

Краткая информация о проекте

Наименование	Интеллектуальная система управления энергопотреблением и обеспечения комфорта людей в здании с использованием мультиагентного обучения с подкреплением
Актуальность	Современные здания потребляют до 60% электроэнергии города, и снижение их энергопотребления является актуальной задачей. Снижение энергопотребления зданий неизбежно будет сказываться на комфорте людей в этом здании. Обеспечение комфорта людей в здании и снижение энергопотребления также является актуальной задачей.
Цель	Целью проекта является создание интеллектуальной системы управления энергопотреблением и обеспечения комфорта людей в здании с помощью мультиагентной обучения с подкреплением с новым алгоритмом асинхронного энергопотребления и системой определения состояния людей с использованием термографии.
Задачи	Для достижения поставленной цели будут решены следующие задачи: 1. Разработка системы мониторинга и управления энергопотреблением в здании для создания термодинамической модели среды. В результате решения данной задачи будет создана система мониторинга температуры, влажности, уровня углекислого газа и количества людей в помещении. 2. Разработка термодинамической модели среды с целью обучения агентов. В результате выполнения данной задачи будет создана термодинамическая модель помещений на основе экспериментальных данных о мониторинге помещений. 3. Разработка системы распознавания состояния человека на основе изображения с камер видеонаблюдения и инфракрасных камер. В результате выполнения данной задачи будет создана нейронная сеть по распознаванию состояния человека при любом взаимном расположении камеры и лица человека. 4. Анализ корреляции входных и выходных данных с целью определения ключевых параметров мультиагентной системы. В результате выполнения задачи будут получены корреляционные матрицы входных и выходных данных, на основе которых будут корректироваться агенты. 5. Исследование эффективности методов оптимизации принятия решений мультиагентной системы в рамках задачи повышения энергоэффективности здания и обеспечения комфорта людей. В результате выполнения данной задачи будут подобраны наиболее оптимальные гиперпараметры

	для нейронных сетей. 6. Обучение мультиагентной системы в виртуальной термодинамической среде для оптимизации энергопотребления в здании используя асинхронное энергопотребление. В результате выполнения данной задачи агенты будут обучены методом мультиагентного обучения с подкреплением в разработанной термодинамической модели помещений с использованием алгоритма асинхронного энергопотребления. 7. Проверка гибкости и точности модели посредством масштабирования системы на большее количество комнат. В результате масштабирования мультиагентной системы на большее количество помещений будут исследованы возможности разработанной мультиагентной системы по адаптации и устойчивости при изменении окружающей среды. 8. Разработка фотоэлектрической системы и сбор данных по генерации энергии. В результате выполнения данной задачи будет создана система мониторинга и прогнозирования солнечного излучения и генерации солнечной электростанции, которая будет устанавливаться на крыше исследуемого здания. 9. Обучение нейронной сети для прогнозирования генерации энергии фотоэлектрической системой. В ходе выполнения задачи будет разработана и обучена нейронная сеть на основе исторических данных о генерации электроэнергии фотоэлектрической системой, прогнозированию выходной мощности системы, учитывая данные метеостанции, времени суток и времени года. 10. Тестирование мультиагентной системы на практике. В результате выполнения данной задачи разработанная интеллектуальная система управления энергопотреблением и обеспечения комфорта людей в здании будет применена на практике в исследуемом здании.
Ожидаемые и достигнутые результаты	Основным результатом Проекта является интеллектуальная система управления энергопотреблением и комфортом людей в здании на основе методов искусственного интеллекта, обеспечивающая снижение пиковых нагрузок и повышение энергоэффективности за счет алгоритма асинхронного энергопотребления. Мониторинг комфорта реализуется с использованием видеокамер и инфракрасных камер. На текущий момент достигнуты следующие результаты: Разработана IoT-система мониторинга параметров внутренней среды (температура, влажность, CO₂, занятость). Реализована система сбора и хранения данных

