

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«Саратовский государственный университет генетики,  
биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»**

**Факультет инженерии и природообустройства**

**Кафедра «Электрооборудование, энергоснабжение  
и роботизация»**



**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ  
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Материалы I Национальной научно-практической  
конференции с международным участием  
имени Г.П. Ерошенко**

САРАТОВ 2023 г.

УДК 620.9  
ББК 31.19  
П 42

**Повышение эффективной эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве:** Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием имени Г.П. Ерошенко / Под общ. ред. С.М. Бакирова – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2023. – 398 с.

**ISBN 978-5-7011-0846-0**

В сборнике представлены материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием имени Г.П. Ерошенко, организуемой кафедрой «Электрооборудование, энергообеспечение и роботизация» ФГБОУ ВО Вавиловский университет и проходившей на базе факультета инженерии и природообустройства 22 декабря 2023 года. В работах, в частности рассмотрены вопросы энерго-, ресурсосбережения в тепло- и электротехнологиях; автономного, в том числе, с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, электроснабжения сельскохозяйственных объектов; представлены новые подходы по совершенствованию методов и средств электротехнологий АПК. Тематика представленного в сборнике материала будет интересна специалистам в области электроэнергетики, преподавателям и студентам технических ВУЗов и всем интересующимся указанными направлениями.

**Редакционная коллегия:**

*Бакиров С.М.*, д.т.н., заведующий кафедрой «Электрооборудование, энергоснабжение и роботизация», ФГБОУ ВО Вавиловский университет;

*Оськин С.В.*, д.т.н., профессор кафедры «Электрических машин и электропривода», ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ;

*Шерьязов С.К.*, д.т.н., профессор кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ;

*Угаров Г.Г.*, д.т.н., профессор кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ;

*Каргин В.А.*, д.т.н., профессор кафедры «Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами» Российского биотехнологического университета (РОСБИОТЕХ);

*Садькова Л.А.*, к.т.н., ассоциированный профессор кафедры «Техника и технологии» Западно-Казахстанского инновационно-технологического университета;

*Четвериков Е.А.*, к.т.н., доцент кафедры «Электрооборудование, энергоснабжение и роботизация», ФГБОУ ВО Вавиловский университет;

*Моисеев А.П.*, к.т.н., доцент кафедры «Электрооборудование, энергоснабжение и роботизация», ФГБОУ ВО Вавиловский университет.

УДК 620.9  
ББК 31.19

ISBN 978-5-7011-0846-0

© ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2023  
© Авторы статей, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Анашкин А.А., Анашкин А.А., Угаров Г.Г., Бакиров С.М., Верзилин А.А., Домнышев С.В.</i> АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИМПУЛЬСНОГО СВЕТОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ	11
<i>Антонович А.А., Токарева А.Н., Роговой С.А.</i> АНАЛИЗ ПЕРЕРАСХОДА ГАЗА НА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БАЗЕ	16
<i>Акыев А.Б., Акыев Г.А.</i> ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЙ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ БУЛЬДОЗЕРА	22
<i>Арсентьева А.И, Ищенко А.П.</i> АНАЛИЗ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИ- КОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	26
<i>Бакиров С.М., Абзалов М.А, Ильин В.С.</i> ОЦЕНКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ	32
<i>Бибко Д.А.</i> ТЕПЛОВОЙ ВОДОРОДНЫЙ ГЕНЕРАТОР ПРИМЕНЯЕМЫЙ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ С ВТОРИЧНЫМ ПРОДУКТОМ ПОЛУЧЕНИЕМ ВОДОРОДА	38
<i>Бердылыч С.А., Гарлыбай П.</i> НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	42
<i>Бирюков С.В., Дарманян А.П.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СВЕТОДИОДНО-ГО ОСВЕЩЕНИЯ В ПТИЧНИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ DIALux.evo	47
<i>Боннет Я.В., Логинов А.Ю., Прудников А.Ю.</i> АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА РАБОТУ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ	53
<i>Буранова Н.Г, Джапарова Д.А., Нурболатұлы Ж.</i> АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗАЩИТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ	58

