

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени «доктор философии» (PhD) по специальности 6D070200 – «Автоматизация и управление»

НАЙЗАБАЕВА АСЕЛЬ АЙБАРКЫЗЫ

КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Актуальность работы. С учетом современной политической обстановки для многих стран особый фокус сосредоточен на энергоэффективности. Управление потреблением энергии с начала кризиса находится в центре внимания, например, в 2022 году рост мирового спроса на энергию составил около 1%. Для сравнения в 2019 году наблюдалось увеличение на 5%. Как отмечается в отчете по энергоэффективности на рост глобальной энергоемкости повлияла пандемия Covid – 2019. В 2020–2021 годах годовой прирост снизился до половины процента. Если сравнивать данные 2010 и 2020 года, то глобальные темпы улучшения снизились с 2% до 1,3%. Согласно стратегии МЭА (международное энергетическое агентство) «Сценарий чистых нулевых выбросов» к 2050 году требуется ускорить повышение эффективности до 4% каждый год до 2030 года. В связи с энергетическими проблемами многие компании вынуждены сократить свою деятельность. Так же многие люди не могут удовлетворить свои потребности в энергии. По результатам исследования количество людей, испытывающих проблемы с энергообеспечением, выросло до 2,5 млрд. По данным с 2019 года 160 млн. домохозяйств проживают в условиях энергетической бедности. Уязвимые группы населения часто живут в домах низкого качества, используют старые электроприборы и автомобили с низким уровнем энергоэффективности. Это ухудшает их условия жизни, представляет угрозу для здоровья, так же увеличивает оплату за электроэнергию. В 2022 году отмечается использование угля, дров для отопления и приготовления еды. Тема диссертационного исследования соответствует двум приоритетным направлениям развития науки Республики Казахстан: энергетика и машиностроение; и информационные, коммуникационные и космические технологии.

Ключевые слова: управление системой энергопотребления, нейронные сети, нечеткая модель энергопотребления, использование возобновляемых источников энергии.

Цель работы. Разработка системы контроля и управления энергопотреблением с использованием нейронных сетей.

Основная идея работы состоит в разработке доступной системы контроля энергопотребления, которая объединяет использование энергии от ВИЭ и от сети переменного тока, причем должна быть максимально

использована энергия от ВИЭ и не должно быть перебоев в энергоснабжении за счет своевременной подпитки от сети. В качестве ВИЭ в Республике Казахстан может быть использована солнечная энергия, потому что страна обладает огромным потенциалом – количество солнечной радиации составляет 1300–1800 кВтч на квадратный метр в год, энергия ветра оценивается в 920 млрд. кВтч электроэнергии ежегодно, а также любые другие альтернативные источники возобновляемой энергии. В данном диссертационном исследовании основной акцент сделан на применение солнечной и ветровой энергии.

Задачи исследования:

- 1) Проведение исследования современных систем управления энергообеспечением в разных странах.
- 2) Разработка новой инфраструктуры, базирующейся на современных технологиях, интеллектуальных устройствах, расширенных коммуникациях, электротермических моделях важных компонентов и усовершенствованных моделях оптимизации.
- 3) Использование и адаптация новых методов управления на основе интеллектуальных систем.
- 4) Разработка автоматизировано-программного комплекса для реализации интеллектуального управления энергосбережением.

Объект исследования – система управления энергосбережением.

Предмет исследования – интеллектуальная система управления энергосбережением.

Основные методы исследования в работе использованы принципы автоматизации, методология системного анализа, теория нейронных сетей, методы нечеткой логики, анализ данных и статистические модели.

Научные положения, выносимые на защиту:

- 1) модель энергопотребления автономного здания на основе применения законов электрических цепей к электрическим процессам, происходящим в этом здании, с учетом нечеткого характера выходных данных от генераторов возобновляемых источников энергии с использованием нечеткой нейронной сети.
- 2) результаты моделирования и тестирования новой автоматизированной системы контроля и управления системой энергопотребления с использованием нейронных сетей на тестовых и реальных данных.

Научная новизна работы:

- 1) впервые построена модель энергопотребления автономного здания на основе применения законов электрических цепей к электрическим процессам, происходящим в этом здании, с учетом нечеткого характера выходных данных от генераторов на возобновляемых источниках энергии с использованием нечеткой нейронной сети.
- 2) разработана новая структура, базирующаяся на современных технологиях, таких как использование интеллектуальных устройств,

расширенных коммуникаций, электротермических моделей важных компонентов и усовершенствованных моделей оптимизации.

3) впервые разработана автоматизированная система как средство поддержки оригинальной инфраструктуры, базирующейся на использовании нечеткой нейронной сети, обладающая преимуществами по сравнению с имеющимися решениями по точности: средняя квадратическая погрешность составляет примерно 0,00014.

Достоверность и обоснованность сформулированных научных положений, полученных выводов, результатов и рекомендаций основывается на соответствующем применении теории системного анализа, статистических методов анализа, методов математического моделирования, теории нейронных сетей, построения нечетких множеств, корректного использования принципов функционирования автоматизированных систем, а также на внедрении полученных рекомендаций.

