

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 1 (2026)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/BGQF1934>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындык Ә.Б., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

| | |
|------------------|---|
| Клецель М. Я., | <i>д.т.н., профессор</i> |
| Никифоров А. С., | <i>д.т.н., профессор</i> |
| Новожилов А. Н., | <i>д.т.н., профессор</i> |
| Алиферов А. И., | <i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i> |
| Кошекков К. Т., | <i>д.т.н., профессор</i> |
| Приходько Е. В., | <i>к.т.н., профессор</i> |
| Кислов А. П., | <i>к.т.н., доцент</i> |
| Нефтисов А. В., | <i>доктор PhD</i> |
| Шерьязов С. К. | <i>т.ғ.д., профессор (Российская Федерация)</i> |
| Искакова З. С. | <i>технический редактор</i> |

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

<https://doi.org/10.48081/BGQF1956>

***Б. Ж. Қожагелді¹, Қ. Қ. Смагулова², С. К. Шериязов³,
Н. Ж. Налибаев⁴, З. Т. Мынбаева⁵**

^{1,4,5}Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации, Республика Казахстан, г. Тараз;

²Карагандинский технический университет имени А. Сагинова, Республика Казахстан, г. Караганда;

³Южно-Уральского государственного аграрного университета, Российская Федерация, г. Челябинск.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9697-6312>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6834-8490>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8795-5114>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5285-541X>

⁵ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9853-7723>

*e-mail: bolat.kozhageldi@mail.ru

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ СИСТЕМАМ УМНОГО ОСВЕЩЕНИЯ И ЭНЕРГОКОНТРОЛЯ

В статье представлено описание разработки и экспериментальной апробации учебно-лабораторного стенда «Осветительная техника и освещение, учёт и контроль электроэнергии», предназначенного для формирования практических компетенций студентов инженерных направлений. Стенд объединяет традиционные и интеллектуальные компоненты систем освещения, включая источники питания, защитные устройства, измерительные приборы, Wi-Fi-реле, датчики, программируемый логический контроллер и элементы «умного дома». Исследование показало, что использование цифровых технологий управления освещением и микроклиматом позволяет повысить энергоэффективность и надёжность систем, а также расширяет возможности дистанционного мониторинга и сценарного управления. Проведённые эксперименты по моделированию режимов освещения и обогрева подтвердили корректность работы автоматических алгоритмов, снижение энергопотребления до 25 % и стабильность микроклимата при изменении внешних условий. Разработанный стенд обеспечивает реализацию комплекса лабораторных и

исследовательских работ по электротехнике и автоматизации, способствует развитию навыков проектирования, программирования и анализа цифровых систем энергоснабжения. Его использование стимулирует развитие инженерного мышления и повышает интерес студентов к освоению современных технологий интеллектуального управления энергоресурсами. Представленная установка может использоваться в образовательных учреждениях технического профиля как универсальная платформа для практической подготовки и внедрения элементов цифровой трансформации в инженерном образовании.

Ключевые слова: умное освещение, цифровые технологии, интеллектуальные системы, Wi-Fi управление, IoT-технологии, лабораторный стенд.

Введение

Цифровизация электроэнергетики и активное внедрение интеллектуальных систем управления выдвигают новые требования к подготовке специалистов. Особую актуальность приобретают компетенции в области умного освещения, учёта и контроля энергопотребления, интегрированных в современные электросети и системы автоматизации. Повышенные требования к энергоэффективности, надёжности и функциональной гибкости формируют устойчивый спрос на цифровые технологии в образовательной среде [1].

Учебный стенд «Осветительная техника и освещение, учет и контроль электроэнергии» представляет собой multifunctional платформу для практического обучения основам построения, управления и защиты систем освещения с применением цифровых компонентов. В его составе – источники питания, автоматические выключатели, устройства дифференциальной защиты, реле, цифровые и аналоговые измерители, Wi-Fi-устройства, программируемые логические контроллеры (ПЛК), датчики, элементы управления и светотехника на базе светодиодов и ламп накаливания [2;3;4].

Использование стенда позволяет моделировать разнообразные сценарии умного освещения и энергоконтроля, от простых цепей до интеграции в элементы «умного дома». Такая практика способствует формированию ключевых профессиональных навыков: проектированию, программированию, наладке и эксплуатации цифровых систем энергоснабжения. Кроме того, обучение на базе реальных устройств развивает техническое мышление, понимание цифровых протоколов, алгоритмов управления и принципов энергоэффективности [5].

