



Существующие методы накопления, систематизации и обработки массива больших данных в отрасли жилищно-коммунального хозяйства и использования энергоресурсов

А.А.А Адегбола¹, М.Ю.Толстой^{2✉}, К.И.Чижик³

^{1,2}Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

³Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Россия

Аннотация. Данная работа является исследованием существующих методов накопления, систематизации и обработки больших данных в жилищной отрасли России с возможностью их использования для повышения эффективности использования энергетических ресурсов. Управление энергопотреблением зданий представляет собой серьезную проблему из-за высокого потребления энергии. Задача состоит в том, чтобы эффективно использовать энергетические ресурсы в жилых зданиях. Целью исследования является выявление лучших практик, инновационных решений и соответствующих тематических исследований, которые могут способствовать более эффективному управлению энергопотреблением в жилищном секторе России. Учитываются проблемы, преимущества и ограничения методов, изучаемых в статье. Была использована современная база повышения качества и развитие цифровизации в жилищно-коммунальном хозяйстве страны на основе Общероссийского отраслевого объединения работодателей сферы жизнеобеспечения. Приведены рекомендации, такие как развитие инновационных технологий для сбора и анализа данных, разработка моделей и методов прогнозирования, изучение различных факторов, влияющих на энергоэффективность и управление ресурсами в жилищном секторе. Следует обратить внимание на подготовку кадров, обладающих соответствующими компетенциями для использования своих знаний и умений в отрасли жилищно-коммунального хозяйства.

Ключевые слова: энергоэффективность, накопление, систематизация, обработка, большие данные, энергоресурсы, качество услуг

Для цитирования: Адегбола А.А.А., Толстой М.Ю., Чижик К.И. Существующие методы накопления, систематизации и обработки массива больших данных в отрасли жилищно-коммунального хозяйства и использования энергоресурсов // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2025. Т. 15. № 2. С. 236–243. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-2-236-243>. EDN: ХУСААВ.

Original article

Existing methods of accumulation, systematization and processing of big data in the field of housing and communal services and the use of energy resources

Akilow A.A. Adegbola¹, Mikhail Yu. Tolstoy^{2✉}, Konstantin I. Chizhik³

^{1,2}Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

³Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

Abstract. This work is a study of existing methods of accumulation, systematization and processing of big data in the Russian housing industry with the possibility of using them to improve the efficiency of energy resources. Energy management in buildings is a major challenge due to high energy consumption. The task is to efficiently use energy resources in residential buildings. The purpose of the study is to identify best practices, innovative solutions and relevant case studies that can contribute to more efficient

energy consumption management in the Russian housing sector. The problems, advantages and limitations of the methods studied in the article are taken into account. A modern basis for improving the quality and development of digitalization in the country's housing and communal services was used on the basis of the All-Russian Industrial Association of Life Support Employers. Recommendations are given, such as the development of innovative technologies for data collection and analysis, the development of models and forecasting methods, and the study of various factors affecting energy efficiency and resource management in the housing sector. Attention should be paid to the training of personnel with appropriate competencies to use their knowledge and skills in the field of housing and communal services.

Keywords: energy efficiencies, accumulation, systematization, processing, big data, energy resources, quality of services

For citation: Adegbola A.A.A., Tolstoy M.Yu., Chizhik K.I. Existing methods of accumulation, systematization and processing of big data in the field of housing and communal services and the use of energy resources. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2025;15(2):236-243. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-2-236-243>. EDN: XYCAAB.

ВВЕДЕНИЕ

Жилищная отрасль в России играет важнейшую роль в экономике страны. Оно охватывает строительство, продажу, аренду и управление жилой и коммерческой недвижимостью. За последние десятилетия жилищная отрасль России претерпела значительные изменения и вызовы. После распада Советского Союза этот сектор столкнулся с такими проблемами, как приватизация жилья, нехватка доступного жилья, недостаточная инфраструктура и низкое качество строительства. Были проведены реформы, направленные на стимулирование развития жилищной отрасли. Правительственные инициативы, такие как национальная жилищная программа и программа модернизации жилья, были запущены с целью стимулирования строительства нового жилья, улучшения качества существующего жилья и содействия доступу к доступному жилью. Кроме того, на жилищный сектор влияют такие экономические факторы, как рост населения, урбанизация, колебания цен на недвижимость, процентные ставки по ипотечным кредитам и налоговая политика. Они влияют на спрос и инвестиционные решения в этом секторе.

