

Научная статья
УДК 004.891.3
doi: 10.17586/2713-1874-2025-1-69-78

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОАКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНЫМ ДОМОМ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РЕТРОСПЕКТИВНЫХ ДАННЫХ

Загидин Мурадович Селимов^{1✉}, Наталия Николаевна Горлушкина²

^{1,2}Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия
¹seljmov@list.ru✉, <https://orcid.org/0009-0008-3629-5118>
²nagor.spb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6549-1723>
Язык статьи – русский

Аннотация: Исследование посвящено повышению качества управления организационными системами в жилых комплексах на основе анализа ретроспективных данных, формируемых по жалобам жителей. Предлагается информационная система, состоящая из мобильного приложения, веб-платформы и аналитического модуля, которая организует упорядоченное общение между клиентами, руководством многоквартирного дома и аналитической частью. Мобильное приложение позволяет жильцам формировать заявки, которые затем обрабатываются на веб-платформе. Веб-платформа выполняет роль посредника, обеспечивающего получение, анализ и координацию запросов. Модуль аналитики хранит данные заявок и анализирует их с помощью модели прогнозирования жалоб жителей о поломках с использованием временных рядов. Представленная модель основана на методе SARIMA. В процессе предобработки данных проведена ручная классификация типов поломок, удалены дубликаты и выбраны данные по жалобам на неисправности. Для выбора гиперпараметров использовался алгоритм поиска по сетке, обеспечивающий наименьшее значение AIC. Модель была проверена на тестовой выборке и новых данных, ранее неизвестных для нее. Дано обсуждение ограничений исследования и предложены направления для будущих исследований, такие как улучшение качества данных и использование гибридных моделей.

Ключевые слова: жалобы жителей, информационная система, многоквартирный дом, модель временных рядов, проактивное управление, прогнозирование инцидентов, управление организационными системами, SARIMA

Ссылка для цитирования: Селимов З. М., Горлушкина Н. Н. Разработка информационной системы проактивного управления многоквартирным домом на основе анализа ретроспективных данных // Экономика. Право. Инновации. 2025. № 1. С. 69–78. <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2025-1-69-78>.

DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR PROACTIVE MANAGEMENT OF AN APARTMENT BUILDING BASED ON THE ANALYSIS OF RETROSPECTIVE DATA

Zagidin M. Selimov^{1✉}, Natalia N. Gorlushkina²

^{1,2}ITMO University, Saint Petersburg, Russia
¹seljmov@list.ru✉, <https://orcid.org/0009-0008-3629-5118>
²nagor.spb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6549-1723>
Article in Russian

Abstract: The study is devoted to improving the quality of management of organizational systems in residential complexes based on the analysis of retrospective data generated by complaints from residents. An information system is proposed, consisting of a mobile application, a web platform and an analytical module, which organizes orderly communication between clients, the management of an apartment building and the analytical part. The mobile application allows residents to generate applications, which are then processed on the web platform. The web platform acts as an intermediary that ensures the receipt, analysis and coordination of requests. The analytics module stores application data and analyzes it using a time-series forecasting model for residents about breakdowns. The presented model is based on the SARIMA method. In the process of data preprocessing, the types of breakdowns were manually classified, duplicates were removed, and data on fault complaints was selected. To select hyperparameters, a grid search algorithm that provides the lowest AIC value was used. The model was tested on a test sample and new data previously unknown to it. The limitations of the study are discussed and directions for future research are suggested, such as improving data quality and using hybrid models.

Keywords: apartment building, complaints from residents, incident forecasting, information system, organizational systems management, proactive management, SARIMA, time series model

For citation: Selimov Z. M., Gorlushkina N. N. Development of an Information System for Proactive Management of an Apartment Building Based on the Analysis of Retrospective Data. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2025. No. 1. pp. 69–78. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2025-1-69-78>.

Введение. С развитием интеллектуальных технологий появились новые возможности автоматизации систем управления многоквартирными комплексами, что подтверждается появлением большого количества систем и сервисов для такого управления [1]. Это позволяет контролировать работоспособность комплексов, обеспечивать прозрачность и более оперативно решать вопросы оплаты, сбора показателей и заявок.

Однако управление организационной системой жилых комплексов также сталкивается с возрастающим числом проблем инфраструктуры, связанных с различными аспектами эксплуатации и обслуживания [2]. Эти проблемы варьируются от мелких бытовых до серьезных аварийных ситуаций, которые могут повлиять на качество жизни жителей и репутацию управляющих организаций. Эффективное управление требует своевременного выявления и разрешения возникающих проблем, которые не решаются имеющимися программами и сервисами.

Традиционные методы обработки жалоб жителей многоквартирных домов (МКД) часто оказываются недостаточно оперативными и проактивными [3]. Обычно они предполагают реактивный подход, когда меры предпринимаются уже после поступления жалобы и возникновения инцидента. Это приводит к задержкам в устранении проблем и увеличению затрат на их решение.