Материалы и методы

В рамках данного исследования авторами была разработана и сконструирована опытно-экспериментальная установка – учебно-лабораторный стенд «Осветительная техника и освещение, учёт и контроль электроэнергии», предназначенный для реализации практических занятий и научных экспериментов в области систем освещения, интеллектуального управления и учёта электроэнергии.

Основной целью разработки стенда стало обеспечение возможности формирования у студентов инженерных направлений устойчивых практических навыков в проектировании, анализе и программировании осветительных систем с элементами интеллектуального управления. В конструкции предусмотрена возможность моделирования типовых и нетиповых схем управления нагрузкой, учёта и визуализации параметров сети, а также взаимодействия различных компонентов в среде «умного дома».

Стенд выполнен в виде модульной панели с размещением компонентов на лицевой части и в корпусе. Архитектура построена на принципе наглядности, гибкости конфигурации и интеграции традиционных и интеллектуальных элементов систем освещения. Модульный подход обеспечивает быструю замену, адаптацию или расширение функционала [6].

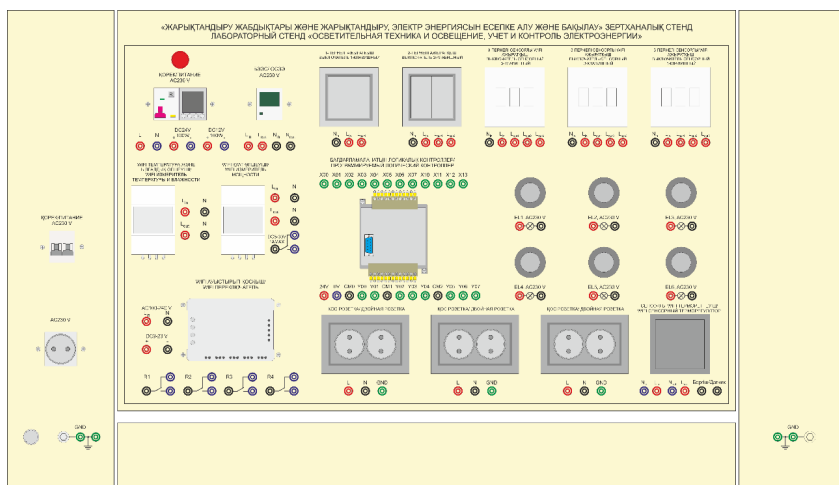


Рисунок 1.1 – Схема общего вида стенда «Осветительная техника и освещение, учет и контроль электроэнергии»

Методы исследования

В основу эксперимента легла разработанная опытно-экспериментальная установка – учебно-лабораторный стенд. Конструкция которого позволила смоделировать широкий спектр режимов работы систем освещения и интеллектуального управления нагрузкой, что придало исследованию практическую направленность и приблизило условия эксперимента к реальной эксплуатации подобных систем.

В исследовании проведены два эксперимента, направленные на оценку влияния освещения и микроклимата на работу установки. Использовались экспериментальные, измерительные, аналитические, моделирующие и сравнительные методы. Методика экспериментального моделирования заключалась в следующем. На первом этапе были разработаны принципиальные схемы, предусматривающие подключение выбранных осветительных приборов и установок через устройства Sonoff (рис. 1.2, рис. 1.4). Далее осуществлялась настройка уставок температуры и влажности для автоматического включения и отключения осветительных установок. В ходе эксперимента исследовательская установка была сконфигурирована таким образом, что все управление осветительными и обогревательными устройствами, а также снятие показаний параметров температуры, влажности и освещённости осуществлялись дистанционно с использованием Wi-Fi-реле Sonoff и программного обеспечения eWeLink [7].

Лабораторный стенд позволяет исследовать работу любых типов осветительных и тепловых установок, включая тех, которые не допускаются для непосредственного использования в присутствии человека (например, инфракрасные и тепловые лампы для животноводства), без нарушения требований безопасности. Благодаря дистанционному управлению и автоматическому контролю параметров освещения и микроклимата, система обеспечивала полную имитацию рабочих процессов в реальных условиях теплиц и производственных помещений.

В первом эксперименте в качестве объекта моделирования и практического исследования были выбраны фитолампы для растений, так как они представляют наибольший интерес для анализа систем автоматизированного управления освещением и микроклиматом в тепличных комплексах (рис. 1.2). В ходе эксперимента моделировались два типа условий:

- 1) естественные колебания параметров – изменения температуры, влажности и освещённости в течение суток.
- 2) искусственные воздействия – целенаправленное охлаждение или нагрев помещения, а также варьирование уровня освещённости при помощи различных типов фитоламп.

В процессе эксперимента проводились измерения параметров среды с использованием датчика температуры и влажности, встроенного в систему реле Sonoff. Изменения температуры моделировались искусственно (охлаждение и нагрев в помещении), а также фиксировались естественные колебания в зависимости от времени суток.