<i>Буторин В.А., Гусейнов Р.Т., Дак В.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОГРУЖНЫХ ВИБРАЦИОННЫХ НАСОСОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ВОДОСНАБЖЕНИИ	67
<i>Верзилин А.А., Попов И.Н., Мерзлов С.П., Домнышев С.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ ДЛЯ ДОСВЕЧИВАНИЯ ПОЛЕ-ВЫХ КУЛЬТУР В ФИТОТРОНЕ	73
<i>Вырыханов Д.А.</i> О ВЗАИМОСВЯЗИ КПД, ПРОТИВО-ЭДС И МЕХАНИЧЕСКОЙ РАБОТЫ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ	77
<i>Горбунов А.А., Каримов Р.Д., Ахметшин А.Т., Галиев А.Р.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА	90
<i>Горбунов А.А., Каримов Р.Д., Ахметшин А.Т., Клименко А.Ю.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ	94
<i>Гришков А.Н., Иванкина Ю.В.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОБООТБОРА ЗЕРНА НА ЭЛЕВАТОРЕ	99
<i>Васильев С.И., Смолев К.С., Сыркин В.А.</i> БИОМОДУЛЬ ДЛЯ ВСЕСЕЗОННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ОВОЩНЫХ, ЗЕЛЕННЫХ И КЛУБНЕОБРАЗУЮЩИХ КУЛЬТУР	104
<i>Гданский Н.И., Карпов А.В.</i> ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКИ ПРИ АДАПТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ МЕХАТРОННЫМИ СИСТЕМАМИ С ОДНОЙ СТЕПЕНЬЮ СВОБОДЫ	110
<i>Герасимова О.А., Иванова Т.А., Иванов С.И.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ПРИ ПАСТБИЩНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ	118
<i>Гурбанов С.С., Аннаев А.</i> ИННОВАЦИИ В ЖИЗНИ	123
<i>Гылыжов Г.Х., Матдурдыев Б.А.</i> УСПЕХИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	128
<i>Дарманян А.П., Богданов С.И., Сторожяков С.Ю.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ АНАЛИЗА АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ШИНАХ АВТОТРАНСФОРМАТОРА	132

<i>Евдулов О.В., Хазамова М.А., Миспахов И.Ш.</i> ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ И РАСТЕНИЙ	138
<i>Искалиев К.И., Мокеев Е.П., Матвиенко О.А., Мусеев А.П.</i> КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПЕРЕМЕННОГО ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ	142
<i>Карнов А.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ АДАПТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ МЕХАТРОННЫМИ СИСТЕМАМИ В НЕДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ УСЛОВИЯХ	147
<i>Кафиев И.Р., Нугуманов Р.Р., Ильнур Х.Х.</i> МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ШНЕКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА С ЛИНЕЙНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ	155
<i>Колчин Е.Д., Логачёва О.В., Сохинов Д.Ю.</i> АЛГОРИТМЫ РАБОТЫ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОТКЛЮЧЕНИЙ И ОТКЛОНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ВВОДАХ СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ	158
<i>Кондратьева Н.П., Большин Р.Г., Ахатов Р.З.</i> РАЗРАБОТКА СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВЫМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ (РОБОТИЗИРОВАННЫМ) УСТРОЙСТВОМ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПИЦЦЫ С FDM ТЕХНОЛОГИЕЙ 3D ПЕЧАТИ И ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ	165
<i>Кондратьева Н.П., Ахатов Р.З., Большин Р.Г., Уманский П.М., Краснолуцкая М.Г.</i> ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ НА ГИДРОПОНИКЕ С ЭЛЕМЕНТАМИ СПЕЦИАЛЬНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	172
<i>Кожевников А.А., Иванкина Ю.В.</i> ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ С ВИЭ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ	178
<i>Коннов И.О., Аникеев С.В., Богданов С.И.</i> ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С УТИЛИЗАЦИЕЙ ОТХОДОВ ПТИЦЕФАБРИК И ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ	183