	(видеопоток, термография, данные датчиков). Разработано мобильное приложение для сбора субъективной оценки состояния пользователей. Построена модель здания в EnergyPlus. Разработана система распознавания состояния человека (CNN+GRU) с точностью 95.58%. Проведен корреляционный анализ параметров мультиагентной системы. Проводится оптимизация алгоритмов обучения с подкреплением и гиперпараметров. Ожидается, что система будет обладать высоким потенциалом коммерциализации и позволит снизить пиковые нагрузки энергосистем. Полученные результаты создают основу для развития Smart Grid и Microgrid.
Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили	Досымбетова Гулбахар Базарбаевна, PhD (Индекс Хирша: Scopus 9, Web of Science 7; ResearcherID: Q-8432-2017; ORCID: 0000-0002-3935-7213; Scopus Author ID: 57202334195) Саймбетов Ахмет Куанышбаевич, PhD, профессор (Индекс Хирша: Scopus 12, Web of Science 8; ResearcherID: AAA-1820-2019; ORCID: 0000-0003-3442-8550; Scopus Author ID: 58529450500) Нұрғалиев Мадияр Кәменұлы, PhD (Индекс Хирша: Scopus 11, Web of Science 8; ResearcherID: AEX-1038-2022; ORCID: 0000-0002-6795-5384; Scopus Author ID: 57202335235) Құттыбай Нұржігіт Бақытұлы, PhD (Индекс Хирша: Scopus 11, Web of Science 8; ResearcherID: MCY-5011-2025; ORCID: 0000-0002-5723-6642; Scopus Author ID: 57196375521) Жоламанов Батырбек Нұрыллаұлы, PhD (Индекс Хирша: Scopus 6, Web of Science 5; ResearcherID: LTZ-2127-2024; ORCID: 0000-0001-8206-7425; Scopus Author ID: 57258537000) Қошқарбай Нұрсұлтан Жалғасұлы, PhD (Индекс Хирша: Scopus 6, Web of Science 5; ResearcherID: LSL-5444-2024; ORCID: 0009-0004-2334-3249; Scopus Author ID: 57257861100) Әлмен Динара Бақытжанқызы, PhD (Индекс Хирша: Scopus 3, Web of Science 3; ResearcherID: JGP-5358-2023; ORCID: 0009-0000-8527-4921; Scopus Author ID: 58837948600) Болатбек Асхат Бауыржанұлы (Индекс Хирша: Scopus 5, Web of Science 4; ResearcherID: OKR-5178-2025; ORCID: 0009-0004-7613-5507; Scopus Author ID: 59194889700) Орынбасар Саят Оразханұлы (Индекс Хирша: Scopus 6, Web of Science 5; ResearcherID: OJT-1102-2025; ORCID: 0009-0001-9124-2560; Scopus Author ID: 58028274600) Каппарова Айнұр Аралбайқызы (Индекс Хирша: Scopus 6, Web of Science 5; ResearcherID: OJT-1724-

	2025; ORCID: 0009-0008-8348-902X; Scopus Author ID: 58028607300) Каниев Ерсұлтан Галымович Рахмет Әкежен Қалдыбекұлы
Использование	Основными потенциальными покупателями предлагаемой системы могут быть крупные предприятия, физические и юридические лица, ответственные за работу служб офисных зданий. Полученные результаты могут быть использованы бакалаврами, магистрантами и докторантами PhD в учебном процессе и при проведении научных исследований в данной области.
Приоритет в сравнении с реальными аналогами	В отличие от решений на основе стационарных датчиков, используется комбинация компьютерного зрения и термальных данных лица для более точной оценки комфорта. Вместо правил и централизованных алгоритмов применяется мультиагентное обучение с подкреплением, обеспечивающее адаптивное децентрализованное управление. Реализовано асинхронное управление энергопотреблением для сглаживания пиков нагрузки и повышения энергоэффективности. Интегрировано управление комфортом с фотоэлектрическими системами для эффективного использования возобновляемой энергии. Обеспечена совместная оптимизация комфорта и энергопотребления.
Список публикаций с ссылками на них	Kapparova A., Zholamanov B., Bolatbek A., Kuttybay N., Dosymbetova G., Zhumagaliyev Y. Implementation of multi-agent framework of IMPALA for a single zone temperature control of a simulated thermal zone // Herald of the Kazakh-British Technical University, (статус: рецензирование) Kapparova A., Nurgaliyev M., Saymbetov A., Orynassar S., Dosymbetova G., Zhumagaliyev Y. Multi-agent proximal policy optimization for zone temperature and humidity control // Bulletin of KazATC, (статус: рецензирование)
Информация о патентах	-