ ДЛЯ ЧАСТОТНО- МАНИПУЛИРУЕМЫХ СИГНАЛОВ.....	387
Панов Р.М., Филонов С.А. ПРОБНИК ДЛЯ ПРОВЕРКИ ВЕЛИЧИН R И C	391
Петрищев Е.П. СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ СОРТИРОВЩИКОВ	395
Пиляев С.Н., Брюховецкий А.Н., Заболотная А.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ АСИНХ- РОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТ- ВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК.....	401
Поздняков А.К., Петков А.Ф. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЛЕСОПОЖАРНЫХ ГРУНТОМЕТОВ-ПОЛОСОПРОКЛАДЫВАТЕЛЕЙ	410

Помогаев Ю.М., Лакомов И.В., Извеков Е.А., Зобов С.Ю. ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С БЕСКОЛЛЕКТОРНЫМИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ	414
Помогаев Ю.М., Лакомов И.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ПОДСТАНЦИЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	424
Попиков П.И., Костенко Р.С., Попиков В.П., Конюхов А.В., Попикова А.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА МЕХА- НИЗМА РЕЗАНИЯ МАШИНЫ МАНИПУЛЯТОРНОГО ТИПА ДЛЯ ОБРЕЗКИ КРОН ДЕРЕВЬЕВ	432
Попиков П.И., Шаров А.В., Гончаров П.Э., Попиков В.П., Костеев Н.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ЛЕСОПОЖАРНОЙ ГРУНТОМЕТАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ С ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМ ГИДРОПРИВОДОМ РОТОРА ..	439
Попов А.Н., Шевченко Д.А. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕЛИЯ	445
Прибылова Н.В., Пищakov Д.А., Колпакова О.А., Хляка С.В. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ	451
Прибылова Н.В., Черников В.А., Ряховский А.А., Тройных Н.А. РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД КАК СРЕДСТВО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ	456
Рудов С.Е., Григорьев И.В., Григорьева О.И., Григорьев М.Ф., Григорьева А.И. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В КРИОЛИТОЗОНЕ.....	460
Скрипкин В.В., Пальчун А.А. ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХЛАДАГЕНТОВ В СПЕЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ АВИАЦИИ.....	464

Слюсарев М.И., Кокарев А.М., Сысовский Р.А. ВЛИЯНИЕ ФЛЕГМОВОГО ОТНОШЕНИЯ НА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЗОТА НА ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.....	472
Сомин В.В. ПРИМЕНЕНИЕ БИОМЕХАНИКИ В ПРОЦЕССАХ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ СБОРА ЯГОД ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ	477
Соцков О.Е., Корнев А.С., Панин С.В. ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ	485
Старикова А.А., Стариков А.В. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ЗАГОРОДНОГО ДОМА.....	493
Сустретов Р.С., Козлов А.В. КОМПОНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИОГЕННОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ.....	498
Труфанов Д.А., Прибылова Н.В., Черников В.А., Королёв А.И. ДИАГНОСТИКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	505
Черников В.А., Прибылова Н.В., Черникова В.В. КЛЕТКА ФАРАДЕЯ КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	511
Черников В.А., Козлов Д.Г., Черникова В.В., Ряховский А.А. АНАЛИЗ СРЕДСТВ И АППАРАТОВ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	517
Четверикова И.В., Горелова Е.И. К ВОПРОСУ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСО- СБЕРЕЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА	526
Шегельман И.Р., Васильев А.С. НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ИННОВАЦИЙ ДЛЯ ТЕРРИТОРИЙ КРАЙНЕГО СЕВЕРА И АРКТИКИ	531

Владыкин И.Р., Владыкина Е.И.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

Аннотация. Рассмотрена возможность регулирования температуры в технологических диапазонах агропромышленных сооружений на основе математического моделирования температурных полей.

Ключевые слова: температурное поле, агротехнологическое сооружение, устройство промышленной электроники, математическая модель, регулирование температуры.