<i>Кочетов В.А., Четвериков Е.А., Пяткин А.А.</i> МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКЦИИ	186
<i>Кочетов В.А., Четвериков Е.А., Пяткин А.А.</i> ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКЦИИ В ПОТОКЕ	191
<i>Кравченко Р.А., Кротов И.В., Сохинов Д.Ю.</i> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЗРЕЛОСТИ ПЛОДОВ ТОМАТА	205
<i>Лоза А.А.</i> ОБРАБОТКА ОЗОНОМ ГРУППЫ ПЧЕЛИНЫХ УЛЬЕВ»	210
<i>Лыжина Ю.В., Шерьязов С.К.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗОПОРШНЕВЫХ УСТАНОВОК КАК ОСНОВНОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ	214
<i>Лягина Л.А., Ванина А.А.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ	219
<i>Лягина Л.А., Тяпаев И.С.</i> ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ	225
<i>Лягина Л.А.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ КОМБИНИРОВАННОЙ СУШКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ	228
<i>Матвиенко О.А., Волгин А.В., Мокеев У.П., Мусеев А.П.</i> СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОДОГРЕВА ВОЗДУХА ПТИЧНИКА	232
<i>Меликов Д.И., Демченко М.С., Липкович И.Э.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ В СЕЛЬСКОМ НАСЕЛЕННОМ ПУНКТЕ	236

<i>Моисеев А.П., Искалиев К.И., Мокиев Е.П., Матвиенко О.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ ОБЛУЧАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	241
<i>Моисеев А.П., Волгин А.В.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА	246
<i>Никитин Д.А., Чурляева О.Н.</i> МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ВЫБОРА ТОКООГРАНИЧИВАЮЩЕГО РЕЗИСТОРА СИСТЕМЫ ПЛАВНОГО ПУСКА ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ, НАГРУЗКОЙ КОТОРОЙ ВЫСТУПАЮТ ИМПУЛЬСНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ	251
<i>Наумова О.В.</i> МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ОБРАБОТКИ НА ВЫХОД БИОГАЗА	255
<i>Нургелдиев Н.А.</i> ДОСТИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	261
<i>Әбілғазиев Е.Н., Есқабұл Ә.Б.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМИНАЛОВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ В КАЗАХСТАНЕ	266
<i>Павликов А.А., Ищенко А.П., Кадухин А.И.</i> АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ СБОРА НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ГРУНТА ДЛЯ ПОДОГРЕВА ВОДЫ В КОРОВНИКАХ	271
<i>Павликов А.А., Ищенко А.П., Кадухин А.И.</i> АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В ПЛАСТИНАТЫХ И КОЖУХОТРУБНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ	278
<i>Поспелова И.Г., Возмищев И.В., Трефилова Е.Г.</i> ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПОЧВЫ И СУБСТРАТА В ТОНКОМ СЛОЕ ИК-ИЗЛУЧЕНИЕМ НА КОНВЕЙЕРЕ	282
<i>Прищепов М.А., Рутковский И.Г.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ МНОГОЗОННЫХ ЭЛЕКТРОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕЙ-ДАТЧИКОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ МАССОВОГО РАСХОДА ОБРАБАТЫВАЕМОЙ СРЕДЫ	286

<i>Прокопенко С.С., Панченко С.В., Вакуленко Л.И.</i> ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭКОНОМАЙЗЕРА ДЛЯ ГАЗОВОГО КОТЛА В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ	294
<i>Редкозубов В.И., Иванкина Ю.В.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПУТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ	299
<i>Садькова Л.А.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОЙ КОМПАНИИ В ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ	303
<i>Саидов Д.М.</i> АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЗАПАСА ХОДА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА	308
<i>Саргужиева Б. А.</i> ТЕРМОХИМИЧЕСКОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ ИЗ БИОМАССЫ В ВОДОРОД ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ	312
<i>Саятин В.В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ В АПК	317
<i>Сергеев Н.Р., Левин М.А.</i> СУЩЕСТВУЮЩИЕ СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ	321
<i>Сергеев Н.Р., Левин М.А.</i> ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ 10/0,4 кВ	323
<i>Скорин И.А., Бахтеев С.В., Линиченко Д.С., Клетиков А.П.</i> КАТОДНАЯ ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ	329