Часто жильцы не сообщают о возникающих проблемах вовремя. Это может быть связано с различными причинами: сложностью подачи заявки, отсутствием четкого понимания, куда обращаться, или убежденностью, что их обращение останется без ответа. Такие традиционные способы взаимодействия с управляющими компаниями, как звонки или личное посещение офиса, создают дополнительные барьеры для жильцов, которые в условиях загруженности и нехватки времени могут откладывать обращение или вовсе от него отказаться, если считают, что

процесс будет слишком сложным и потребует их глубокого вовлечения. Проблемы остаются незамеченными до тех пор, пока не превращаются в крупные аварийные ситуации.

Все это приводит к нарушению комфорта жильцов МКД и их неудовлетворенностью управляющей компанией.

Постановка задачи исследования. Одним из решений может послужить создание нового канала взаимодействия между управляющей компанией и жильцами посредством цифровизации процесса подачи заявок [4]. Создание информационной системы (ИС), например, в виде мобильного приложения, делает процесс максимально простым и доступным. Жильцы могут быстро зарегистрировать проблему в удобный для них момент, не тратя время на звонки или ожидание ответа. Если приложение позволит не только оставить заявку, но и прикрепить фотографии, то это поможет специалистам управляющей компании лучше понимать суть проблемы.

Простой учет заявок сам по себе не решит проблему обслуживания. Фиксирование обращений жильцов помогает реагировать на конкретные ситуации, но не позволяет выявлять системные проблемы и предотвращать их появление [5]. Управляющая компания, работающая исключительно в реактивном режиме, постоянно сталкивается с повторяющимися инцидентами, не устраняя их первопричины.

Также в системе необходимо учитывать приоритизацию заявок. Не все проблемы требуют немедленного вмешательства, но есть критические ситуации, которые должны решаться в первую очередь, например, утечка газа или прорыв водопровода. Автоматическая система классификации заявок позволит управляющей компании оперативно распределять ресурсы, направляя их в первую очередь на устранение наиболее серьезных инцидентов.

Детальный анализ накопленных данных должен дать возможность не просто реагировать на жалобы, а выявлять корневые причины проблем, а также переходить от устранения последствий к предупреждению неисправностей, что снизит затраты, повысит надежность инфраструктуры и улучшит качество жизни жильцов. Это должно позволить управляющей компании от реактивного подхода в управлении перейти к проактивному подходу, от устранения последствий аварий к устранению их причин. Реактивный подход ведет к дополнительным расходам, ухудшению репутации управляющей компании и снижению уровня удовлетворенности жильцов. Переход к проактивному управлению, которое основывается на прогнозировании потенциальных проблем и их предотвращении [6], позволит не только сокращать число аварийных ситуаций, но и оптимизировать затраты, повысить эффективность работы управляющей компании и создать более комфортные условия для жильцов МКД.

Исходя из вышесказанного сформулируем гипотезу исследования и его цель.

Гипотеза исследования состоит в том, что информационная система для онлайн сбора, обработки и прогнозирования жалоб жильцов по ретроспективным данным позволит принимать управляющей компании упреждающие меры по устранению причин жалоб, что в конечном итоге приведет к повышению качества обслуживания.

Цель исследования – разработать информационную систему проактивного управления многоквартирным жилым комплексом, позволяющую использовать результаты анализа ретроспективных данных о жалобах жильцов в интересах повышения качества управления.

Литературный обзор. Интерес к совершенствованию управления организационной системой МКД возник с появлением управляющих компаний [7] и увеличивается с развитием интеллектуальных технологий управления. Однако собственники помещений в МКД практически не могут контролировать деятельность управляющей компании. Все описанные [1] программы и сервисы позволяют автоматизировать отдельные разделы управления организационной системой жилых комплексов, такие как автоматическое начисле-

ние и перерасчет платежей за коммунальные услуги. В работе [8] авторы показывают, что оценить эффективность можно на основе опроса потребителей услуг – жильцов МКД, и результаты опроса в дальнейшем использовать для принятия решения в области повышения эффективности оказания услуг.

Коммуникацию с жильцами предлагается организовать с помощью технических средств, например, заявочного сервиса [9]. Если в управляющую организацию поступает большое количество заявок на устранение технических неисправностей, жалобы на качество обслуживания, то предлагается наладить работу, используя сервис, состоящий из журнала для регистрации заявок и формирования истории работы с ними. Он должен обеспечить системную работу с заявками и дать возможность определить стратегию проведения работ по техническому обслуживанию и техническому содержанию объекта. Своевременное устранение аварийных ситуаций в МКД – важнейшая деятельность управляющей компании, которая способствует созданию ее положительной либо отрицательной репутации.

Авторы [11] отмечают, что анализ данных о частоте, времени и месте возникновения проблем помогает находить скрытые причины неисправностей. Если зимой фиксируется больше аварий в системе отопления, это может свидетельствовать о необходимости предварительных профилактических работ. Если жалобы на работу лифтов чаще поступают в часы пик, возможно, потребуется пересмотр нагрузки на оборудование или модернизация системы управления пассажиропотоком.