Abstract. The possibility of temperature regulation in technological ranges of agro-industrial structures based on mathematical modeling of temperature fields is considered.

Key words: temperature field, agrotechnological structure, industrial electronics device, mathematical model, temperature control.

Микроклимат в агротехнологических сооружениях – это важный фактор производственной безопасности. От точности регулирования его параметров зависят безопасность обслуживающего персонала, качество выпускаемой продукции, производительность труда, себестоимость продукции и, в конечном итоге, прибыль предприятия. Поэтому в нормативно-технической документации уделяют большое внимание климатологии агротехнологических помещений. На сегодняшний день разработано много унифицированных систем автоматического управления параметрами микроклимата, основными из которых являются температура, освещенность и влажность. Безусловно, между этими параметрами микроклимата, как внутри агротехнологического помещения, так и во внешней среде, существует взаимная связь, которую необходимо учитывать при расчетах [1]. К сожалению, в методических рекомендациях по расчету параметров микроклимата на этот фактор не обращают внимания.

Одним из важнейших параметров микроклимата в агротехнологических сооружениях является температура. В системах регулирования температуры для её равномерного распределения в помещениях применяют следующий принцип: при получении двумя датчиками температуры, установленных в помещении, показаний, имеющих разницу на два градуса, устройство управления подает сигнал на включение циркуляционных вентиляторов. Для этого используют датчики температуры, установленные в одном помещении, но на значительном расстоянии друг от друга и разной высоте [2]. Также для учета влияния окружающей среды и работы системы управления в соответствии с температурным графиком используют термопару, которая учитывает температуру снаружи помещения.

Большинство агротехнологических сооружений имеют форму параллелепипеда, представлен на рисунке.