<i>Сохинов Д.Ю., Кравченко Р.А., Кротов И.В.</i> РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ СОРТИРОВКИ ФРУКТОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	338
<i>Стерхова Т.Н.</i> УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ УСЛОВИЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ	343
<i>Стрекалова Л.П., Стрекалов С.Д.</i> К ИССЛЕДОВАНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ВЕТРОГЕНЕРАЦИИ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ	349
<i>Филин Ю.И.</i> МИРОВАЯ ПРАКТИКА ПО ВНЕДРЕНИЮ «УМНЫХ» СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	353
<i>Царина С.Б., Бакиров С.М., Домнышев С.В.</i> АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПУСКОВЫХ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМЫ ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ ТЕПЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВ	361
<i>Черных А.Г.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ГИДРОПРИВОДА ОПОРНЫХ ТЕЛЕЖЕК ДОЖДЕ-ВАЛЬНОЙ МАШИНЫ	366
<i>Шерязов С.К., Веденягин К.И., Копытов Д.Н.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	372
<i>Широбокова Т.А., Иксанов И.И., Иксанова К.С.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕТИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА СО СВЕТООТРАЖАЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ	377
<i>Широбокова Т.А., Бакиров С.М., Поспелова И.Г., Бронников А.Н.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА С ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ЭФФЕКТОМ	383

*Юндин М.А., Севостьянов Д.А., Ситников С.С.*  
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ  
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТОКОВОЙ РАЗГРУЗКИ НУЛЕВОГО  
РАБОЧЕГО ПРОВОДА СЕТИ 0,38 кВ 386

*Яшин Д.В., Чурляева О.Н., Степанов Р.К.*  
ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ АСКУЭ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ  
МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ НА УЧАСТКЕ ВЛ-0,4 кВ 392

11. Ovchukova, S. A. Digital technologies for the implementation of intelligent diagnostics of the insulation of power supply systems with insulated neutral in operating mode / Ovchukova S.A., Kondrateva N.P., Shishov A.A.// Advances of Machine Learning in Clean Energy and the Transportation Industry. Сер. "Computer Science, Technology and Applications" New York, 2021. С. 49-56

© Кондратьева Н.П., Большин Р.Г., Ахатов Р.З., 2023

Научная статья  
УДК 628.94:004

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА ОБЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ НА ГИДРОПОНИКЕ С ЭЛЕМЕНТАМИ СПЕЦИАЛЬНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

**Надежда Петровна Кондратьева<sup>1</sup>, Рамис Зульфатович Ахатов<sup>2</sup>,  
Роман Геннадьевич Большин<sup>3</sup>, Петр Михайлович Уманский<sup>4</sup>,  
Мария Геннадьевна Краснолуцкая<sup>5</sup>**

<sup>1,2</sup> Удмуртский ГАУ, г. Ижевск

<sup>3,4</sup> РГАУ-МСХА имени К.А Тимирязева, г. Москва

<sup>5</sup> ЧОУ ДПО «УНИЦ «Омега», г. Ижевск

<sup>1</sup> [aep\\_isha@mail.ru](mailto:aep_isha@mail.ru) , <https://orcid.org/0000-0002-1784-3560>

<sup>2</sup> [ramis.ahatov@gmail.com](mailto:ramis.ahatov@gmail.com) , <https://orcid.org/0009-0003-0472-9229>

<sup>3</sup> [bolshin@rgau-msha.ru](mailto:bolshin@rgau-msha.ru) , <https://orcid.org/0000-0001-5268-0464>

<sup>4</sup> [umanskiy@rgau-msha.ru](mailto:umanskiy@rgau-msha.ru) , <https://orcid.org/0000-0001-8109-4026>

<sup>5</sup> [maria-aep@mail.ru](mailto:maria-aep@mail.ru) , <https://orcid.org/0000-0002-8951-4686>

**Аннотация.** В статье приводятся данные по разработке энергоэффективной системы облучения растений на гидропонике с элементами специального искусственного интеллекта. В качестве исследуемой культуры выбрана клубника. Применение энергоэффективной системы облучения растений позволяет поддерживать требуемый фотопериод, спектр излучения и за счет этого повышать продуктивность культуры и экономить финансовые расходы на потребление электроэнергии.