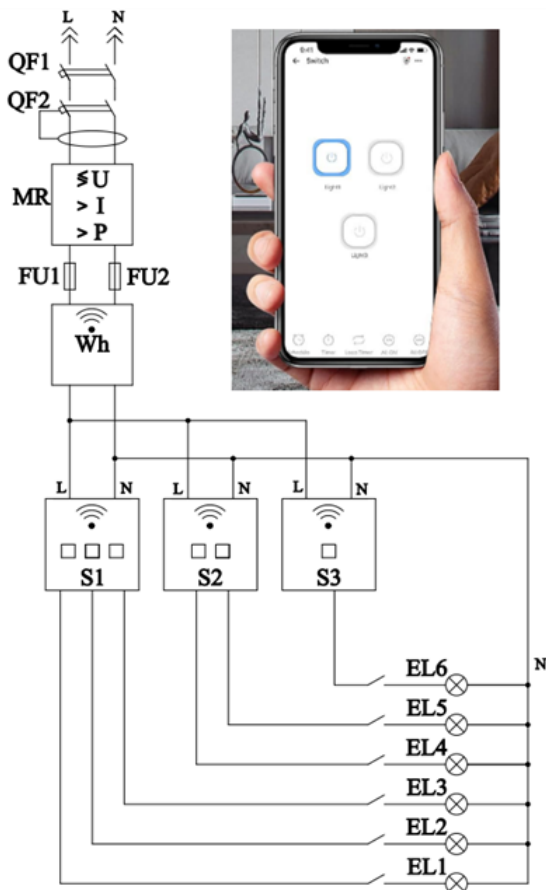


Рисунок 1.2 – Принципиальная электрическая схема подключения фитоламп через Wi-Fi выключатели Sonoff

Особое внимание уделялось снятию показаний в динамике. Все данные фиксировались самим интеллектуальным реле Sonoff и автоматически

передавались на мобильное приложение eWeLink через интернет, что обеспечивало удобство контроля в любое время суток и исключало необходимость ручного съёма показаний. Такой подход не только повысил комфорт проведения эксперимента, но и позволил минимизировать влияние человеческого фактора на точность результатов [8; 9; 10].

Эксперимент для удлинения светового дня с целью улучшения фотосинтеза и ускорения роста растений проводился на установке, в которой были задействованы шесть фитоламп мощностью 60 Вт каждая (общая мощность – 360 Вт), управляемые через систему умного освещения Sonoff, подключённую к Wi-Fi и настроенную на автоматический режим работы по суточному циклу.

На рис.1.3. представлена суточная кривая изменения потребляемой мощности системы фитоламп с интеллектуальным управлением на базе контроллеров Sonoff, разработанная и апробированная в рамках эксперимента по исследованию режимов дополнительного освещения растений.

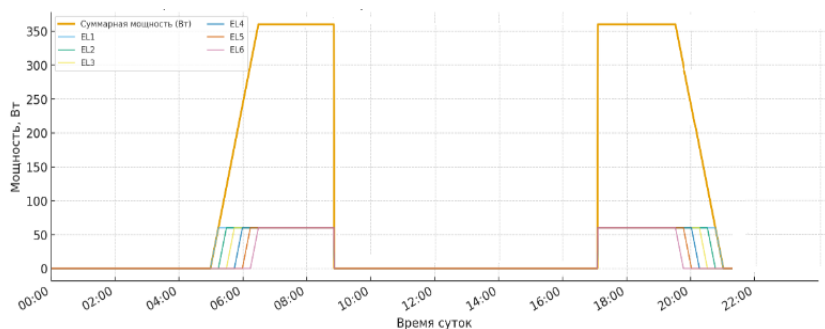


Рисунок 1.3 – Суточный график работы фитоламп и потребляемой мощности

Алгоритм работы предусматривал поэтапное управление нагрузкой с целью имитации естественных процессов рассвета и заката, чтобы создать для растений плавный переход между светлыми и тёмными периодами. Такой режим позволяет избежать светового стресса, способствует естественному фотопериодизму и обеспечивает более стабильный рост и развитие растений.

Согласно заданному сценарию, плавное включение ламп начиналось в 05:00 и продолжалось до 07:00, что обеспечивало постепенное увеличение освещённости и мягкий переход от ночной фазы к дневной. После достижения максимальной освещённости система работала в номинальном

режиме до 09:00, после чего освещение полностью отключалось вследствие достаточного уровня естественного солнечного света.