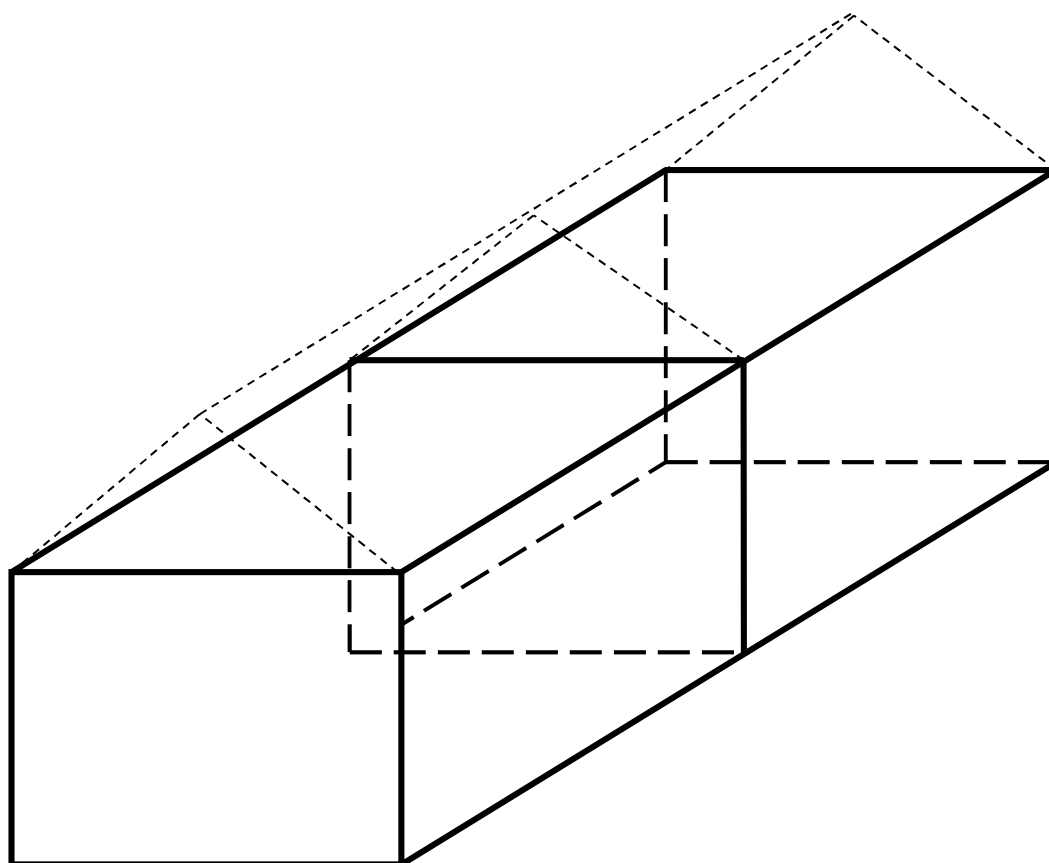


Рисунок 1 – Сооружение в виде параллелепипеда

Этот факт определенно влияет на то, как математическим путем возможно определить температуру в любой точке агротехнологического сооружения. Здесь возникает вопрос, каким образом можно контролировать температуру по всему рабочему объему сооружения, т. к. установка большого количества датчиков не рациональна [3]. Необходимо разработать математическую модель с достаточной точностью, определяющей температуру в помещении с внутренними источниками теплоты. В производственных условиях кроме системы отопления источниками теплоты являются также производственные механизмы и технологические процессы, существенно влияющие на температурный режим. Учитывать их влияние в каждом помещении необходимо индивидуально. Упростив влияние оборудования на температурный режим, распределение тепловых потоков в виде геометрических фигур представляет параллелепипед сверху ограниченный половиной цилиндра рисунок 2.

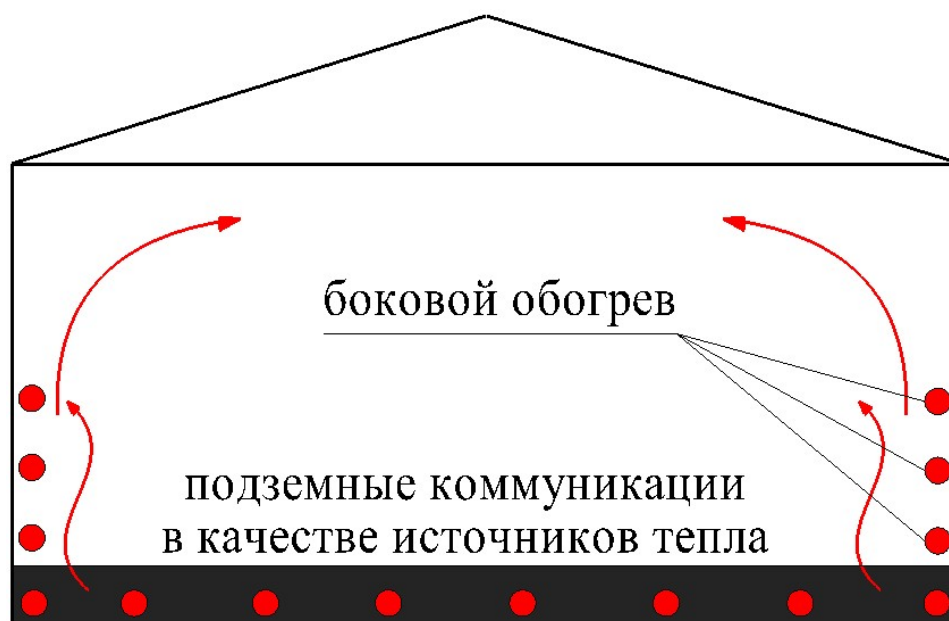


Рисунок 2 – Распределение тепловых потоков в агротехнологических сооружениях

Для математического моделирования пределов технологического диапазона регулирования температуры в агротехнологических помещениях можно принять следующие упрощения. Поверхность пола – идеально ровная. Стены имеют однослойную

структуру и тепловую изоляцию [4]. Боковой обогрев не влияет на движение тепловых потоков по эллиптической траектории.