**Ключевые слова:** энергоэффективной системы облучения растений, гидропоника, специальный искусственный интеллект

**Для цитирования:** Кондратьева, Н.П. Энергоэффективная система облучения растений на гидропонике с элементами специального искусственного интеллекта / Н.П. Кондратьева, Р. З. Ахатов, Р. Г. Большин, П. М. Уманский, М. Г. Краснолуцкая // Повышение эффективной эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве: материалы Международной

## Original article

### ENERGY-EFFICIENT SYSTEM FOR IRRADIATION OF HYDROPONIC PLANTS WITH ELEMENTS OF SPECIAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Nadezhda Petrovna Kondrateva<sup>1</sup>, Ramis Zulfatovich Akhatov<sup>2</sup>,  
Roman Gennadievich Bolshin<sup>3</sup>, Pyotr Mikhailovich Umansky<sup>4</sup>,  
Maria Gennadievna Krasnolutszkaya<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup> Udmurt State Agrarian University, Izhevsk

<sup>3,4</sup> RGAU-MCXA named after K.A Timiryazev, Moscow

<sup>5</sup> CHOU DPO "UNITs "Omega", Izhevsk

**Annotation.** The article provides data on the development of an energy-efficient system for irradiating plants in hydroponics with elements of special artificial intelligence. Strawberry was chosen as the crop under study. The use of an energy-efficient plant irradiation system makes it possible to maintain the required photoperiod and radiation spectrum and thereby increase crop productivity and save financial costs on energy consumption.

**Keywords:** energy-efficient plant irradiation systems, hydroponics, special artificial intelligence

**For citation:** Kondrateva, N.P. Energy-efficient system for irradiating plants in hydroponics with elements of special artificial intelligence / N.P. Kondrateva, R. Z. Akhatov, R. G. Bolshin, P. M. Umansky, M. G. Krasnolutszkaya // Improving the efficient operation of electrical equipment in agriculture: materials International Scientific and Technical Conference named after G.P. Eroshenko / Ed. S.M. Bakirov - Saratov: Vavilov University, 2023.

**Введение.** На цели облучения в защищенном грунте расходуется до 30% потребляемой электроэнергии [6, 7, 8]. Поэтому снижение финансовых затрат на облучение является актуальной задачей. В настоящее время широко используется метод гидропонного выращивания растений, например, клубники, позволяющий получать высокие и качественные урожаи (рисунок 1).



а)



б)

Рисунок 3 Выращивание клубники в вертикальных (а) и стеллажных (ю) гидропонных теплицах

Клубничный вкус является одним из основных в линейке вкусов очень многих видов продукции, начиная от выпечки и заканчивая соками и мороженым. Помимо вкусовых качеств клубника обладает целым спектром полезных свойств и минеральных элементов, т. к. она богата железом, медью, марганцем, бором, кобальтом, калием, кальцием, фтором, магнием. Эта ягода помогает при гипертонии, атеросклерозе и других заболеваниях сердечно-сосудистой системы, содержит лимонную, хинную, яблочную, салициловую, янтарную и другие кислоты, витамины А, В, С, Р, РР, что помогает для быстрого восстановления после физических нагрузок, вирусов. Клубника является низкокалорийным продуктом и содержит не более 41 ккал на 100 грамм поэтому она популярна у поклонников здорового питания и здорового образа жизни в целом.

Гидропонный метод выращивания клубники имеет следующие преимущества: 1) ускоренный рост растений, которые получают все необходимые им питательные вещества из раствора; 2) отсутствие вредителей; 3) получение экологически чистой продукции [3].

Формирование урожая клубники невозможно без использования дополнительного облучения светодиодами источниками излучения., т. к. при низкой облучённости (недостатке света) клубника становится менее сладкой. В виду того, что клубника является аккумулятивным приемником света, то очень важно поддерживать требуемой фотопериод, который для плодоношения должен быть в пределах 12-13 часов, а для получения для крупных урожаев - не меньше 18 часов при температуре дневное время 23 - 25<sup>0</sup>С, а ночью - 16 - 19<sup>0</sup>С.

