

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА



УДК 004.048+332.8

### ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА BIG DATA ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ТЕКУЩИХ И КАПИТАЛЬНЫХ РЕМОНТОВ ЖИЛОГО ФОНДА

**А.В. Крутских, Е.И. Корнеева***Тверской государственной технической университет (г. Тверь)*

© Крутских А.В., Корнеева Е.И., 2024

**Аннотация.** В статье рассмотрено развитие технологий больших данных (Big Data) в сфере ЖКХ. Проанализированы системы управления недвижимостью (BMS) для автоматизации контроля текущего и капитального ремонта. В целях подготовки данных в BMS использованы стандартные этапы обработки данных для анализа, включающие интеграцию, очистку и трансформацию данных, а также внедрение алгоритмов машинного обучения. Освещены проблемы внедрения технологий работы с большими данными в сфере ЖКХ и сложности обработки официальных данных по многоквартирным домам.

**Ключевые слова:** Big Data, анализ данных, машинное обучение, прогнозирование, классификация, текущий ремонт, капитальный ремонт, жилой фонд.

**DOI: 10.46573/2658-7459-2024-4-5-9**

Развитие технологий больших данных (Big Data) в сфере ЖКХ обусловлено огромными объемами информации о потреблении ресурсов и работе оборудования, повсеместным внедрением технологии Building Information Modeling (BIM) в строительной отрасли [1]. Для работы с Big Data применяются технологии Hadoop, Spark на платформах «Яндекса» и «Сбера», а также алгоритмы машинного обучения. Драйвером процесса цифровизации в России на глобальном уровне становится государство в целом и утвержденная в середине 2023 года программа в частности [2].

Неэффективное планирование ремонтов в жилищном фонде – серьезная проблема, которая требует решения. Эксплуатирующие организации (управляющие компании, товарищества собственников жилья и др.) с ростом жилого фонда вынуждены хранить, обрабатывать и анализировать большой объем эксплуатационных данных [3].

Будем рассматривать Big Data как серию подходов, инструментов и методов обработки огромных объемов структурированных и неструктурированных данных для получения необходимых человеку результатов. Термин предложил Клиффорд Линч в 2008 году [4]. К данным для планирования текущего и капитального ремонта относят информацию о состоянии объекта, историю ремонта, эксплуатационные показатели и прогнозы на будущее. Этапы планирования включают сбор данных, анализ текущего состояния, определение потребности в ремонтных работах, оптимизацию графиков проведения работ, оценку затрат и согласование с заинтересованными сторонами [3].

Текущий и капитальный ремонт регулируется федеральными и региональными нормативными актами, устанавливающими стандарты качества и порядок проведения работ [5, 6]. Важно учитывать техническое состояние оборудования, сроки его износа, а также влияние климатических факторов на эксплуатацию объекта.

Текущий ремонт представляет собой регулярные ремонтные работы, направленные на поддержание нормального состояния объекта и продление его службы. Он включает замену отдельных деталей, изношенного оборудования, косметический ремонт поверхностных элементов. Для автоматизации контроля текущего ремонта используется система автоматизации здания (BMS), которая охватывает следующие коммуникации: вентиляцию, кондиционирование, отопление, освещение. В BMS реализуется единая система диспетчеризации с получением данных от «умных» устройств.