В агротехнологических сооружениях, имеющих форму параллелепипеда, температурное поле обычно описывают как произведение температурных полей по пространственным координатам: длина, ширина и высота, выражение (1).

$$\bar{T} = \bar{T}_x \cdot \bar{T}_y \cdot \bar{T}_z. \quad (1)$$

Таким образом, определив температурное поле по всем трем пространственным координатам, мы сможем математическим способом рассчитать температуру в любой точке пространства агротехнологического сооружения. При этих расчетах следует учитывать, что любое агротехнологическое сооружение, независимо от технологического процесса в нем происходящего находится в условиях охлаждения. Это можно объяснить тем, что любой технологический или производственный процесс всегда имеют повышенную по отношению к внешней среде температуру, а для комфортной работы обслуживающего персонала необходимо поддерживать температуру не ниже 12...18 °С. Следовательно, температурное поле по пространственным координатам: длина и ширина можно описать выражением (2):

$$\bar{T}_x = \left[\frac{t_g - t(x, \tau)}{t_g - t_{oc}} \right] = f(\bar{X}, Bi_x, F_{0x}), \quad (2)$$

где t_g – температура воздуха в агротехнологических сооружениях, измеренная термопарой в начальный момент времени, °С; t_{oc} – температура окружающей среды; $t(x, \tau)$ – температура по пространственной координате x или y в момент времени τ .

Анализ работ, посвященных математическому моделированию температурного режима [1, 2] показал, что температурное поле зависит от пространственной координаты. Числа Био и числа Фурье. Пространственная координата по длине или ширине агротехнологического сооружения является безразмерной величиной и может быть определена по выражению (3):

$$\bar{X} = \frac{x}{L}, \quad (3)$$

где x – пространственная координата, т. е. расстояние от начала координат до точки, в которой необходимо определить температуру, м; L – линейный размер производственного сооружения, т. е. ширина, м. Число Био, характеризует связь между температурой тела и условиями теплоотдачи на его поверхности.

Проведя математические преобразования, получим окончательное выражение для определения температуры в рабочем объеме агротехнологического сооружения, выражение (4):

$$t = t_B - \left[\frac{16}{\pi^2} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot x}{2 \cdot L}\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot y}{2 \cdot d}\right) \cdot e^{-\frac{\pi^2}{2} \cdot F_0} \right] \cdot \left[\frac{2 \cdot z}{d} - \frac{4 \cdot a \cdot \alpha \cdot \tau}{d \cdot \lambda_w} \cdot e^{-\frac{1}{4 \cdot F_0}} \right] \cdot [t_B - t_{oc}]. \quad (4)$$

Адекватность предложенной нами модели доказана стандартными функциями. Это метод наименьших квадратов, стандартная ошибка эксперимента и среднеквадратическое отклонение рисунок 3.