**Материалы и методы.** На рисунке 2 приведен алгоритм работы специального искусственного интеллекта, управляющего энергоэффективной системой облучения гидропонных теплиц. После запуска программы идет процесс инициализации, при котором микроконтроллером определяются все элементы ввода: кнопки для изменения спектра облучения, цифровой люксметр для измерения степени облученности (освещенности), а также высокоточных часов реального времени.

На следующем этапе происходит проверка времени фотопериода требуемого для облучения растений. Согласно блок схеме микроконтроллер утром включает облучательные установки, а вечером выключает. Далее специальный искусственный интеллект проверяет уровень облученности и сравнивает его с естественной освещённостью. При определенном значении естественной освещённости (облученности) происходит отключение энергоэффективной системы облучения растений [3, 4, 5]. Последнее условие настройка спектра, при настройке можно изменить спектр излучения, меняя степень освещенности красного и синего цвета [1, 3, 4]. Энергоэффективная система облучения растений на гидропонике с элементами специального искусственного интеллекта выполняет проверку каждого условия за определенный период [9, 10].

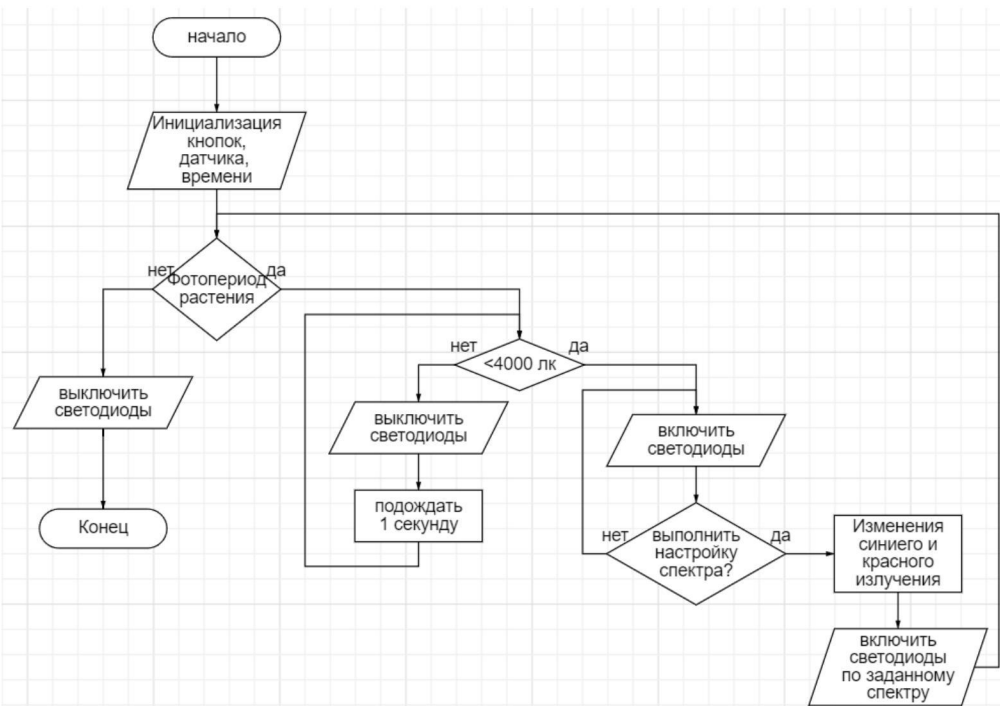


Рисунок 4 Алгоритм работы энергоэффективной системы облучения растений на гидропонике с элементами специального искусственного интеллекта

На рисунке 3 показана принципиальная электрическая схема управления энергоэффективной системой облучения растений на гидропонике с элементами специального искусственного интеллекта.

Электропитание всей схемы осуществляется 12 вольтовым источником постоянного тока. Для питания микросхем требуется напряжение ниже и поэтому использован линейный стабилизатор напряжения 7805.

Основным элементом является микроконтроллер Atmega 328 (DD1). Кнопки SB1 и SB2 подключаются к микроконтроллеру и служат для изменения степени освещения синих и красных светодиодов.