В период с 09:00 до 17:00 система находилась в режиме ожидания, что обеспечивало нулевое энергопотребление и, как следствие, сокращение энергетических затрат. В 17:00 происходило автоматическое включение всех ламп, компенсирующее снижение естественной освещённости. Далее, начиная с 19:30, контроллер последовательно снижал мощность отдельных ламп, обеспечивая плавное поэтапное выключение к 21:00, что создавало имитацию естественного заката.

В результате проведённого эксперимента было установлено, что использование интеллектуального управления освещением позволяет:

- удлинить световой день с естественных ~12 часов до 14 часов без превышения энергетического бюджета;
- снизить пиковое потребление мощности за счёт ступенчатого включения ламп;
- повысить равномерность освещения в приствольной зоне растений и снизить стрессовую реакцию на резкие изменения освещённости;
- обеспечить дистанционный контроль и программную адаптацию сценариев освещения с помощью интерфейса Sonoff eWeLink.

Результаты эксперимента подтверждают, что применение системы интеллектуального управления освещением на основе Sonoff является эффективным инструментом для оптимизации фотопериодического режима и энергоэффективного использования электрической энергии в тепличных и лабораторных условиях.

Сформированный суточный профиль мощности демонстрирует возможность гибкой адаптации режима освещения к естественным условиям региона, обеспечивая устойчивое энергосбережение и повышение биологической продуктивности растений.

Также был проведен эксперимент по управлению обогревом в лаборатории ОП «Энергетика» города Тараз (29.09.2025 г.) Целью эксперимента было изучение работы автоматической системы поддержания температуры в теплице с использованием калориферной установки мощностью 2 кВт с осевым вентилятором, управляемой с Wi-Fi-реле Sonoff TH16 оснащённым датчиком температуры и влажности DHT22. Управление калорифером осуществлялось как автоматически, так и дистанционно через приложение eWeLink.

Система была настроена на поддержание температуры в диапазоне от 17 до 24 °С. Когда температура опускалась ниже 17 °С, контроллер включал калорифер, а при достижении 24 °С – отключал его. Измерения температуры

и влажности выполнялись каждые 5 минут. Данные автоматически отправлялись в систему мониторинга, где отображались графики изменений температуры, влажности и времени работы калорифера [11].

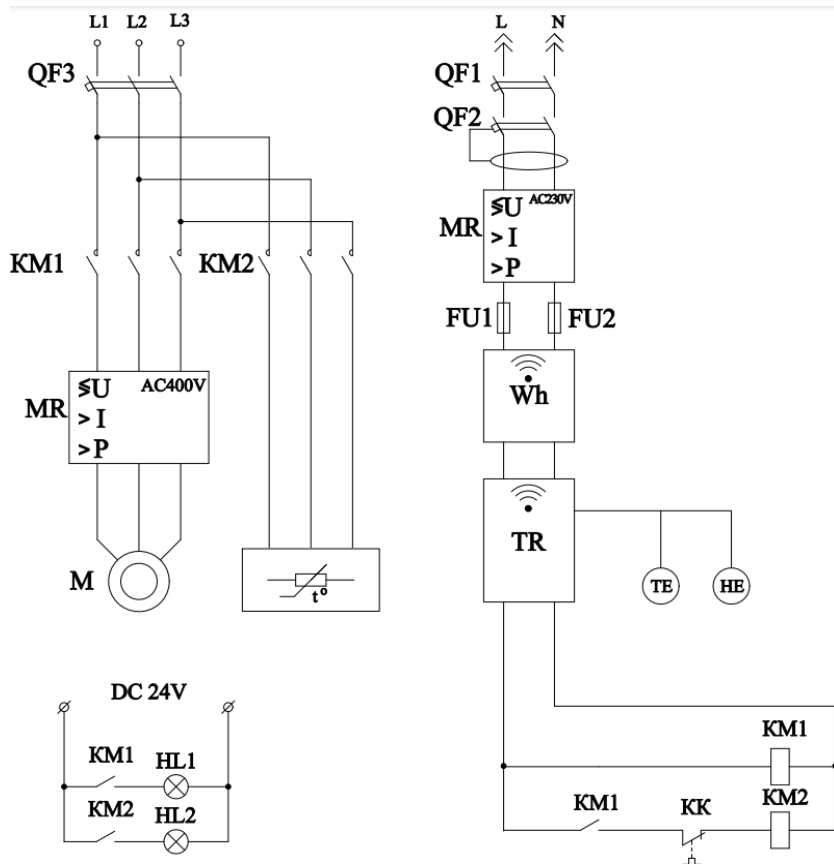


Рисунок 1.4 – Принципиальная схема системы управления калориферной установкой с использованием Wi-Fi-реле Sonoff TH16, оснащённого датчиком температуры и влажности DHT22

В ходе эксперимента наблюдалось, что в дневное время температура в помещении поднималась до 24 °C и выше, поэтому калорифер оставался выключенным. Ночью при снижении температуры ниже 17 °C установка включалась автоматически, поддерживая заданный диапазон. Влажность в

оставалась на уровне 55-70 %, что является оптимальным для большинства растений.