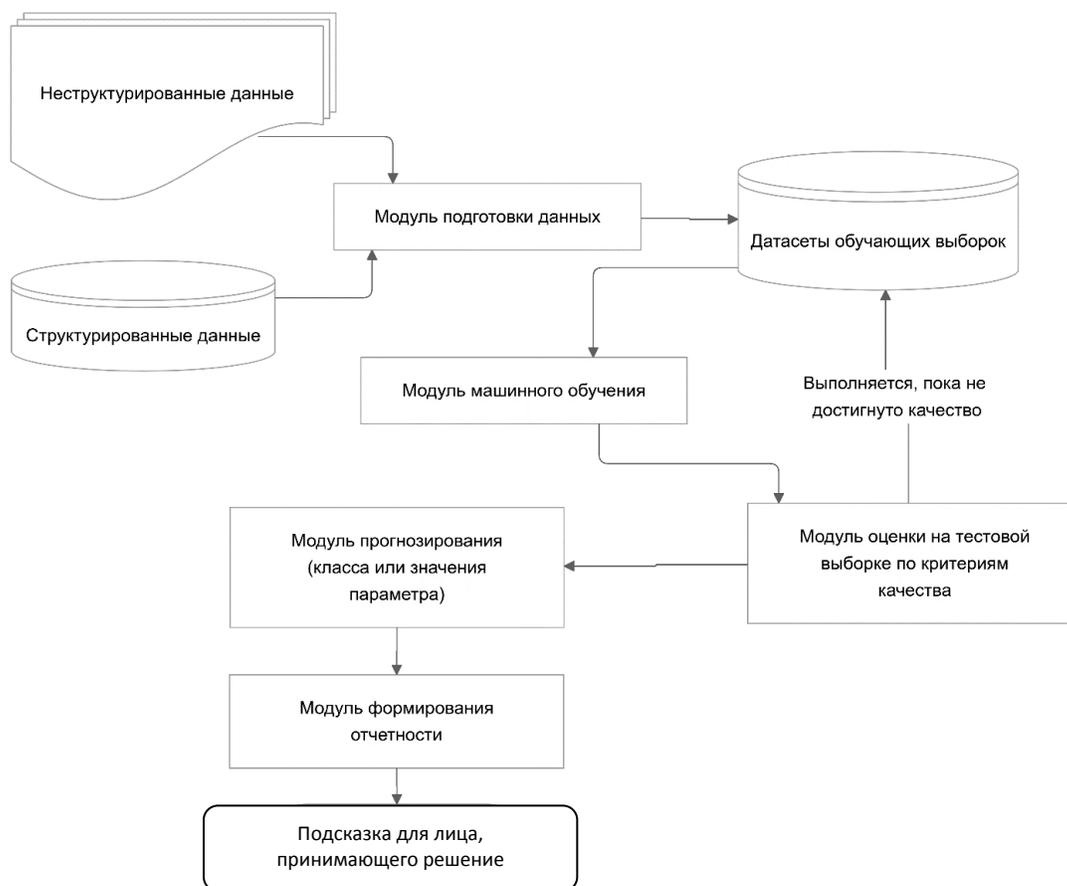
Капитальный ремонт относится к комплексным работам, требующим значительных финансовых затрат и обеспечивающим долгосрочное функционирование объекта. Он включает замену основных конструктивных элементов здания, инженерных систем и оборудования, а также реконструкцию помещений. Для капитального ремонта требуется дополнительный этап проектирования, в который входит разработка проектной документации, а также получение необходимых разрешений. При взаимодействии владельцев с обслуживающими компаниями применяют BMS.

В системе BMS используются стандартные этапы обработки данных для анализа. Сначала интегрируются данные из модулей системы: систем управления объектами, баз данных эксплуатации и датчиков и др. Затем проводится предварительная очистка и трансформация данных для удаления дублирования, исправления ошибок и приведения форматов к единому стандарту. Далее внедряются алгоритмы машинного обучения [7].

Анализ алгоритмами машинного обучения проводится для решения задач прогнозирования, классификации и кластеризации данных. Задача прогнозирования помогает выявлять потенциальные проблемы на ранней стадии, генерировать рекомендации по типу и объему необходимых ремонтных работ. Кластеризация проведенных ремонтов и их сравнение с ожидаемыми результатами дают оценить эффективность выполнения работ. Классификация и ранжирование важности поступающих жалоб позволяют постоянно совершенствовать подход к планированию ремонта. Модель предварительно оценивается критериями качества и, если критерии удовлетворяют требованиям, подготавливается для развертывания. Результат обученного алгоритма добавляется в систему, совместимость с которой настраивается специалистами. Схема работы машинного обучения с данными системы представлена на рисунке.

Некоторые алгоритмы машинного обучения позволяют решать задачи в реальном времени (например, при мониторинге состояния объектов и оповещении об изменениях [8]). В этом случае в системе происходит автоматическая настройка модели машинного обучения на новых данных. Однако полноценное решение всех задач может потребовать дополнительной обработки данных за пределами реального времени. Такая обработка проводится в ручном или полуавтоматическом формате.

Внедрение алгоритмов машинного обучения позволяет быстрее получать информацию о неисправностях и передавать данные. Скорость обмена данными и снижение влияния человеческого фактора дают возможность сократить эксплуатационные затраты жилого фонда и операционные расходы, которые в среднем составляют 75 % от общих затрат [8; 9].



Обобщенная схема работы машинного обучения  
в системе прогнозирования показателей для лица, принимающего решение

На каждом этапе планирования следует регулярно обновлять данные и корректировать план в соответствии с изменениями и новыми условиями эксплуатации объекта. При планировании должны учитываться ограничения ресурсов и сроки выполнения работ. Не менее важен анализ эффективности предыдущего ремонта для выявления оптимального подхода к текущему.

Существует ряд факторов, которые приводят к неэффективному автоматизированному планированию ремонтов в жилищном фонде на текущий момент: отсутствие централизованной координации между ведомствами и организациями, что может привести к дублированию работ и нерациональному использованию ресурсов; недостаточное количество специалистов для внедрения больших объемов данных и работы с ними; отсутствие систем отслеживания текущего состояния объектов, из-за чего усложняется своевременная передача данных для необходимого ремонта.

Исследователь, работающий над проектом машинного обучения в сфере ЖКХ, может также столкнуться с проблемами у данных, которые требуют дополнительного контроля. Среди таких проблем недостоверность данных у датчиков из-за технических сбоев или неправильной настройки, пропущенные значения и выбросы, несогласованность в формате и структуре данных между различными системами; отсутствие актуальных или частых обновлений и др.