Датчик освещенности D7 имеет обозначение BH1750 передает показания степени освещенности (облученности) по последовательной шине I2C. Контроллер принимает данные освещенности каждую секунду, с погрешностью в 1 люкс.

Для того чтобы микроконтроллер понимал время, используется микросхема D6 маркировкой DS3231. Также, как и датчик степени освещенности данные часов передаются в контроллер по шине I2C. Для того чтобы эти два устройства не путались в данных, программно задается адрес каждому устройству.

Управление светодиодами производится с помощью токовых драйверов D1 - D3, которые задают ток для питания светодиодов. Также драйвера поддерживают внешнее управление, что реализовано в этой схеме. Третий вывод микросхемы подключен к микроконтроллеру для задания интенсивности излучения и включения и выключения светодиодов.

Светодиоды подключаются в разъемы XP1-XP3 соответствующего цвета.

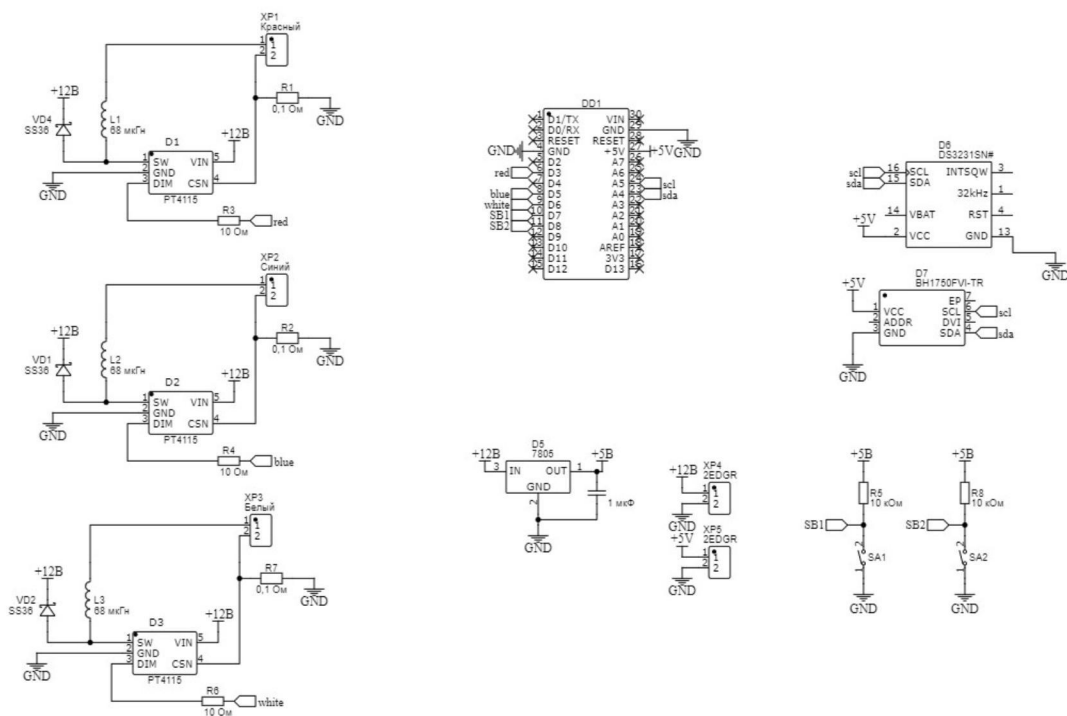


Рисунок 3. Принципиальная электрическая схема энергоэффективной системы облучения растений на гидропонике с элементами специального искусственного интеллекта

**Результаты исследования.** Энергоэффективная система облучения растений на гидропонике с элементами специального искусственного интеллекта позволяет поддерживать требуемый фотопериод и этим управлять урожайность культуры: при фотопериоде 16 час. клубника зацветает через 10 дней, плодоносит через 35 дней, а при фотопериоде 8 час. клубника зацветает через 14 дней, плодоносит через 49 дней.