Научная и практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что разработанная автоматизированная система представляет собой доведенный до практической реализации программно-аппаратный автоматизированный комплекс, позволяющий осуществлять анализ полученных от датчиков данных для рационального энергопотребления с использованием возобновляемых источников энергии, учитывать нечеткость параметров системы и прогнозировать потребность в дополнительной энергии от сети с помощью нейронной сети.

Разработанная модель функционирования автоматизированной системы энергопотребления и другие результаты работы могут быть широко использованы для энергообеспечения зданий как жилых, так и промышленных для применения возобновляемых источников энергии, что будет способствовать энергосбережению и оптимальному энергопотреблению.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс Восточно-Казахстанского технического университета им. Д. Серикбаева в образовательную программу для подготовки докторантов и магистрантов «Автоматизация и управление» для дисциплин «Нечеткие алгоритмы и управление» и «Программное обеспечение промышленных контроллеров» (акт внедрения Восточно-Казахстанского технического университета им. Д. Серикбаева, 5 мая 2022).

Проведены производственные испытания собранной установки для энергообеспечения объекта, находящегося по адресу ул. Ползунова 74, в ТОО «OpenTech Plus». Установлено 20 панелей на крышу сарая на территории объекта, собран шкаф для автоматизации со всем необходимым оборудованием. Проведенные испытания показали работоспособность установки. Период проведения испытаний: август 2022 года, (ТОО «OpenTech Plus», протокол производственных испытаний 2022/1 от 22.08.2022).

Личный вклад автора диссертационного исследования состоит в самостоятельном формулировании проблемы, выделении цели и задач

исследования, поиск и обоснование возможностей и способов их решения, а также полученные в ходе выполнения исследования научные и практические результаты, анализ и обобщение итоговых выводов сделаны лично автором диссертации.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 12 работ, из них: 1 статья в журнале, рецензируемом Scopus, имеющим квартиль по технике и междисциплинарным трудам Q3 и процентилем 0,71; 3 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Республики Казахстан, 7 в конференциях ближнего и дальнего зарубежья и Республики Казахстан, 1 свидетельство на объект авторского права.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы обсуждены и доложены на международных конференциях:

14th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas, (Секешфехервар, Венгрия, 2019);

VI Международная научно-техническая конференция студентов, магистрантов и молодых ученых «Творчество молодых инновационному развитию Казахстана», (г. Усть-Каменогорск, Казахстан, 2020);

15th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas, (Секешфехервар, Венгрия, 2020);

VII Международная научно-техническая конференция студентов, магистрантов и молодых ученых «Творчество молодых инновационному развитию Казахстана», (г. Усть-Каменогорск, Казахстан, 2021);

17th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas, (Секешфехервар, Венгрия, 2022);

XVII International Scientific and Practical Conference. «Multidisciplinary academic notes. Theory, methodology and practice» (Tokyo, Japan, 2022);

XIX International scientific and practical conference «Modern problems in science» (Vancouver, Canada, 2022).

Основные научные результаты, полученные, обоснованные и доказанные при выполнении диссертации, а также в статьях, опубликованных по теме исследования.

Модель энергопотребления автономного здания на основе применения законов электрических цепей к электрическим процессам, происходящим в этом здании, с учетом нечеткого характера выходных данных от генераторов на ВИЭ с использованием нечеткой нейронной сети. Данная модель учитывает сезонность, а также различает рабочие, выходные и праздничные профили нагрузки с помощью потроения перспетрона для профиля нагрузки будних дней и второго перспетрона для прогнозирования профиля выходного дня. Доверительные интервалы были рассчитаны с использованием выборки из 100 пунктов.

Новая инфраструктура, базирующаяся на современных технологиях, таких как контроллер DSE, интеллектуальных устройствах, расширенных коммуникациях, электротермических моделях важных компонентов и

усовершенствованных моделях оптимизации. Такая инфраструктура позволяет в реальном времени управлять и контролировать различные компоненты, подключенные к зданию. Таким образом, бремя интеграции новых нагрузок, снижается и еще больше увеличивает интеграцию возобновляемых источников энергии в систему распределения. Кроме того, она позволяет реализовать различные функции оптимизации работы здания, чтобы извлечь максимальную выгоду для потребителей. Все это без каких-либо неудобств для конечного пользователя и без нагрузки / перегрева распределительного трансформатора.

Автоматизировано-программный комплекс для реализации интеллектуального управления энергосбережением как результат моделирования и тестирования новой автоматизированной системы контроля и управления системой энергопотребления с использованием нейронных сетей на тестовых и реальных данных.

Для внедрения в практику предлагается: свидетельство о государственной регистрации на объект авторского права № 16772 от 20 апреля 2021 года. Вид объекта авторского права: программа для ЭВМ. Название объекта: «Интеллектуальная система управления энергопотреблением жилого дома SmartHouse» Авторы: О.Я. Швец, А.В. Шокарев, А.А. Найзабаева, Ә.Т.Төлеуғазыұлы.

Структура и объем диссертации. Исследование состоит из введения, трех основных разделов, заключения, списка использованных источников из 150 наименований на 122 страницах, включая 6 таблиц, 62 рисунков, 9 приложений.