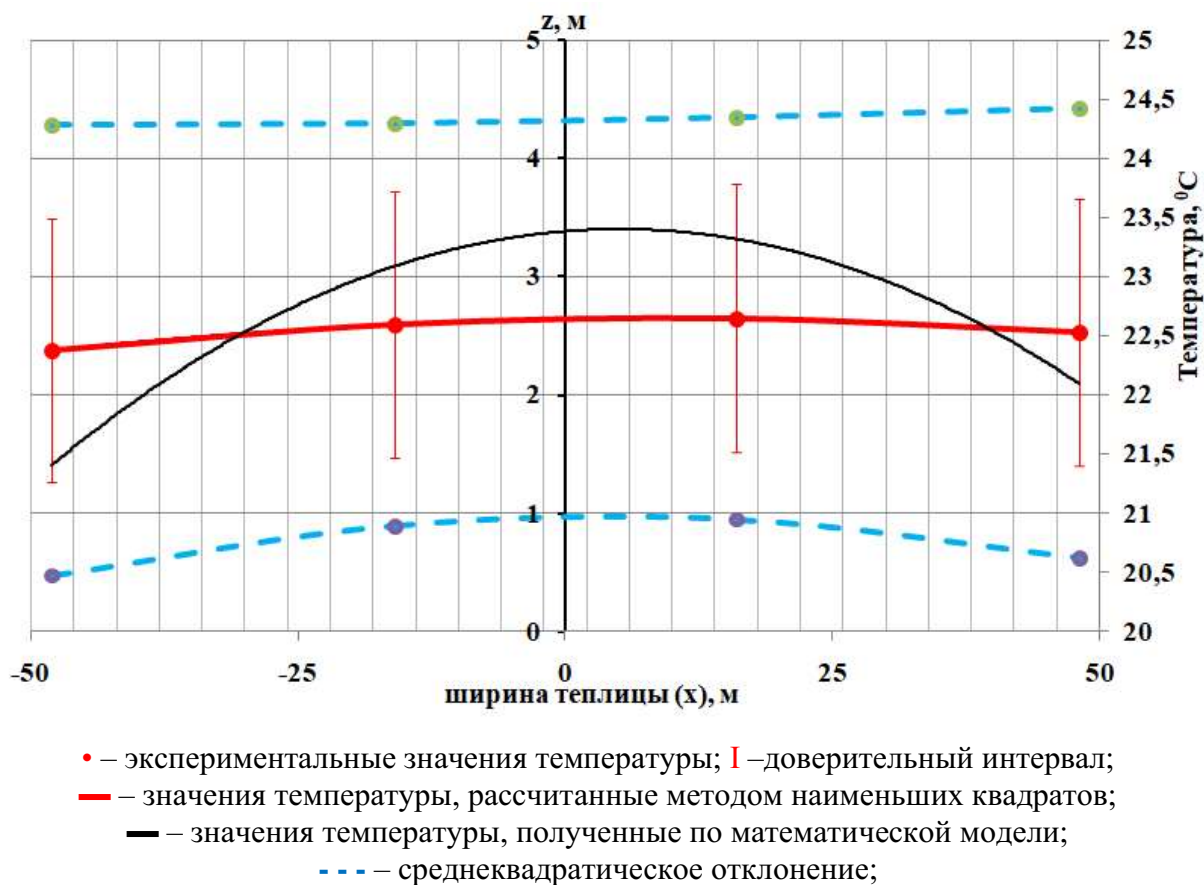


Рисунок 3 – Определение адекватности математической модели

Практическое применение нашего предложения по определению температуры в рабочем объеме агротехнологического сооружения заключается в использовании устройств промышленной электроники в качестве управляющего устройства регулирования температуры. Применение возможно благодаря в настоящее время стандартизированному набору языков программирования для программируемых логических контроллеров, в которые можно записать нашу математическую модель.

Список литературы

1. Владыкин, И.Р. Обоснование комплексного применения электротехнологий для повышения продуктивности огурца в сооружениях защищенного грунта [Текст] / Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Москва, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 2019. – 185с.

2. Владыкин, И.Р. Электромеханические системы в теплоэнергетике [Текст] / Н.П. Кондратьева, В.А. Баженов, Р.Г. Большин, А.И. Батулин // Практикум по дисциплине «Электромеханические системы» для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия», магистерская программа «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» (2-е издание, переработанное и дополненное) – Ижевск, 2019. – 57 с.: ил.

3. Луканин, В.Н. Теплотехника [Текст] / В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др.; Под ред. В.Н. Луканина // Учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 671 с.: ил.

4. Лысков, А.В. Теория теплопроводности [Текст] / А. В. Лысков // – М.: Высшая школа, 1967

5. Тихомиров, Д.А. Условия эффективного применения воздушно-тепловых завес на объектах сельхозпроизводства [Текст] / А.В. Кузьмичев, С.С. Трунов // Журнал Электротехнологии и электрооборудование в АПК – М.: Издательство: Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, №38, 2020. – с. 54-59, ISSN: 2658-4859.