**Заключение.** Гидропонная система — это проверенная технология, обеспечивающая высокую урожайность клубники, т. к. с одного куста можно собрать до 2.5 кг. ягод. В защищенном грунте до 95% урожайности формируется за счет энергии излучения светодиодных облучателей. Поэтому необходимо использовать предлагаемую энергоэффективную систему облучения растений на гидропонике с элементами специального искусственного интеллекта, позволяющую регулировать спектр излучения, фотопериод и рационально использовать электрическую энергию, получая при этом до 45 кг клубники с 1 кв. м. или 450 тонн с 1 га.

### Список источников

1. Белов, Е.Л. Исследование влияния монохромного освещения на рост и развитие редиса / Белов Е.Л., Белов В.В., Ларкин С.В. // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (24). С. 95-101.
2. Беляков М.В., Ефременков И.Ю. Разработка технологического процесса и устройства дистанционного контроля спелости семян // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2022. Т. 69. № 2 (47). С. 12-19.

3. Большин, Р.Г. Новые подходы к облучению растений, выращиваемых на гидропонике / Кондратьева Н.П., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Долганов К.Ю., Беляков И.В., Попугаев А., Горшков З. // Агротехника и энергообеспечение. 2019. № 3 (24). С. 61-71.

4. Большин, Р.Г. Применение цифровых технологий при выращивании зеленого корма на гидропонике / Краснолуцкая М.Г., Большин Р.Г. // Состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки на современном этапе. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Чебоксары, 2020. С. 274-280.

5. Кондратьева, Н.П. Эффект синергизма для управления посевными качествами семян люцерны изменчивой с элементами нейросети для контроля дозы УФО / Кондратьева Н.П., Ахатов Р.З., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Духтанова Н.В., Селунский В.В., Нетёсов С.В. // АгроЭкоИнфо. 2023. № 5 (59).

6. Кондратьева, Н.П. Цифровое средство автоматизации для реализации энергоэффективного режима облучения микрочеренков сливы садовой в культуре *in vitro* / Кондратьева Н.П., Ахатов Р.З., Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г., Селунский В.В. // Светотехника. 2023. № 5. С. 32-37.

7. Кондратьева, Н.П. Использование цифровых технологий для эффективного управления электротехнологическими облучательными установками / Кондратьева Н.П., Шогенов Ю.Х., Зиганшин Б.Г., Ахатов Р.З. // Техника и оборудование для села. 2022. № 4 (298). С. 40-43.

8. Kondrateva, N. Determination of the effective operating hours of the intermittent lighting system for growing vegetables / Kondrateva N., Bolshin R., Krasnolutsckaya M., Shishov A., Filatov D., Ovchukova S., Mikheev G // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International AgroScience Conference, AgroScience 2021" 2021. С. 012004.

9. Kondrateva, N.P. Digital automation of energy-efficient *in vitro* irradiation of orchard plum micro cuttings / Kondrateva N.P., Akhatov R.Z., Bolshin R.G., Krasnolutsckaya M.G., Selunskiy V.V. // Light & Engineering. 2023. Т. 31. № 6. С. 57-64.

10. Ovchukova, S. A. Digital technologies for the implementation of intelligent diagnostics of the insulation of power supply systems with insulated neutral in operating mode / Ovchukova S.A., Kondrateva N.P., Shishov A.A. // Advances of Machine Learning in Clean Energy and the Transportation Industry. Ser. "Computer Science, Technology and Applications" New York, 2021. С. 49-56

© Кондратьева Н.П., Ахатов Р.З., Большин Р.Г., Уманский П.М., Краснолуцкая М. Г., 2023

*Научное издание*

# **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Материалы I Национальной научно-практической  
конференции с международным участием  
имени Г.П. Ерошенко**



Электронное издание

Адрес размещения: <https://www.vavilovsar.ru/nauka/konferencii-saratovskogo-gau/2023-g>

Размещено 06.02.2024 г.

Объем данных: 36,5 Мбайт. Аналог печ. л. 24,8

Формат 60×84 1/16. Заказ №846/2023

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

Тел.: 8(8452)26-27-83, email: nir@vavilovsar.ru

410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3.