Внедрение и использование методов Big Data для автоматизации обработки информации в сфере эксплуатации целесообразно, так как технология позволяет решить ряд вопросов: повысить качество и повлиять на своевременность выполнения ремонтов, сократить число отказов строительных конструкций и элементов инженерной инфраструктуры, уменьшить эксплуатационные затраты. Неэффективность планирования ремонтов в жилищном фонде – сложная проблема, требующая комплексного подхода. Однако для ее успешного решения необходимы согласованные действия всех заинтересованных сторон: государства, местных органов власти и общественности. Только на основе совместных усилий можно создать эффективную систему планирования ремонтов, обеспечивающую комфортное проживание граждан и сохранение качественного жилищного фонда.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ляпин А.М., Финогеев А.Г. Мотивы и результаты внедрения технологий big data в сферу жилищно-коммунального хозяйства // *Теория и практика современной науки*. 2016. № 2 (8). С. 275–278.
2. Пояснительная записка к Перспективной программе стандартизации в области умных домов, зданий и сооружений на 2023–2030 гг. // АНО «Умный МКД». 2023. URL: [https://smartmkd.ru/company/docs/ППС\\_Умный\\_МКД\\_с\\_преамбулой\\_версия\\_для\\_использования.pdf](https://smartmkd.ru/company/docs/ППС_Умный_МКД_с_преамбулой_версия_для_использования.pdf) (дата обращения: 10.10.2024).
3. Колчин В.Н. Использование технологии обработки больших данных в строительстве // *Инновации и инвестиции*. 2023. № 4. С. 285–288.
4. Big data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity. URL: [https://www.mckinsey.com.br/~/media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/big%20data%20the%20next%20frontier%20for%20innovation/mgi\\_big\\_data\\_full\\_report.pdf](https://www.mckinsey.com.br/~/media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/big%20data%20the%20next%20frontier%20for%20innovation/mgi_big_data_full_report.pdf) (дата обращения: 10.10.2024).
5. СП 255.1325800.2016 Свод правил. Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения: утв. и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24.08.2016 № 590/пр. 2016 г. (с изм. и доп. в ред. от 02.12.2019). URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/12542/> (дата обращения: 10.10.2024).
6. СП 368.1325800.2017 Здания жилые. Правила проектирования капитального ремонта: утв. и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25.11.2017. № 1582/пр. URL: <https://docs.cntd.ru/document/550965733> (дата обращения: 10.10.2024).
7. Ефимова А.А., Гаврилюк Е.С. Проактивное обслуживание в сфере ЖКХ как тренд технологического развития // *Экономика. Право. Инновации*. 2024. № 2. С. 15–23.
8. Сигитов А.А. Разработка методологии анализа больших данных с целью прогнозирования изменений фаз жизненного цикла элементов инженерного оборудования зданий и сооружений // *Строительство и архитектура*. 2023. № 2. С. 8–8.
9. Крутских А.В., Корнеева Е.И. Оценка внедрения наиболее актуальных цифровых технологий в строительстве и ЖКХ. *Цифровая экономика и общество: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции / под ред. А.Н. Бородулина*. Тверь: ТвГТУ, 2024. С. 20–27.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

*КРУТСКИХ Андрей Викторович* – старший преподаватель кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: mister.krutskih@mail.ru

*КОРНЕЕВА Елена Игоревна* – старший преподаватель кафедры программного обеспечения, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: yelena.korneeva@ya.ru

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА**

Крутских А.В., Корнеева Е.И. Применение анализа Big Data при планировании текущих и капитальных ремонтов жилого фонда // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2024. № 4 (24). С. 5–9.

---

**THE USE OF BIG DATA ANALYSIS IN PLANNING CURRENT  
AND MAJOR REPAIRS OF THE HOUSING STOCK**

*A.V. Krutskikh, E.I. Korneeva*  
*Tver State Technical University (Tver)*

**Abstract.** The article considers the development of big data technologies (Big Data) in the sphere of housing and communal services. Real estate management systems (BMS) for automation of current and capital repair control are analyzed. In order to prepare data in BMS standard stages of data processing for analysis are used, including data integration, cleaning and transformation, as well as the introduction of machine learning algorithms. The problems of implementation of big data technologies in the sphere of housing and utilities sector and complexities of processing official data on apartment buildings are highlighted.

**Keywords:** Big Data, data analysis, machine learning, forecasting, classification, maintenance, major repairs, housing stock.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

*KRUTSKIKH Andrey Viktorovich* – Senior Lecturer at the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: mister.krutskih@mail.ru

*KORNEEVA Elena Igorevna* – Senior Lecturer at the Software Department, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: yelena.korneeva@ya.ru

**CITATION FOR AN ARTICLE**

Krutskikh A.V., Korneeva E.I. The use of big data analysis in planning current and major repairs of the housing stock // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2024. No. 4 (24), pp. 5–9.