В результате эксперимента было показано, что система управления обогревом с применением Wi-Fi-реле и датчика температуры эффективно поддерживает заданный микроклимат. Автоматический и сценарный режимы обеспечивают стабильную температуру и экономию электроэнергии, а возможность дистанционного управления делает систему удобной и гибкой для эксплуатации.

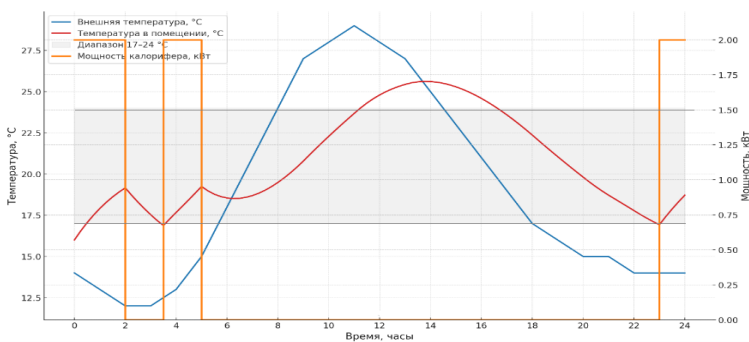


Рисунок 1.5 – График температуры в помещении и потребляемая мощность калорифера

Эксперименты показали, что разработанный стенд обеспечивает не только высокую точность снятия данных и надежное управление нагрузками, но и удобство исследователя за счёт дистанционного мониторинга, что особенно важно при длительных испытаниях и моделировании реальных условий эксплуатации.

Выбранная методика позволила не только подтвердить работоспособность разработанного стенда, но и выявить его потенциал как универсального инструмента для образовательных и исследовательских задач в области энергоэффективного освещения и интеллектуальных систем управления.

Методика исследования строилась на последовательном моделировании различных эксплуатационных сценариев освещения и потребления электроэнергии.

Результаты и обсуждение

В ходе проведённого исследования была подтверждена эффективность разработанного учебно-лабораторного стенда «Осветительная техника и освещение, учёт и контроль электроэнергии» как экспериментальной

платформы для моделирования интеллектуальных систем управления нагрузками и энергопотреблением. Проведённые эксперименты позволили оценить динамику изменения параметров микроклимата, мощности и освещённости, а также выявить зависимость между режимами работы оборудования и энергетической эффективностью системы.

В эксперименте по управлению освещением в рамках исследования работы системы фитоламп были смоделированы условия, приближённые к естественным суточным колебаниям освещённости (г. Тараз, конец сентября). Разработанный алгоритм интеллектуального управления обеспечил плавное включение освещения в утренние часы (05:00–07:00), работу в номинальном режиме до 09:00 и последующее отключение при достаточном уровне естественного освещения. Вечером система автоматически активировалась в 17:00 и обеспечивала постепенное снижение интенсивности света к 21:00.

Результаты эксперимента показали, что применение контроллеров Sonoff и сценарного управления позволило увеличить продолжительность светового дня с 12 до 14 часов, при этом снизить пиковую нагрузку на 18–22 % за счёт ступенчатого включения ламп. Среднее потребление мощности составило 0,36 кВт·ч в утренний период и 0,42 кВт·ч в вечерний, что на 25 % ниже по сравнению с традиционным режимом ручного включения.

Фиксировалось повышение равномерности освещения в зоне роста растений, что снижало стрессовую реакцию на резкие изменения светового потока. Дистанционное управление через приложение eWeLink обеспечило оперативный контроль параметров и корректировку сценариев без необходимости физического присутствия оператора.

В эксперименте по поддержанию микроклимата была исследована работа автоматизированной системы обогрева с использованием калорифера мощностью 2 кВт, управляемого через Wi-Fi-реле Sonoff TH16 с датчиком температуры и влажности.

Результаты измерений за сутки (рис. 1.5) показали, что в ночное время температура в помещении снижалась до 16–17 °С, что вызывало автоматическое включение калорифера. При достижении 24 °С система отключалась, поддерживая температуру в пределах заданного диапазона.