Для эффективного выявления таких закономерностей можно использовать специализированные цифровые решения. Например, система «Домá» (Doma.ai) позволяет вести детальный учет всех обращений жильцов и автоматически анализировать их по типам, частоте и географии возникновения [12]. Это дает возможность управляющей компании оперативно выявлять проблемные зоны, прогнозировать необходимость профилактических работ и снижать вероятность повторяющихся инцидентов. Подобный подход не только ускоряет устранение неисправностей, но и помогает формировать стратегию

по улучшению работы с инфраструктурой дома.

«ИС:Управляющая компания ЖКХ» объединяют с аналитическими модулями и это позволяет автоматизировать учет заявок, контролировать выполнение ремонтных работ и формировать отчеты по наиболее частым и критическим проблемам [13]. Благодаря такому инструменту можно сократить время реакции на обращения жильцов и повысить прозрачность работы управляющей компании.

Несмотря на большое количество опубликованных предложений в сфере управления МКД, нет информационной системы с указанными функциями, а именно, отсутствует доступный канал взаимодействия жильцов с управляющей компанией, оперативный отклик на аварийные ситуации. Отсюда возникают недовольства жильцов и негативная репутация компаний.

Методы и материалы исследования. Исследование направлено на разработку

информационной системы (ИС), включающей каналы взаимодействия управляющей компании с жильцами, модели прогнозирования возможных жалоб о неисправностях инфраструктуры с учетом проактивного подхода.

Для прогнозирования возможных жалоб о неисправностях инфраструктуры на основе ретроспективных данных о жалобах жильцов в ИС предлагается использовать модель SARIMA, которая широко применяется для анализа временных рядов [14].

Она представляется как SARIMA(p,d,q) (P,D,Q)_s, где (p,d,q) берутся из модели ARIMA и означают:

- p – порядок авторегрессии (AR);
- d – порядок дифференцирования (I);
- q – порядок скользящей средней (MA).

Улучшается ARIMA до формулы SARIMA тем, что добавляются сезонные параметры:

$$Y_t = c + \sum_{i=1}^P \phi_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} + \sum_{k=1}^P \Phi_k Y_{t-kS} + \sum_{m=1}^Q \Theta_m \varepsilon_{t-mS} + \varepsilon_t \quad (1)$$

где P, D, Q – параметры сезонных компонент; S – длина сезонного цикла; Φ_k и Θ_m – коэффициенты сезонных частей авторегрессии и скользящей средней соответственно.

SARIMA позволяет учитывать периодические колебания во временном ряду, что особенно важно при наличии сезонных паттернов [15]. Так как жалобы жильцов на поломки в МКД могут демонстрировать сезонные закономерности (например, зимой чаще выходят из строя системы отопления, а летом – кондиционеры), SARIMA позволяет лучше учитывать закономерности временного ряда и получать более точные прогнозы.

Данные для исследования были собраны из системы управления жалобами жителей жилых комплексов. Каждая жалоба включает в себя:

- идентификатор жалобы;
- краткое описание;
- подробное описание;
- изображения;
- адрес, по которому произошла поломка (жилой комплекс, дом, корпус, подъезд);
- дата жалобы.

Данные охватывали три жилых комплекса и период с 11 января 2022 года по 21 марта 2024 года и включали чуть более 2500 записей. Для очистки и подготовки данных были предприняты следующие шаги.

1) Ручная классификация типов инцидентов: каждому инциденту назначался класс, который в дальнейшем позволял составлять выборки, относительно класса. Было выделено 5 классов:

- a) *elevator* – поломки лифта;
- b) *access* – проблемы с доступом на территорию (поломки калиток, ворот, домофонов);
- c) *lighting* – проблемы со светом (отключение электричества, выгорание ламп);
- d) *camera* – проблемы с доступом к видеокамерам на территории комплекса;
- e) *garbage* – проблемы загрязнения территории комплекса (улицы, площадки, подъезды, этажи, лифты).

2) Удаление записей-дубликатов от других пользователей, сообщающих об одном и том же инциденте.

В выборку для обучения и тестирования были выбраны данные одного МКД и жалобы

на один тип поломок, а именно поломки лифтов. Выборка включала в себя 195 записей с 26 января 2022 года по 19 марта 2024 года.

Краткое и подробное описание, класс инцидента никак не помогут в дальнейшей работе, поэтому они были исключены из выборки.

Важным этапом предобработки данных является извлечение новых признаков. В выборку были добавлены:

– *day, month, year* и *day_of_week*, взятые из свойства *date*;

– *is_holiday* – признак того, что в указанный день выборки был праздник, указанный в ТК РФ;

– *is_school_holiday* – признак того, что указанный день был из периода дней школьных каникул.

Для прогнозирования на основе временных рядов необходимо иметь полный временной ряд для прогнозируемого отрезка. Так как имеются записи только поломок, то необходимо добавить в выборку пропущенные даты и отсортировать их [15, 16].

В конечном счете выборка состоит из следующих признаков: *date, day, month, year, day_of_week, is_holiday, is_school_holiday, is_breakdown*.

Данные были разделены на обучающую выборку (80%) и тестовую выборку (20%). Для построения и оценки моделей использовались следующие шаги.

1) Подбор оптимальных параметров модели SARIMA с помощью автоматизированного метода «Grid Search». Это метод

настройки гиперпараметров, используемый в машинном обучении для поиска наилучшей комбинации гиперпараметров для данной модели. Параметры с наименьшим значением AIC (информационного критерия Акаике) выбирались для финальной модели [17].

2) Обучение моделей на обучающей выборке.

3) Оценка моделей на тестовой выборке с использованием метрик качества.

Таким образом была построена модель для управления поступающими жалобами жильцов МКД, которая используется в разрабатываемой ИС.

Полученные результаты. Для эффективного функционирования ИС важно заранее продумать ее архитектуру и взаимодействие ключевых компонентов. Эффективное планирование способствует непрерывной работе компонентов, сокращению времени анализа информации и улучшению пользовательского опыта. Взаимодействие между мобильным приложением, онлайн-платформой управляющей компании и аналитической частью необходимо тщательно структурировать, что важно для обеспечения бесперебойной работы каждого компонента системы.

Для наглядного представления структуры ИС и взаимодействия ее ключевых компонентов представлена следующая диаграмма, отражающая организацию взаимодействия мобильного приложения, веб-платформы и аналитического модуля (см. рисунок 1).

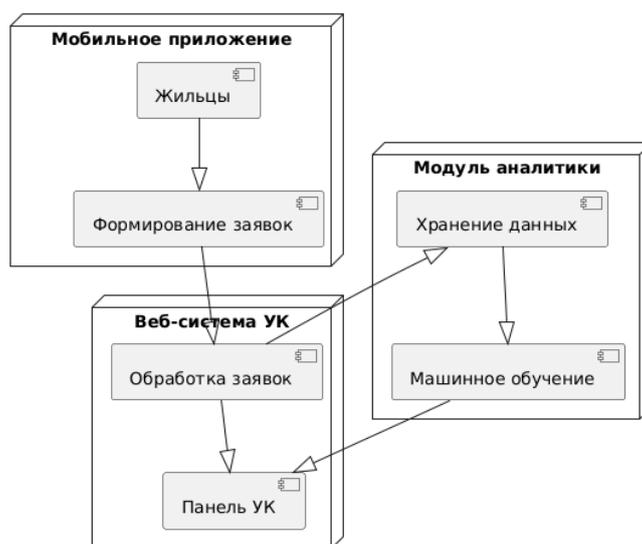


Рисунок 1 – Архитектура системы

Представленная структура ИС организует упорядоченное общение между клиентами, руководством фирмы и аналитической частью. Мобильное приложение позволяет жильцам формировать заявки, которые затем обрабатываются на веб-платформе управляющей компании. Веб-платформа выполняет роль посредника, обеспечивающего получение, анализ и координацию запросов. Модуль аналитики хранит данные заявок и анализирует их с помощью алгоритмов МО.

Цифровизация процесса подачи заявок, которую выполняет мобильное приложение, позволит сделать взаимодействие жильцов МКД и управляющей компанией более удобным, прозрачным и эффективным. Для эффективной работы ИС важно правильно структурировать данные о жильцах, заявках и результатах анализа. На рисунке 2 показано, какие сущности существуют в системе и какие связи между ними установлены.

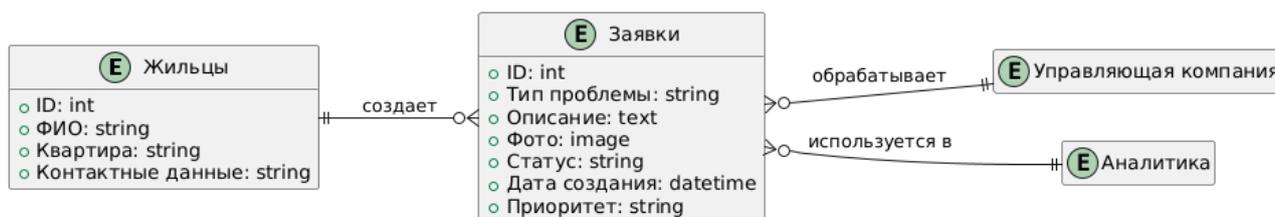


Рисунок 2 – ERD диаграмма хранения данных

На рисунке 3 представлена последовательность обработки заявок, начиная от их

подачи жильцами и заканчивая проведением анализа управляющей компанией.



Рисунок 3 – Последовательность обработки данных

Мобильное приложение дает возможность снизить барьеры, которые мешают жильцам своевременно сообщать о проблемах, и позволит оперативно реагировать на возникающие инциденты, предотвращая их развитие в более серьезные аварийные ситуации. При этом происходит накопление поступающих данных в ИС управления МКД.

Как было сказано выше, с веб-платформы заявки передаются не только на обработку

жалобы, но и в модуль анализа для дальнейшей их обработки. В модуле анализа используется модель прогнозирования жалоб на неисправности инфраструктуры с учетом проактивного подхода. На основе собранных данных и проведенного исследования были получены результаты. На рисунке 4 представлен график временного ряда, отображающий количество жалоб по дням за весь период наблюдений.

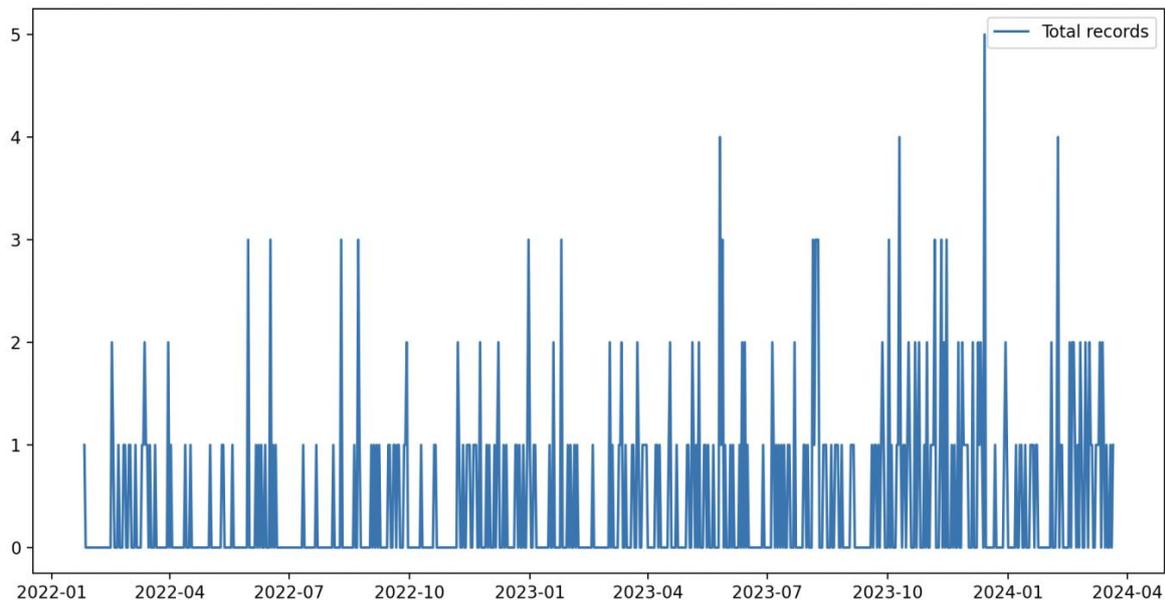


Рисунок 4 – График временного ряда жалоб от жильцов

Данные, собранные в ходе мониторинга жалоб, можно эффективно использовать для прогнозирования периодов роста недовольства жильцов обслуживанием и принятия упреждающих управленческих мер. Как упоминалось выше, метод позволяет не только учитывать тренды и сезонные колебания, но и адаптировать модель под случайные колебания, что значительно повышает точность прогноза.

Ключевую роль в корректности и точности прогнозирования в модели SARIMA играет выбор гиперпараметров, так как они определяют, насколько хорошо модель учитывает тренды, сезонность и случайные колебания данных.

Параметрами модели, необходимыми к подбору, являются:

- 1) p – число прошлых значений, влияющих на текущее;
- 2) d – количество преобразований данных для устранения тренда;
- 3) q – влияние предыдущих ошибок на текущее значение;
- 4) P – число прошлых значений, влияющих на текущее, но для сезонных зависимостей;
- 5) D – число преобразований для устранения сезонного тренда;
- 6) Q – влияние предыдущих ошибок на текущее значение для сезонных эффектов;
- 7) s – длина сезонного цикла (7 дней).

Для выбора оптимальных значений параметров был использован метод «Grid Search» – переборный метод, в котором тестируются различные комбинации гиперпараметров, а затем выбирается лучшая из них по заданному критерию.

Критерием качества выступил информационный критерий Акаике (далее AIC), который оценивает баланс между точностью модели и ее сложностью. Чем ниже значение AIC, тем лучше модель описывает данные, избегая переобучения.

Для модели SARIMA были подобраны следующие оптимальные гиперпараметры: $p=1, d=0, q=1, P=1, D=0, Q=1, s=7$.

Параметры $p=1$ и $q=1$ выбраны в связи с краткосрочной зависимостью между текущими и прошлыми значениями временного ряда, значение $d=0$ свидетельствует о его стационарности.

Сезонные параметры $P=1, D=0, Q=1$ и $s=7$ задают недельную сезонность, а $s=7$ означает, что модель будет выявлять закономерности с периодичностью 7 дней.

Такая комбинация параметров оптимально подходит для данного временного ряда, обеспечивая баланс между точностью прогнозирования и сложностью модели.

Для оценки качества модели было проведено прогнозирование на тестовой выборке, результат которого представлена на рисунке 5.

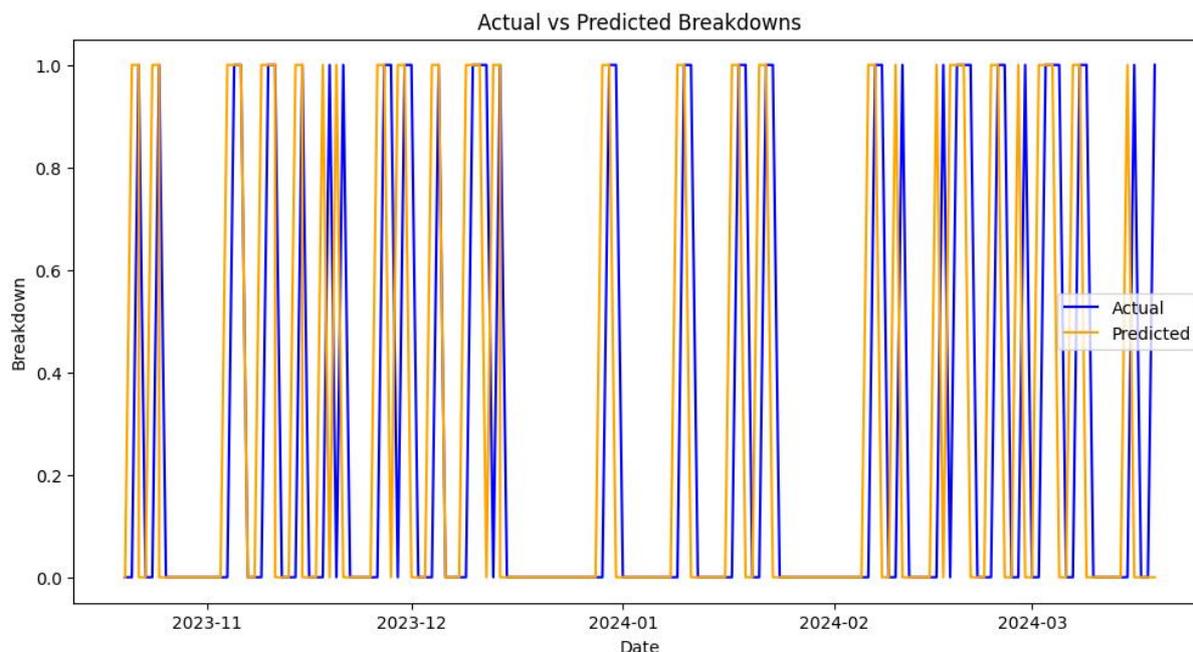


Рисунок 5 – Прогнозирование жалоб на тестовой выборке

На рисунке синим отмечены фактические случаи поломок, тогда как оранжевый цвет указывает на предсказания модели SARIMA.

Анализируя представленный график, можно сделать ключевое наблюдение – модельные прогнозы во многом совпадают с фактическими данными, указывая на хорошее соответствие результатов модели с наблюдаемыми значениями.

Однако стоит обратить внимание на явные неточности прогнозов. Иногда система предсказывает жалобу на неисправность, которая затем не возникает. Такие ситуации следует отнести к ложноположительным ошибкам. Подобные отклонения могут указывать на возможные ограничения модели или недостаточную полноту данных для получения более надежного предсказания.

Для проведения количественной оценки качества модели были проведены вычисления соответствующих показателей. Значение MAE составило 0.0741, RMSE – 0.1370, тогда как R^2 достигло уровня 0.9152. Высокое значение R^2 говорит о том, что модель объясняет значительную часть дисперсии данных, а низкие значения MAE и RMSE указывают на небольшие средние отклонения прогноза от фактических значений.

Предсказания модели SARIMA показывают удовлетворительное совпадение с реальными показателями, но отмечаются некоторые расхождения. Показатели эффектив-

ности свидетельствуют о приемлемом качестве модели, позволяющем успешно использовать ее для предсказания отказов оборудования. В случае необходимости повышения точности стоит рассмотреть оптимизацию настроек модели либо применение других подходов к предсказанию.

Постоянный анализ ретроспективных данных и выявление скрытых закономерностей позволяет заранее планировать действия управляющей компании по организации работ, направленных на ликвидацию возможных неисправностей. Такой подход к организации системы управления многоквартирным домом не только обеспечивает оперативную обработку заявок, но и создает основу для проактивного управления взаимодействием с техническими службами, обеспечивающими эксплуатацию оборудования многоквартирного жилого комплекса. Интеграция с аналитическим модулем позволяет не просто фиксировать текущие инциденты, но и выявлять закономерности, влияющие на их возникновение. Использование данных и прогнозных моделей дает возможность предугадывать потенциальные проблемы, что особенно важно при воздействии внешних факторов, таких как погодные условия и загруженность коммунальных служб.

Выводы и рекомендации. Предложенная ИС для цифровизации и анализа заявок позволяет существенно повысить качество

управления организационной структурой в многоквартирном жилом комплексе, снижая нагрузку на управляющую компанию и повышая комфорт жильцов. Внедрение проактивного подхода позволяет не только оперативно реагировать на проблемы, но и предотвращать их, снижая затраты на обслуживание и повышая его качество.

Предлагаемый подход – это не просто автоматизация отдельных процессов, а принципиально новый проактивный подход [19] к управлению организационной системой МЖК. Он позволяет снизить время реакции на инциденты, что напрямую влияет на уровень удовлетворенности жильцов: чем быстрее решаются проблемы, тем выше доверие к управляющей компании.

Список источников

1. ТОП 15 лучших ЖКХ программ для УК и ТСЖ для управление многоквартирными домами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/links/1468566-top-15-luchshih-zhkh-programm-dlya-uk-i-tszh-dlya-upravlenie-mnogokvartirnymi-domami>
2. Гавриленко И. Г., Хисаева А. И. О проблемах, препятствующих эффективному управлению многоквартирными домами // Вестник ИрГТУ. 2015. № 6 (101) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-problemah-prepyatstvu-yuschih-effektivnomu-upravleniyu-mnogokvartirnymi-domami>
3. Застела М. Ю., Скачков В. А. Система учета, контроля и исполнения решений по жалобам граждан в сфере жилищно-коммунального хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-ucheta-kontrolya-i-ispolneniya-resheniy-po-zhalobam-grazhdan-v-sfere-zhilischno-kommunalnogo-hozyaystva>
4. Дьяченко О. Н. Цифровизация в жилищно-коммунальном хозяйстве Брянской области: система «УМНЫЙ ДОМ» // Управление и цифровизация: национальное и региональное измерение. Сборник статей национальной научно-практической конференции с международным участием. Брянск. – Брянск, 2021. – С. 150–153.
5. Кузьмин К. М., Кяшкин В. Е., Евдокимов И. В. Проектирование информационной системы для комплексной автоматизации деятельности управляющих организаций в сфере ЖКХ // Новая наука: проблемы и перспективы. 2016. № 10-1. С. 152–155.
6. Дубровин М. Г. Концепция проактивного мониторинга и управления объектами ИТ-инфраструктуры // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2020. №. 1 (15). С. 44–49.
7. Плотникова И. А., Сорокина И. В. Проблемы развития современного жилищно-коммунального хозяйства // Проблемы развития территории. 2019. № 6 (104). С. 52–68. DOI: 10.15838/ptd.2019.6.104.4.

Проведенное исследование закладывает основу для дальнейших разработок и создания комплексной системы прогнозирования, которая позволит управляющей компании более эффективно управлять организационной системой МКД и оперативно реагировать на возникающие проблемы. В будущем ИС может быть дополнена модулем прогнозирования жалоб на основе ретроспективных данных с использованием методов машинного обучения, интеграцией с городскими службами для ускоренной передачи информации и расширением функционала мобильного приложения. Это сделает систему еще более удобной и эффективной, позволяя управляющей компании предугадывать и предотвращать проблемы еще до их возникновения.

References

1. TOP 15 Best Housing and Communal Services Programs for Management Companies and Homeowners Associations for Managing Apartment Buildings. Available at: <https://vc.ru/links/1468566-top-15-luchshih-zhkh-programm-dlya-uk-i-tszh-dlya-upravlenie-mnogokvartirnymi-domami> (In Russ.).
2. Gavrilenko I. G., Khisaeva A. I. On the Problems Hindering the Effective Management of Apartment Buildings. *Vestnik IrGTU*. 2015. No. 6 (101). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-problemah-prepyatstvu-yuschih-effektivnomu-upravleniyu-mnogokvartirnymi-domami> (In Russ.).
3. Zastela M. Yu., Skachkov V. A. System of Accounting, Control and Execution of Decisions on Complaints of Citizens in the Sphere of Housing and Communal Services. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-ucheta-kontrolya-i-ispolneniya-resheniy-po-zhalobam-grazhdan-v-sfere-zhilischno-kommunalnogo-hozyaystva> (In Russ.).
4. Dyachenko O. N. Digitalization in the Housing and Communal Services of the Bryansk Region: the «SMART HOUSE» System. *Upravleniye i tsifrovizatsiya: natsional'noye i regional'noye izmereniye*. Collection of articles from the national scientific and practical conference with international participation. Bryansk. *Bryansk*, 2021. pp. 150–153. (In Russ.).
5. Kuzmin K. M., Kyashkin V. E., Evdokimov I. V. Design of an Information System for Complex Automation of Activities of Management Organizations in the Housing and Communal Services Sector. *Novaya nauka: problemy i perspektivy*. 2016. No. 10-1. pp. 152–155. (In Russ.).
6. Dubrovin M. G. Concept of Proactive Monitoring and Management of IT Infrastructure Objects. *ITNOU: Informatsionnyye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii*. 2020. No. 1 (15). pp. 44–49. (In Russ.).
7. Plotnikova I. A., Sorokina I. V. Problems of Development of Modern Housing and Communal Services. *Problemy razvitiya territorii*. 2019. No. 6 (104). pp. 52–68. (In Russ.). DOI: 10.15838/ptd.2019.6.104.4.

8. Горпольская Е. И. Оценка эффективности оказания услуг и выполнения работ по содержанию и ремонту общего имущества в многоквартирном доме // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2019. № 1. С.134–141.
9. Новгородов В. Оценка технического обслуживания общего имущества многоквартирного дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.law.ru/article/24648-obslujivanie-obshchego-imushchestva-mnogokvartirnogo-doma>
10. Обязанности управляющей компании: как добиться устранения аварий и неисправностей? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rskrf.ru/consumer_rights/reviews/kak-dobitsya-ustraneniya-avarii-v-dome/
11. Costa D. G. et al. A Survey of Emergencies Management Systems in Smart Cities [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9787492?denied=> (In Eng.).
12. «Домá» (Doma.ai): онлайн-платформа для автоматизации работы управляющих компаний (УК) и товариществ собственников жилья (ТСЖ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doma.ai/>
13. «1С:Управляющая компания ЖКХ и РКЦ»: отраслевое решение для автоматизации основных бизнес-процессов организаций, управляющих многоквартирными домами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://umsol.ru/develops/zhkh-rkc/>
14. Pranshu Aggarwal. SARIMA Using Python – Forecast Seasonal Data [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wisdomgeek.com/development/machine-learning/sarima-forecast-seasonal-data-using-python/> (In Eng.).
15. Box G. E. P. et al. Time Series Analysis: Forecasting and Control. – John Wiley & Sons, 2015. (In Eng.).
16. Сатин А. П., Ле Т. Б., Прус Ю. В. Прогнозирование готовности пожарной техники на основе Марковской модели поломок и восстановления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agps-2006.narod.ru/ttb/2012-5/17-05-12.ttb.pdf>
17. Новиков Г. Использование методов поиска паттернов в последовательности событий для прогнозирования поломок сложных технических систем // Сборник трудов 39-й междисциплинарной школы-конференции ИППИ РАН «Информационные технологии и системы 2015» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://itas2015.iitp.ru/pdf/1570207677.pdf>
18. Дубровин М. Г. Концепция проактивного мониторинга и управления объектами ИТ-инфраструктуры // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2020. №. 1 (15). С. 44–49.
19. Ефимова А. А., Гаврилюк Е. С. Проактивное обслуживание в сфере ЖКХ как тренд технологического развития // Экономика. Право. Инновации. 2024. №. 2. С. 15–23.
8. Gorpolskaya E. I. Evaluation of the Efficiency of Services and Work on the Maintenance and Repair of Common Property in an Apartment Building. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh nauk i tekhnologii «Integral»*. 2019. No. 1. pp. 134–141. (In Russ.).
9. Novgorodov V. Assessment of Technical Maintenance of Common Property of an Apartment Building. Available at: <https://www.law.ru/article/24648-obslujivanie-obshchego-imushchestva-mnogokvartirnogo-doma> (In Russ.).
10. Responsibilities of the Management Company: How to Eliminate Accidents and Malfunctions? Available at: https://rskrf.ru/consumer_rights/reviews/kak-dobitsya-ustraneniya-avarii-v-dome/ (In Russ.).
11. Costa D. G. et al. A Survey of Emergencies Management Systems in Smart Cities. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9787492?denied=>
12. «Doma» (Doma.ai): An Online Platform for Automating the Work of Management Companies (MC) and Homeowners' Associations. Available at: <https://doma.ai/> (In Russ.).
13. 1С: Housing and Utilities Management Company and RCC: an Industry Solution for Automating the Main Business Processes of Organizations Managing Apartment Buildings. Available at: <https://umsol.ru/develops/zhkh-rkc/> (In Russ.).
14. Pranshu Aggarwal. SARIMA Using Python – Forecast Seasonal Data. Available at: <https://www.wisdomgeek.com/development/machine-learning/sarima-forecast-seasonal-data-using-python/>
15. Box G. E. P. et al. Time Series Analysis: Forecasting and Control. *John Wiley & Sons*. 2015.
16. Satin A. P., Le T. B., Prus Yu. V. Forecasting the Readiness of Fire-Fighting Equipment Based on the Markov Model of Breakdowns and Restoration. Available at: <https://agps-2006.narod.ru/ttb/2012-5/17-05-12.ttb.pdf> (In Russ.).
17. Novikov G. Using Methods for Searching Patterns in a Sequence of Events to Predict Failures of Complex Technical Systems. *Collection of works of the 39th interdisciplinary school-conference of the IITP RAS «Information technologies and systems 2015»*. Available at: <http://itas2015.iitp.ru/pdf/1570207677.pdf> (In Russ.).
18. Dubrovin M. G. Concept of Proactive Monitoring and Management of IT Infrastructure Objects. *ITNOU: Informatsionnyye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii*. 2020. No. 1 (15). pp. 44–49. (In Russ.).
19. Efimova A. A., Gavrilyuk E. S. Proactive Maintenance in the Housing and Communal Services Sector as a Trend of Technological Development. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2024. No. 2. pp. 15–23. (In Russ.).