Кроме того, жилищная отрасль также сталкивается с экологическими и энергетическими проблемами. Необходимость снижения энергопотребления и повышения энергоэффективности зданий стала приоритетом благодаря инициативам по содействию строительству экологически чистого и устойчивого жилья. Здания являются крупнейшими потребителями энергии, на их долю приходится более трети конечного потребления энергии во всем мире. С января текущего года максимальный уровень расхода тепла на обогрев зданий должен составлять 60 % от базового уровня, указанного в приказе Минстроя России № 1550/пр от

1 ноября 2017 г [1]. Поэтому при проектировании и строительстве зданий большое внимание уделяется энергоэффективности [2, 3].

Эффективное использование энергетических ресурсов имеет важное значение для снижения затрат, минимизации воздействия на окружающую среду и обеспечения долгосрочной устойчивости жилищного хозяйства. За счет оптимизации энергопотребления можно добиться значительной финансовой экономии.

Следует учитывать кадровый потенциал, занимающийся проектированием, монтажом и эксплуатацией объектов коммунальной инфраструктуры [13].

Особое внимание к кадровому вопросу, занимающимся искусственным интеллектом в сфере жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), уделяет Российский союз промышленников и предпринимателей (РСПП), а также Общероссийское отраслевое объединение работодателей сферы жизнеобеспечения (ОООР ЖКК).

ОООР ЖКК передало комиссии РСПП по ЖКХ предложения по повышению уровня кадрового обеспечения в отрасли жилищно-коммунального хозяйства. Данное предложение получили министерство строительства и ЖКХ, а также представители Фонда развития территорий:

1. О подходах к формированию комплексной программы модернизации коммунальной инфраструктуры в Российской Федерации до 2030 г. в целях повышения эффективности ее реализации;

2. О ходе формирования субъектами Российской Федерации в автоматизированной информационной системе публично-правовой компании «Фонд развития территорий» (ФРТ) комплексных планов модернизации коммунальной инфраструктуры (МКИ).

ФРТ представил разъяснения в части включения мероприятий в программу МКИ: о необходимых изменениях в регулировании деятельности транзитных организаций в сфере водоснабжения и водоотведения и о влиянии вопросов налогового регулирования на перспективы и устойчивость развития предприятий жилищно-коммунального хозяйства.

ОООР ЖКХ представил позицию о том, что при реализации программ МКИ и национального проекта «Инфраструктура для жизни» нельзя забывать о формировании кадрового потенциала ЖКХ, в первую очередь на основе повышения финансовой мотивации для работы в отрасли, где уровень заработной платы не может конкурировать с другими сферами экономики [14].

МЕТОДЫ

Анализ существующих методов накопления, систематизация и обработка большого массива данных в сфере жилищного хозяйства являются основной целью данной статьи.

Накопление больших данных в жилищном секторе – важный шаг для эффективного использования ресурсов и оптимизации процессов. В этом контексте накопление больших данных означает сбор и хранение большого объема информации, которая может включать данные о потреблении энергии, состоянии зданий, условиях жизни и других параметрах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В жилищном секторе используют несколько источников данных. Одним из таких источников являются интеллектуальные счетчики, которые записывают данные о потреблении энергии в режиме реального времени. Эти данные могут включать информацию о потреблении электроэнергии, газа, воды и других ресурсов. Другими источниками данных могут быть датчики, установленные в зданиях, или использование дистанционного мониторинга, позволяющего получать данные о работе энергетического оборудования удаленно. Для сбора данных в жилищном секторе можно использовать различные методы. Некоторые компании используют автоматизированные системы мониторинга, которые собирают данные о потреблении энергии на разных уровнях домохозяйств в режиме реального времени с помощью интеллектуальных счетчиков. Эти данные затем сохраняются в централизованных базах данных или распределенных файловых системах. Еще одним методом сбора информации является использование удаленного мониторинга. Эта технология позволяет получать данные о работе энергетического оборудования удаленно. Одной из специфических проблем, связанных с накоплением больших данных в

российском жилищном секторе, является технологическая инфраструктура. Внедрение соответствующей технологической инфраструктуры для сбора и хранения больших данных может оказаться сложной задачей. Это требует значительных инвестиций в оборудование, системы хранения и сети связи. Еще одной проблемой является обеспечение конфиденциальности данных. Сбор больших данных предполагает сбор личной информации о жителях, что вызывает проблемы конфиденциальности. Важно принять меры по защите данных. Также стоит учитывать затраты на сбор и хранение данных. Накопление больших данных может привести к высоким затратам, особенно с точки зрения инфраструктуры, технологий и квалифицированного персонала. Эти затраты могут стать проблемой для жилищных компаний в России, особенно для малых и средних компаний. Еще одна проблема – обеспечение совместимости систем. Совместимость систем представляет собой серьезную проблему при накоплении больших данных.

В системах сбора данных, используемых разными компаниями, могут быть различия, что затрудняет объединение и анализ данных из разных источников. Также важно решить вопросы осведомленности и принятия методов сбора данных. Повышение осведомленности и признание методов накопления больших данных может стать проблемой в России. Возможно, возникнет необходимость повысить осведомленность о преимуществах больших данных в жилищном секторе и поощрении их широкого использования. Организация больших данных в жилищном секторе – важный шаг для эффективной работы с этой информацией и достижения определенных результатов. Он включает в себя процессы предварительной обработки данных, классификации и категоризации, а также интеграцию данных из разных источников. Предварительная обработка данных – процесс, включающий в себя очистку данных, которая находит, удаляет и заменяет неверные или отсутствующие данные для консолидации их в единый формат, а также структурирует их для удобства использования [4]. При предварительной обработке могут использоваться различные методы, такие как фильтрация, обнаружение локальных выбросов и внезапных изменений. Это облегчает выявление важных тенденций, процессы сглаживания и удаления трендов, которые помогают удалить шум и данные полиномиальных тенденций, а также масштабирование, которое изменяет границы данных. После предварительной обработки данных следует их классификация и категоризация. Классификация организует

данные в группы или категории в соответствии с определенными параметрами или характеристиками [5]. Например, данные о потреблении энергии можно классифицировать по типу ресурса (электричество, газ, вода), по периоду (день, неделя, месяц) или по географическому местоположению (район, город, регион). По мере увеличения объема и сложности данных, а также того, что организации все больше полагаются на решения, основанные на данных, классификация становится все более важным инструментом для обеспечения успешного управления данными. Категоризация помогает группировать их в более широкие категории или сегменты. Например, данные о потреблении энергии можно классифицировать по типу здания (жилое, коммерческое), размеру (квартира, дом, офисное здание) или классу энергоэффективности. Интеграция данных из разных источников – важный шаг в организации больших данных в жилищном секторе.

Целью интеграции является объединение всех этих данных из разных источников (структурированных или неструктурированных, пакетных или поточных, онлайн или оффлайн и т. д.), чтобы позволить лицам, принимающим решения, иметь общее видение [6]. Так, данные могут собираться из различных источников, таких как счетчики, датчики, системы управления зданием и др. Это позволяет объединить информацию из этих источников в единую систему, дав более полную картину о состоянии и эффективности использования ресурсов в жилищном строительстве. В процессе интеграции данных (рис. 1) используются различные методы и технологии, такие как базы данных, системы управления данными, процессы ETL (извлечение, преобразование, загрузка) и другие инструменты интеграции данных.

Как пример, хорошо представлена схема сбора и обработки данных научно-технического центра «КУМИР» (рис. 2).

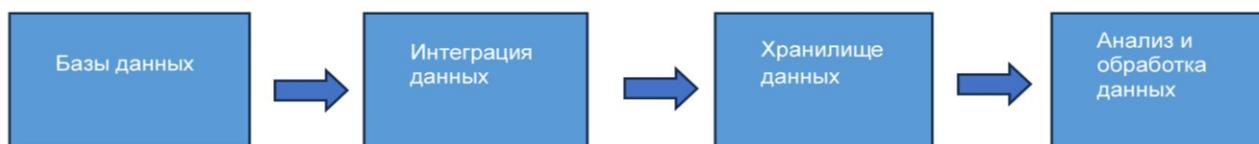


Рис. 1. Процесс интеграции данных
Fig. 1. The data integration process



Рис. 2. Архитектура сбора данных на примере научно-технического центра «КУМИР»
Fig. 2. Data collection architecture using the example of the scientific and technical center KUMIR

Обработка больших данных в жилищном секторе играет важную роль в оптимизации энергетических ресурсов и совершенствовании управления жилой недвижимостью. Она включает в себя анализ данных, разработку моделей и применение различных методов для получения ценной информации, и принятия обоснованных решений.

Для обработки больших данных в жилищном секторе используются различные методы анализа данных. Они могут включать статистический анализ, интеллектуальный анализ данных, машинное обучение, интеллектуальный анализ данных и другие методы.

Статистический анализ может выявить взаимосвязи и закономерности в данных. Статистика – наука о сборе, анализе и вынесении выводов из данных, при этом основной упор делается на выбор правильных инструментов и методов на каждом этапе анализа данных. Все эти шаги, начиная от сбора данных и заканчивая их эффективным анализом и последующим выводом или формулированием выводов, подпадают под сферу статистики.

Различные области анализа заимствуют методы из статистики [7]. Интеллектуальный анализ данных касается автоматического или полуавтоматического исследования и анализа больших объемов данных для обнаружения значимых закономерностей или правил при помощи методов статистики, машинного обучения и распознавания образов [8–16]. Он имеет более широкую сферу применения, чем другие традиционные области анализа данных (например, статистика), поскольку он отвечает на нетривиальные вопросы. Подраздел машинного обучения искусственного интеллекта фокусируется на задаче предоставления компьютерным системам автоматического обучения на основе данных для решения конкретной задачи. Задачи ML можно разделить на классификацию (или контролируемое обучение), кластеризацию (или обучение без учителя), ассоциации и числовое предсказание [9–19].

Таким образом, машинное обучение может создавать модели, которые могут предсказывать будущие тенденции и поведение потребителей.

Одной из важных задач обработки больших данных в жилищном секторе является разработка прогнозных моделей, способных оптимизировать энергопотребление. Эти модели могут использовать данные о потреблении энергии, погодных условиях, характеристиках зданий и других параметрах для прогнозирования

будущего потребления энергии и определения оптимальных стратегий управления ресурсами. Например, модели могут предлагать оптимальное время работы систем отопления и охлаждения, регулировать освещение или оптимизировать использование возобновляемых источников энергии. Визуализация данных – важный инструмент обработки больших данных в жилищном секторе. Она представляет информацию в четкой и наглядной форме, что облегчает понимание и анализ данных. Визуализации включают таблицы, диаграммы, карты и другие графические элементы. Это помогает выявлять тенденции, аномалии, закономерности и взаимосвязи в данных и делиться результатами с заинтересованными сторонами. Обработка больших данных в жилищном секторе дает ценную информацию, а информация используется для эффективного управления ресурсами и повышения энергоэффективности жилой недвижимости. Анализ данных, разработка прогнозных моделей и визуализация результатов – важные этапы в этом процессе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Накопление, систематизация и обработка больших данных в жилищной сфере открывают новые перспективы более эффективного использования энергетических ресурсов.

Благодаря этим методам можно отслеживать и оптимизировать выбросы углекислого газа в домах, повышать комфорт жильцов и одновременно снижать затраты на электроэнергию. Инвестиции в эти технологии необходимы для создания более устойчивого и экологически чистого будущего в жилищном секторе. Поэтому первостепенное значение имеет дальнейшее совершенствование методик и методов накопления и обработки больших данных. Для этого необходимо провести дополнительные научные исследования с целью выявления новых подходов и инновационных решений в этой области.

Дальнейшая научная работа должна быть сосредоточена на следующих аспектах:

1. Развитие инновационных технологий, таких как интернет вещей и искусственный интеллект для сбора и анализа данных, а также для автоматизации и оптимизации управления ресурсами.

2. Разработка моделей и методов прогнозирования, которые позволят учитывать будущие потребности в ресурсах и оптимизировать их использование.

3. Необходимо изучить влияние различных факторов, таких как климатические условия,

поведение жильцов и техническое состояние зданий на энергоэффективность и управление ресурсами в жилищном секторе. Немаловажным направлением является подготовка кад-

ров, обладающих соответствующими компетенциями для использования своих знаний и умений в отрасли жилищно-коммунального хозяйства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Петров П.А., Хохлова Н.С. Оценка готовности города к внедрению концепции «Умный город» // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2023. Т. 13. № 3. С. 423–432. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2023-3-423-432>. EDN: FXDYPA.
2. Иванцов А.И., Петров А.С. К вопросу о повышении класса энергосбережения жилых зданий за счет архитектурно-конструктивных и других параметров // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. № 4. С. 40–50. https://doi.org/10.52409/20731523_2022_4_40. EDN: LKMZCC.
3. Горшков А.С., Гладких А.А. Мероприятия по повышению энергоэффективности в строительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 246–250. EDN: NTLBTV.
4. Алексеев К.А. Использование Big Data в международном бизнесе // Труды Института системного программирования РАН. 2020. Т. 32. № 4. С. 7–20. [https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2020-32\(4\)-1](https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2020-32(4)-1). EDN: RHHXDQ.
5. Darelle J. Classification of Data – What Is It, Types and Best Practices // Kiteworks. 2022. Режим доступа: <https://www.kiteworks.com/secure-file-transfer/data-classification-what-it-is-types-and-best-practices/> (дата обращения: 19.03.2025).
6. Бююль А., Цёфель П. SPSS: Искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2005. 608 с. EDN: QMPGMR.
7. Bilal M., Oyedele L.O., Qadir J., Munir K., Ajayi S.O., Akinade O.O. et al. Big Data in The Construction Industry: A Review of Present Status, Opportunities, And Future Trends // Advanced Engineering Informatics. 2016. Vol. 30. Iss. 3. P. 500–521. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2016.07.001>.
8. Ismail S.A., Bandi S., Maaz Z.N. An Appraisal into the Potential Application of Big Data in the Construction Industry // International Journal of Built Environment and Sustainability. 2018. Vol. 5. Iss. 2. P. 145–154. <https://doi.org/10.11113/ijbes.v5.n2.274>.
9. Bouziane S., Aghoutane B., Moumen A., Sahlaoui A., El Ouali A. Proposal of a Big Data System for an Intelligent Management of Water Resources // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 314. P. 1–5. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131402002>.
10. Lysanov. D.M, Isavnin A.G., Eremina I.I., Ishmuradova I.I., Karamyshey A.N. System Design of Management of Energy Resources in The Fields of Housing // HELIX. 2019. Vol. 9. Iss. 4. P. 5258–5263.
11. Angelopoulos M.K., Kontakou Ch. Big Data Analytics for Energy Efficiency // Archives of Business Research. 2020. Vol. 8. Iss.10. P. 15–23. <https://doi.org/10.14738/abr.810.9183>.
12. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Перспективы повышения энергетической эффективности жилых зданий в России // Вестник МГСУ. 2011. № 3-1. С. 192–200. EDN: OVYOIX.
13. Конюхов В.Ю., Опарина Т.А., Гун Ш.С. Энергоменеджмент как эффективная система энергосбережения и решение проблем ее внедрения // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2020. Т. 10. № 4. С. 534–543. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2020-4-534-543>. EDN: ZVGMNC.
14. Кочегаров А.Д., Садыков А.С. Оценка эффективности организации управления ЖКХ // Сборник статей Правительства Москвы «Государственное и муниципальное управление на рубеже веков». М.: Прима-Пресс, 1998. 207 с.
15. Ustiuzhanin A., Chizhik K., Bazhenov V. Influence of Weather Conditions On Energy Consumption of Controlled Blowers at WWTP // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 869. P. 1–10. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/4/042027>.
16. Бланцуа В.И. Создание первых автономных систем интернета в Сибири как пространственная диффузия инноваций // Пространственная экономика. 2025. Т. 21. № 1. С. 7–32. <https://doi.org/10.14530/se.2025.1.007-032>. EDN: ZJBFYK.
17. Пешков В.В., Кудрявцева В.А., Никишина О.В. Механизм комплексного развития территорий как базовый ресурс для развития регионального жилищного строительства // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 1. С. 10–19. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-1-10-19>. EDN: UINEZA.
18. Белоусов Р.А., Гапеенко А.Н., Фискин Е.М., Николаев А.А., Федчишин В.В., Фискина М.М. Концептуальный подход к созданию и развитию интеллектуальной системы учета энергоресурсов «КУМИр-ресурс» // Автоматизация в промышленности. 2023. № 8. С. 3–7. <https://doi.org/10.25728/avtprom.2023.08.01>. EDN: HPAWWR.

19. Рупосов В.Л., Хан В.В., Толстой М.Ю. Анализ социально-экономических моделей государственно-частного партнерства на примере энергосервиса. Иркутск: Изд-во Иркутского государственного технического университета, 2015. 185 с. EDN: UNZRZJ.

REFERENCES

1. Petrov P.A., Khokhlova N.S. Assessment of City Readiness for Implementation of the Smart City Concept. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2023;13(3):423-432. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2023-3-423-432>. EDN: FXDYPA.
2. Ivantsov A.I., Petrov A.S. Increasing The Energy Saving Class of Residential Buildings Due to Architectural, Structural and Other Parameters. *News of the Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2022;4:40-50. (In Russ.). https://doi.org/10.52409/20731523_2022_4_40. EDN: LKMZCC.
3. Gorshkov A.S., Gladkikh A.A. Measures for Energy Efficiency in Construction. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2010;3:246-250. (In Russ.). EDN: NTLBTB.
4. Alekseev K.A. Using Big Data in International Business. *Proceedings of the Institute for System Programming of the RAS*. 2020;32(4):7-20. (In Russ.). [https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2020-32\(4\)-1](https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2020-32(4)-1). EDN: RHHXDQ.
5. Darelle J. Classification of Data – What Is It, Types and Best Practices. *Kiteworks*. 2022. Available from: <https://www.kiteworks.com/secure-file-transfer/data-classification-what-it-is-types-and-best-practices/> [Accessed 19 March 2025].
6. Byuyul' A., Tsefel' P. *SPSS: The Art of Information Processing. Analyzing Statistical Data and Restoring Hidden Patterns*. Saint Petersburg: DiaSoftYUP LLC, 2005. 608 p. (In Russ.). EDN: QMPGNR.
7. Bilal M., Oyedele L.O., Qadir J., Munir K., Ajayi S.O., Akinade O.O. et al. Big Data in The Construction Industry: A Review of Present Status, Opportunities, And Future Trends. *Advanced Engineering Informatics*. 2016;30(3):500-521. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2016.07.001>.
8. Ismail S.A., Bandi S., Maaz Z.N. An Appraisal into the Potential Application of Big Data in the Construction Industry. *International Journal of Built Environment and Sustainability*. 2018;5(2):145-154. <https://doi.org/10.11113/ijbes.v5.n2.274>.
9. Bouziane S., Aghoutane B., Moumen A., Sahlaoui A., El Ouali A. Proposal of a Big Data System for an Intelligent Management of Water Resources. *E3S Web of Conferences*. 2021;314:1-5. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131402002>.
10. Lysanov. D.M, Isavnin A.G., Eremina I.I., Ishmuradova I.I., Karamyshey A.N. System Design of Management of Energy Resources in The Fields of Housing. *HELIX*. 2019;9(4):5258-5263.
11. Angelopoulos M.K., Kontakou Ch. Big Data Analytics for Energy Efficiency. *Archives of Business Research*. 2020;8(10):15-23. <https://doi.org/10.14738/abr.810.9183>.
12. Gagarin V.G., Kozlov V.V. Prospects of Increase of Power Efficiency of Residential Buildings in Russia. *Monthly Journal on Construction and Architecture*. 2011;3-1:192-200. (In Russ.). EDN: OVYOIX.
13. Koniukhov V.Yu., Oparina T.A., Gun Sh.S. Power Management as an Effective Power Saving System and Problems of Its Implementation. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2020;10(4):534-543. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2020-4-534-543>. EDN: ZVGMNC.
14. Kochegarov A.D., Sadykov A.S. Evaluation of The Efficiency of the Organization of Housing and Communal Services Management. In: Collection of articles of the Moscow Government "State and municipal management at the turn of the century". Moscow: Prima-Press, 1998. 207 p.
15. Ustuzhanin A., Chizhik K., Bazhenov V. Influence of Weather Conditions On Energy Consumption of Controlled Blowers at WWTP. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020;869:1-10. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/4/042027>.
16. Blanutsa V.I. Creating The First Autonomous Systems of Internet in Siberia as A Spatial Diffusion of Innovations. *Spatial Economics*. 2025;21(1):7-32. (In Russ.). <https://doi.org/10.14530/se.2025.1.007-032>. EDN: ZJBFYK.
17. Peshkov V.V., Kudryavtseva V.A., Nikishina O.V. Mechanism of Integrated Territorial Development as A Basic Resource for Promoting Regional Housing Construction. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(1):10-19. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-1-10-19>. EDN: UINEZA.
18. Belousov R.A., Gapeenko A.N., Fiskin E.M., Nikolaev A.A., Fedchishin V.V., Fiskina M.M. Conceptual Approach to The Creation and Development of the Intelligent Energy Resource Accounting System "KUMIR-Resource". *Avtomatizatsiya v promyshlennosti*. 2023;8:3-7. (In Russ.). <https://doi.org/10.25728/avtprom.2023.08.01>. EDN: HPAWWR.
19. Ruposov V.L., Khan V.V., Tolstoy M.Yu. *Analysis of Socio-Economic Models of Public-Private Partnership On the Example of Energy Service*. Irkutsk: Publishing house of Irkutsk State Technical University, 2015. 185 p. (In Russ.). EDN: UNZRZJ.

Информация об авторах

Адегбола Акилоу Адемола Адигун,
аспирант,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83,
Россия,
e-mail: akil.adegbola5@gmail.com

Толстой Михаил Юрьевич,
к.т.н., доцент,
заведующий кафедрой инженерных
коммуникаций и систем жизнеобеспечения,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83, Россия,
✉e-mail: tolstoi@istu.edu
<https://orcid.org/0000-0002-1573-060X>
Author ID: 106145

Чижик Константин Иванович,
к.т.н., доцент, доцент
кафедры водоснабжения и водоотведения,
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет,
129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26,
Россия,
e-mail: ChizhikKI@mgsu.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5256-4850>
Author ID: 803140

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад
в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта
интересов.

Все авторы прочитали и одобрили
окончательный вариант рукописи.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 20.03.2025.
Одобрена после рецензирования 31.03.2025.
Принята к публикации 01.04.2025.

Information about the authors

Akilow A.A. Adegbola,
Postgraduate Student,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russia,
e-mail: akil.adegbola5@gmail.com

Mikhail Yu. Tolstoy,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Head of the Department of Engineering
Communications and Life Support Systems,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russia,
✉e-mail: tolstoi@istu.edu
<https://orcid.org/0000-0002-1573-060X>
Author ID: 106145

Konstantin I. Chizhik,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Water Supply and Sanitation,
Moscow State University of Civil Engineering,
26 Yaroslavskoe Shosse, Moscow 129337,
Russia,
e-mail: ChizhikKI@mgsu.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5256-4850>
Author ID: 803140

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests
regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and
approved by all the co-authors.

Information about the article

The article was submitted 20.03.2025.
Approved after reviewing 31.03.2025.
Accepted for publication 01.04.2025.