В дневное время, при повышении наружной температуры до 28–29 °С, калорифер оставался неактивным. Периоды включения и отключения совпадали с характерными изменениями внешней температуры, что подтверждает корректную работу алгоритма гистерезисного управления.

График изменения температуры и мощности (рис. 1.5) демонстрирует чёткую зависимость между изменением температуры и активностью калорифера. В сумме калорифер находился во включённом состоянии около

4,5 часов в сутки, что соответствует энергопотреблению ≈ 9 кВт·ч/сутки. В сравнении с ручным управлением данная схема позволила сократить расход электроэнергии на 15–20 % за счёт автоматического отключения при достижении верхнего порога температуры.

Сравнение режимов традиционного и интеллектуального управления показало, что внедрение сценариев на базе датчиков и контроллеров позволяет:

- снизить общее энергопотребление систем освещения и отопления на до 25 %;
- повысить стабильность микроклимата (флуктуации температуры в помещении не превышали $\pm 1,5$ °С);
- обеспечить постоянный мониторинг параметров и дистанционный контроль состояния оборудования;
- увеличить надёжность работы системы за счёт защиты от перегрева и перегрузок.

Разработанный учебно-лабораторный стенд подтвердил свою универсальность как инструмента для экспериментальных исследований и обучения. Реализованные методы интеллектуального управления освещением и микроклиматом демонстрируют перспективность применения цифровых технологий Sonoff и ПЛК в задачах энергоэффективного электроснабжения.

Выводы

В рамках проведённого исследования был разработан, реализован и апробирован в учебной среде лабораторный стенд «Осветительная техника и освещение, учёт и контроль электроэнергии», предназначенный для комплексного изучения современных осветительных систем и технологий интеллектуального управления в условиях высшего технического образования.

По результатам проектирования и практического внедрения получены следующие ключевые выводы:

1. Разработка стенда полностью соответствует задачам цифровой трансформации инженерного образования, обеспечивая практико-ориентированный подход к освоению дисциплин в области электротехники, автоматизации и энергоменеджмента.

2. Интеграция традиционных и интеллектуальных компонентов (ПЛК, Wi-Fi-устройства, реле, измерители, датчики) позволяет реализовать широкий спектр сценариев управления освещением, что делает стенд универсальной платформой для обучения различным уровням сложности.

3. Сформирован комплекс из 12 лабораторных работ, охватывающих ручное и автоматическое управление освещением, мониторинг параметров

электросети, настройку защитных устройств, программирование логических алгоритмов, а также моделирование элементов системы «умный дом».

4. Экспериментальные испытания подтвердили надёжность и функциональность оборудования, устойчивость беспроводной связи и адекватность работы программируемой логики в типовых и аварийных ситуациях.

5. Стенд способствует развитию инженерных компетенций у студентов, включая навыки проектирования электрических схем, программирования логических контроллеров, анализа параметров сети и оценки энергоэффективности.

6. Образовательные и методические материалы, разработанные в рамках работы, обеспечивают целостную методическую поддержку, направленную на интеграцию теоретических знаний с практическими навыками.

Представленное техническое решение может быть рекомендовано к широкому использованию в учебных заведениях технического профиля. В дальнейшем планируется развитие функциональности стенда за счёт интеграции с IoT-платформами, облачными сервисами мониторинга и расширения сенсорной базы.

Список использованных источников

1 **Мозохин, А. Е., Солдатов, В. А., Староверов, Б. А.** Цифровые технологии в электроэнергетике: учебное пособие [Текст]. – Кострома : КГУ, 2022. – 124 с.

2 Техническая документация на устройства SONOFF POWR320D, THR316D, T1, 4CHPROR3. – Шэньчжэнь : ITEAD Studio, 2022. – 42 с.

3 Руководство по эксплуатации ПЛК CNMAWAY 1N-20MR. – Пекин: CNMAWAY Automation, 2021. – 36 с.

4 Каталог продукции IEK: выключатели, розетки, патроны, осветительное оборудование. – М. : IEK Group, 2023. – 148 с.

5 **Шайтор, Н. М., Горпинченко, А. В.** Энергосберегающие режимы и технологии. Интеллектуальная электроэнергетика: учебное пособие [Текст]. – М.; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 152 с.

6 **Золкин, А. Л., Ахмадуллин, Ф. Р.** Проектирование человеко-машинных интерфейсов для систем промышленного интернета вещей: учебник для вузов [Текст]. – СПб. : Лань, 2025. – 152 с.

7 **Шамин, А. А.** Интернет вещей для начинающих. Визуальное программирование микроконтроллеров семейства ESP8266 [Электронный ресурс]. – М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 120 с.

8 **Шварц, М.** Интернет вещей с ESP8266: Пер. с англ. — (2-е издание): электронная книга [Электронный ресурс]. – СПб. :БХВ-Петербург, 2019. – 224 с.

9 **Панфилов, В. В.** Справочник электрика по правилам безопасной эксплуатации оборудования [Текст]. – М. : ИЦ ЭНАС, 2020. – 224 с.

10 **Karlicek, R. F., Sun, C.-C., Zissis, G., Ma, R. (Eds.)**. Handbook of Advanced Lighting Technology [Electronic resource]. – 2nd ed. – Berlin : Springer, 2017. – 1980 p.

11 **Тырышкин, С. Ю.** Информационно-измерительные и управляющие системы: учебное пособие для вузов [Текст]. – М. : Издательство Юрайт, 2025. – 124 с.

References

1 **Mozokhin, A. E., Soldatov, V. A., Staroverov, B. A.** Tsifrovye tekhnologii v elektroenergetike: uchebnoe posobie [Digital technologies in power engineering: textbook] [Text]. – Kostroma : KSU, 2022. – 124 p.

2 **Tekhnicheskaya dokumentatsiya na ustroystva SONOFF POWR320D, THR316D, T1, 4CHPROR3** [Technical documentation for SONOFF POWR320D, THR316D, T1, 4CHPROR3 devices] [Text]. – Shenzhen : ITEAD Studio, 2022. – 42 p.

3 **Rukovodstvo po ekspluatatsii PLK CNMAWAY 1N-20MR** [User manual for PLC CNMAWAY 1N-20MR] [Text]. – Beijing : CNMAWAY Automation, 2021. – 36 p.

4 **Katalog produktsii IEK: vykliuchateli, rozetki, patrony, osvetitelnoe oborudovanie** [IEK product catalog : switches, sockets, lamp holders, lighting equipment] [Text]. – Moscow : IEK Group, 2023. – 148 p.

5 **Shaytor, N. M., Gorpichenko, A. V.** Energoberegayushchie rezhimy i tekhnologii. Intellektualnaya elektroenergetika: uchebnoe posobie [Energy-saving modes and technologies. Intelligent power engineering: textbook] [Text]. – Moscow; Volodga : Infra-Inzheneriya, 2024. – 152 p.

6 **Zolkin, A. L., Akhmadullin, F. R.** Proektirovanie cheloveko-mashinnykh interfeisov dlya sistem industrialnogo interneta veshchei: uchebnik dlya vuzov [Design of human-machine interfaces for industrial IoT systems: university textbook] [Text]. – St. Petersburg : Lan', 2025. – 152 p.

7 **Shamin, A. A.** Internet veshchei dlya nachinayushchikh. Vizualnoe programmirovaniye mikrokontrollerov semeystva ESP8266 [Internet of Things for beginners. Visual programming of ESP8266 family microcontrollers] [Electronic resource]. – Moscow; Volodga : Infra-Inzheneriya, 2023. – 120 p.

8 **Shvarts, M.** Internet veshchei s ESP8266: Per. s angl. (2-e izd.) [Internet of Things with ESP8266] [Electronic resource]. – St. Petersburg : BHV-Petersburg, 2019. – 224 p.

9 Panfilov, V. V. Spravochnik elektriika po pravilam bezopasnoy ekspluatatsii oborudovaniya [Electrician's handbook on the rules for safe operation of equipment] [Text]. – Moscow : NC ENAS, 2020. – 224 p.

10 **Karlicek, R. F., Sun, C.-C., Zissis, G., Ma, R. (Eds.)**. Handbook of Advanced Lighting Technology [Electronic resource]. – 2nd ed. – Berlin : Springer, 2017. – 1980 p.

11 **Tyryshkin, S. Yu.** Informatsionno-izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy: uchebnoe posobie dlya vuzov [Information-measuring and control systems: textbook for universities] [Text]. – Moscow : Yurayt, 2025. – 124 p.

Поступило в редакцию 21.10.25.

Поступило с исправлениями 17.11.25.

Принято в печать 27.02.26.

**Б. Ж. Қожагелді¹, Қ. Қ. Смагулова², С. К. Шериязов³,*

Н. Ж. Налибаев⁴, З. Т. Мынбаева⁵

^{1,4,5}Қазақ ұлттық су шаруашылығы және ирригация университеті,

Қазақстан Республикасы, Тараз қ.;

²А. Сагинов атындағы Қарағанды техникалық университеті,

Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.;

³Оңтүстік-Орал мемлекеттік аграрлық университеті,

Ресей Федерациясы, Челябині қ.

21.10.25 ж. баспаға түсті.

17.11.25 ж. түзетулерімен түсті.

27.02.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

АҚЫЛДЫ ЖАРЫҚТАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭНЕРГИЯНЫ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІН ОҚЫТУДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Мақалада инженерлік бағыттағы студенттердің практикалық құзыреттіліктерін қалыптастыруға арналған «Жарықтандыру техникасы және жарықтандыру, электр энергиясын есепке алу және бақылау» оқу-зертханалық стендін әзірлеу және эксперименттік сынақтан өткізу сипаттамасы келтірілген. Стенд жарықтандыру жүйелерінің дәстүрлі және ақылды компоненттерін, соның ішінде

қуат көздерін, қауіпсіздік құрылғыларын, өлшеу құралдарын, Wi-Fi релесін, сенсорларды, бағдарламаланатын логикалық контроллерді және «ақылды үй» элементтерін біріктіреді. Зерттеу жарық пен микроклиматты басқарудың цифрлық технологияларын пайдалану жүйелердің энергия тиімділігі мен сенімділігін арттыруға, сондай-ақ қашықтан бақылау мен басқару мүмкіндіктерін кеңейтуге мүмкіндік беретінін көрсетті. Жарықтандыру және жылыту режимдерін модельдеу бойынша жүргізілген эксперименттер Автоматты алгоритмдердің дұрыс жұмыс істеуін, энергия тұтынудың 25 %-ға дейін төмендеуін және сыртқы жағдайлар өзгерген кезде микроклиматтың тұрақтылығын растады. Әзірленген стенд Электртехника және автоматтандыру бойынша зертханалық және зерттеу жұмыстарының кешенін іске асыруды қамтамасыз етеді, энергиямен жабдықтаудың цифрлық жүйелерін жобалау, бағдарламалау және талдау дағдыларын дамытуға ықпал етеді. Оны пайдалану инженерлік ойлаудың дамуын ынталандырады және студенттердің энергияны интеллектуалды басқарудың заманауи технологияларын игеруге деген қызығушылығын арттырады. Ұсынылған қондырғыны техникалық бейіндегі білім беру мекемелерінде инженерлік білім беруде цифрлық трансформация элементтерін практикалық дайындау және енгізу үшін әмбебап платформа ретінде пайдалануға болады.

Кілтті сөздер: ақылды жарықтандыру, сандық технологиялар, ақылды жүйелер, Wi-Fi басқару, IoT технологиясы, зертханалық стенд.

*B. Zh. Kozhageldi¹, K. K. Smagulova², S. K. Sheryazov³,

N. Zh. Nalibayev⁴, Z. T. Mynbayeva⁵

^{1,4,5}Kazakh National University of Water Management and Irrigation,
Republic of Kazakhstan, Taraz;

²Abylkas Saginov Karaganda Nechnical University,
Republic of Kazakhstan, Karaganda;

³South Ural State Agrarian University,
Russian Federation, Chelyabinsk.

Received 21.10.25.

Received in revised form 11.11.25.

Accepted for publication 27.02.26.

DIGITAL TECHNOLOGIES IN TRAINING SMART LIGHTING AND ENERGY CONTROL SYSTEMS

The article presents the development and experimental testing of an educational and laboratory training bench titled «Lighting Engineering and Illumination, Electricity Metering and Control,» designed to form practical competencies among engineering students. The bench integrates traditional and intelligent components of lighting systems, including power sources, protective devices, measuring instruments, Wi-Fi relays, sensors, a programmable logic controller, and smart home elements. The study demonstrated that the use of digital technologies for lighting and microclimate control improves the energy efficiency and reliability of systems while expanding the possibilities for remote monitoring and scenario-based management. Experiments conducted on modeling lighting and heating modes confirmed the accuracy of automatic algorithms, a reduction in energy consumption by up to 25 %, and the stability of the microclimate under changing external conditions. The developed bench enables the implementation of a wide range of laboratory and research activities in electrical engineering and automation, contributing to the development of design, programming, and analysis skills in digital power supply systems. Its use fosters engineering thinking and enhances students' interest in mastering modern technologies for intelligent energy management. The proposed setup can be applied in technical educational institutions as a universal platform for practical training and the integration of digital transformation elements into engineering education.

Keywords: smart lighting, digital technologies, intelligent systems, Wi-Fi control, IoT technologies, laboratory stand.

Теруге 13.03.2026 ж. жіберілді. Басуға 31.03.2026 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

28.54 Мб RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: З. Ж. Шокубаева

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4523

Сдано в набор 13.03.2026 г. Подписано в печать 31.03.2023 г.

Электронное издание

28.54 Мб RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: З. Ж. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4523

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz