

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Кафедра Прикладная математика и информатика
(наименование)

09.04.03 Прикладная информатика
(код и наименование направления подготовки)

Управление корпоративными информационными процессами
(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему «Модели и алгоритмы системы управления эффективностью деятельности
предприятия сферы ЖКХ»

Обучающийся

Н.Ю. Лябин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.т.н., доцент, Н.В. Хрипунов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1 Анализ современного состояния исследований в области проектирования систем управления эффективностью деятельности предприятий сферы ЖКХ.....	7
1.1 Обзор и анализ источников по теме исследования	10
1.2 Обзор и анализ ИТ-решений для управления деятельностью предприятий сферы ЖКХ	16
Глава 2 Анализ методологий построения систем управления эффективностью деятельности предприятий сферы ЖКХ.....	24
Глава 3 Разработка моделей и алгоритмов системы управления эффективностью деятельности предприятия сферы ЖКХ.....	35
3.1 Постановка задачи на проектирование системы управления эффективностью деятельности предприятия сферы ЖКХ.....	35
3.2 Логическое моделирование системы управления эффективностью управляющей компании	41
3.3 Алгоритмы системы управления эффективностью управляющей компании.....	45
Глава 4 Апробация проектных решений и оценка их эффективности.....	52
4.1 Апробация проектных решений.....	52
4.2 Оценка эффективности системы управления эффективностью деятельности предприятия ЖКХ.....	60
Заключение	65
Список используемой литературы и используемых источников.....	68

Введение

«Важнейшей особенностью сферы жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) является ее высокая социальная значимость: от ее эффективного функционирования зависят качество жизни всех слоев населения и социальный климат в обществе.

Как известно, основным видом деятельности предприятий ЖКХ является предоставление услуг по электро-, газо- и водоснабжению, водоотведению, обслуживанию (уборки) придомовых территорий, а также телекоммуникационных услуг» [21]. Кроме того, такие управляющие компании выполняют ремонт и обслуживание инженерных сетей домов.

Следует отметить, что высокая себестоимость услуг ЖКХ и низкая эффективность использования ресурсов порождают неконкурентоспособность управляющих компаний.

Повышение эффективности деятельности предприятий в сфере ЖКХ – проблема, актуальная для многих субъектов данного рынка. Как показывает практика, для повышения эффективности необходимо обеспечить повышение финансового результата деятельности предприятия ЖКХ [22].

Для решения данной задачи необходимо создать условия для принятия менеджерами предприятия ЖКХ правильных управленческих решений, обеспечивающих реализацию механизмов учета и контроля расходов предприятия.

Для этого необходимо обеспечить их отчетностью, которая будет сформирована на основе результатов анализа экономической эффективности деятельности предприятия ЖКХ.

Для решения данной задачи необходимо разработать систему управления эффективностью деятельности предприятия сферы ЖКХ, в основу которой положены методы и алгоритмы, позволяющие снизить незапланированные расходы и повысить рентабельность конкретного

предприятия.

Таким образом, актуальность темы исследования обусловлена необходимостью разработки моделей и алгоритмов системы управления эффективностью деятельности ЖКХ.

Объектом настоящего исследования является предприятие сферы ЖКХ.

Предметом исследования является эффективность деятельности предприятия сферы ЖКХ.

Целью работы является разработка моделей и алгоритмов системы управления эффективностью деятельности предприятия сферы ЖКХ.

Для достижения поставленной цели необходимо решать следующие задачи:

- проанализировать современное состояние проблемы исследования;
- проанализировать и выбрать методологии и технологии повышения эффективности деятельности предприятия сферы ЖКХ;
- разработать модели и алгоритмы системы управления, обеспечивающей повышение эффективности деятельности предприятия сферы ЖКХ;
- выполнить апробацию проектных решений и оценить их эффективность.

Гипотеза исследования: применение системы управления деятельностью предприятия сферы ЖКХ, разработанной на основе предлагаемых в диссертационном исследовании моделей и алгоритмов, позволит повысить эффективность данного предприятия.

Теоретической основой диссертационного исследования являются научные труды российских и зарубежных ученых, занимающихся проблемами управления эффективностью предприятий социально-экономической сферы.

Методы исследования. В процессе исследования будут использованы следующие положения и методы: системный анализ, методы и механизмы управления эффективностью организационной системы, методы и технологии проектирования информационных систем, методы машинного обучения.

Новизна исследования заключается в разработке моделей и алгоритмов системы управления, которая обеспечит повышение эффективности деятельности предприятия ЖКХ.

Практическая значимость исследования заключается в возможности применения предлагаемых моделей и алгоритмов при проектировании системы управления, которая обеспечит повышение эффективности деятельности предприятия ЖКХ.

Основные этапы исследования: исследование проводилось с 2022 по 2024 год в несколько этапов.

На первом (констатирующем) этапе формулировалась тема исследования, выполнялся сбор информации по теме исследования из различных источников, проводилась формулировка гипотезы, определялись постановка цели, задач, предмета исследования, объекта исследования и выполнялось определение проблематики данного исследования.

Второй этап – аналитический. В ходе проведения данного этапа осуществлялся анализ методологий и технологий повышения эффективности деятельности предприятия сферы ЖКХ, опубликована статья по теме исследования в научном сборнике.

На третьем этапе осуществлялась апробация предлагаемых проектных решений, произведена оценка их эффективности, сформулированы выводы о полученных результатах по проведенному исследованию.

На защиту выносятся:

- модели и алгоритмы системы управления, обеспечивающей повышение эффективности деятельности предприятия сферы ЖКХ;
- результаты апробации и оценки эффективности предлагаемых проектных решений.

По теме исследования опубликована 1 статья:

Лябин Н.Ю. Модель подсистемы контроля выполнения заявок аварийно-диспетчерской службы ЖКХ на основе машинного обучения // Вестник научных конференций. 2023. №12-3 (100). С. 74-75.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, представлены объект, предмет, цели, задачи и положения, выносимые на защиту диссертации.

В первой главе дан анализ современного состояния исследований в области проектирования систем управления эффективностью деятельности предприятий сферы ЖКХ.

Во второй главе дан анализ методологических подходов к построению систем управления эффективностью деятельности предприятий сферы ЖКХ.

Третья глава посвящена разработке моделей и алгоритмов системы управления эффективностью деятельности предприятий сферы ЖКХ.

В четвертой главе выполнены апробация предлагаемых проектных решений и оценка их эффективности.

В заключении приводятся результаты исследования.

Работа изложена на 72 страницах и включает 37 рисунков, 11 таблиц и 44 источника.

Глава 1 Анализ современного состояния исследований в области проектирования систем управления эффективностью деятельности предприятий сферы ЖКХ

Повышение эффективности деятельности предприятий сферы ЖКХ является одной из задач реформирования ЖКХ, законодательной основой которой является Жилищный кодекс РФ и Федеральный закон № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» [21].

«Проблема управления эффективностью предприятий сферы ЖКХ относится к области Corporate performance management (CPM) – управления корпоративной эффективностью.

Управление корпоративной эффективностью (CPM) – это общий термин, описывающий методологии, показатели, процессы и системы, используемые для мониторинга и управления эффективностью бизнеса предприятия.

Приложения CPM, позволяют преобразовывать стратегически ориентированную информацию в операционные планы и отправлять агрегированные результаты. Эти приложения также интегрируются во многие элементы цикла планирования и контроля или предназначены для удовлетворения потребностей мониторинга деятельности предприятия или оптимизации отношений с клиентами.

Управление корпоративной эффективностью должно поддерживаться набором аналитических приложений, обеспечивающих функциональность для поддержки этих процессов, методологий и показателей» [26].

Ключевым моментом здесь является то, что управление эффективностью — это непрерывный процесс, а не разовое мероприятие.

Поэтому качественное управление деятельностью должно объединять ряд различных интегрированных действий для формирования непрерывного цикла управления деятельностью, как показано на рисунке 1 [42].

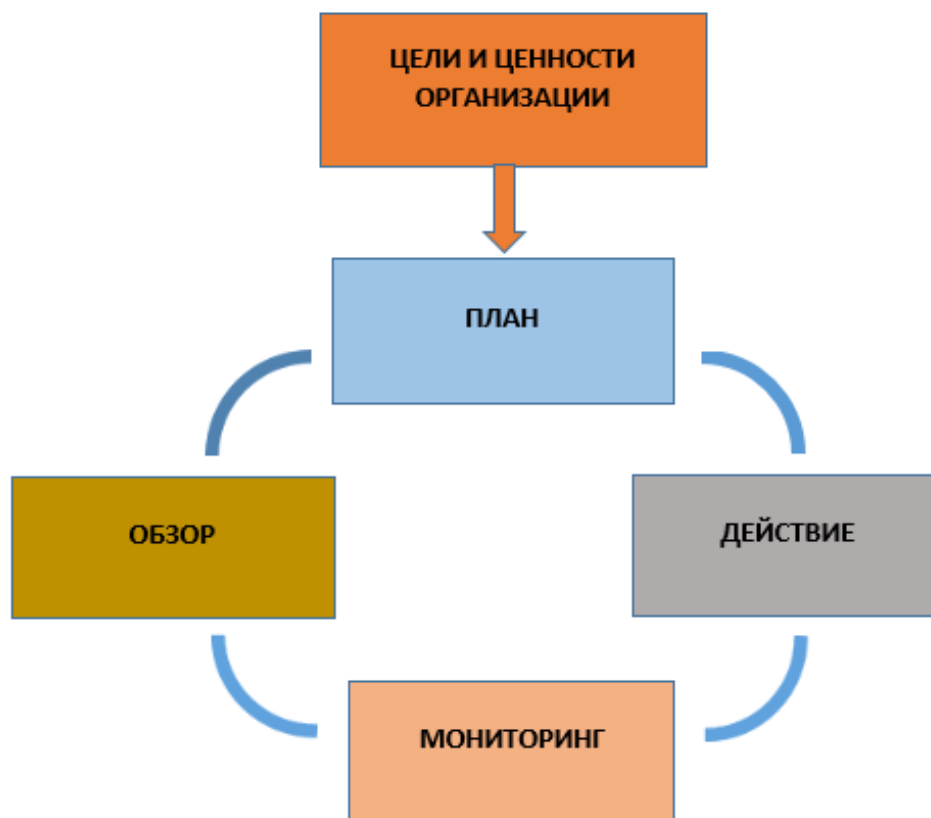


Рисунок 1 – Цикл управления эффективностью

Для информационной поддержки задач управления корпоративной эффективностью предприятий используются системы управления эффективностью.

«Performance Management System (PMS) – это система управления эффективностью, которая отслеживает эффективность работы сотрудников на основе согласованных и измеримых показателей. Эта система использует целый ряд технологий и методологий, чтобы обеспечить согласование целей сотрудников со стратегическими целями организации и оценку их вклада в достижение этих целей» [24].

Структурно-функциональная схема типовой системы управления эффективностью деятельности (СУЭД) организации показана на рисунке 2.

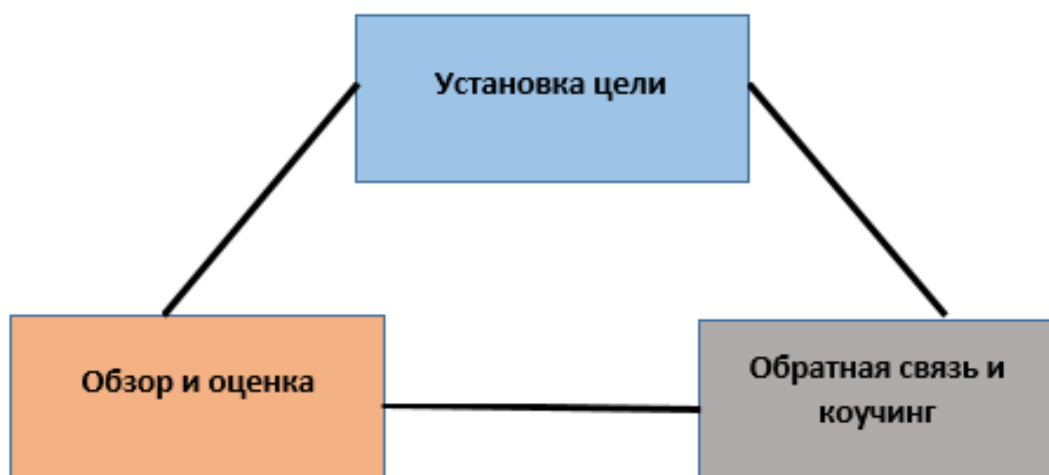


Рисунок 2 – Структурно-функциональная схема типовой СУЭД

Перечислим ключевые особенности качественного программного обеспечения для управления эффективностью [33]:

- удобство настройки: СУЭД должна быть настраиваема в соответствии с отраслью организации и стратегией управления эффективностью;
- прозрачность: СУЭД должен быть в состоянии устранить путаницу, с которой сталкиваются как менеджеры, так и их команды в процессе управления эффективностью;
- объективность: СУЭД должна предлагать объективные показатели, на которых менеджеры могут основывать свою оценку эффективности.
- быстрое действие: СУЭД должна обеспечивать мгновенную обратную связь в режиме реального времени и периодические оценки показателей деятельности организации.

«Как показал анализ, на уровне предприятий ЖКХ система показателей общей экономической эффективности включает показатели по видам использованных ресурсов (природные, трудовые) и оценочные показатели.

Главным оценочным показателем деятельности ЖКХ является прибыль, комплексно отражающая хозяйственную деятельность предприятий в форме денежных накоплений» [6].

1.1 Обзор и анализ источников по теме исследования

Вопросы построения СУЭД предприятий сферы ЖКХ, учитывая специфику данной проблемы, рассмотрены в основном в работах ученых и ИТ-специалистов России и стран СНГ.

В работе [3] рассмотрены основные подходы к моделированию системы управления ЖКХ в условиях рыночных преобразований. «Отмечается, что именно создание современной системы управления отраслью с необходимым управленческим ресурсом, соответствующим стратегическим требованиям, явится показательным экономическим итогом реформирования ЖКХ и совершенно новым явлением в его функционировании» [3].

По мнению автора работы [10], «в основу системы управления ЖКХ должны быть положены рациональное разделение функций и организация взаимоотношений между собственником-домовладельцем, управляющей организацией, подрядными организациями различных форм собственности, осуществляющими обслуживание жилищного фонда и объектов инженерной инфраструктуры, и органом, уполномоченным осуществлять государственный контроль за предоставлением населению ЖКУ необходимого качества, за использованием и сохранностью жилищного фонда независимо от его принадлежности».

В работе [19] описана система менеджмента для управляющих компаний инновационных территориальных кластеров РФ. Отмечается, что безусловно «лучшей практикой» в построении информационной системы (интернет-портала) кластера является создание не только кластера, но и страничек кластеров в социальных сетях (прежде всего, Фейсбук и Вконтакте).

В работе [34] отмечается необходимость внедрения современных информационно-коммуникационных технологий, программных продуктов, ведомственных информационных систем и баз данных. в управление ЖКХ.

В работе [18] представлена модель системы управления качеством ЖКХ. В основе модели положена схема договорных отношений ЖКХ, показанная на

рисунке 3.

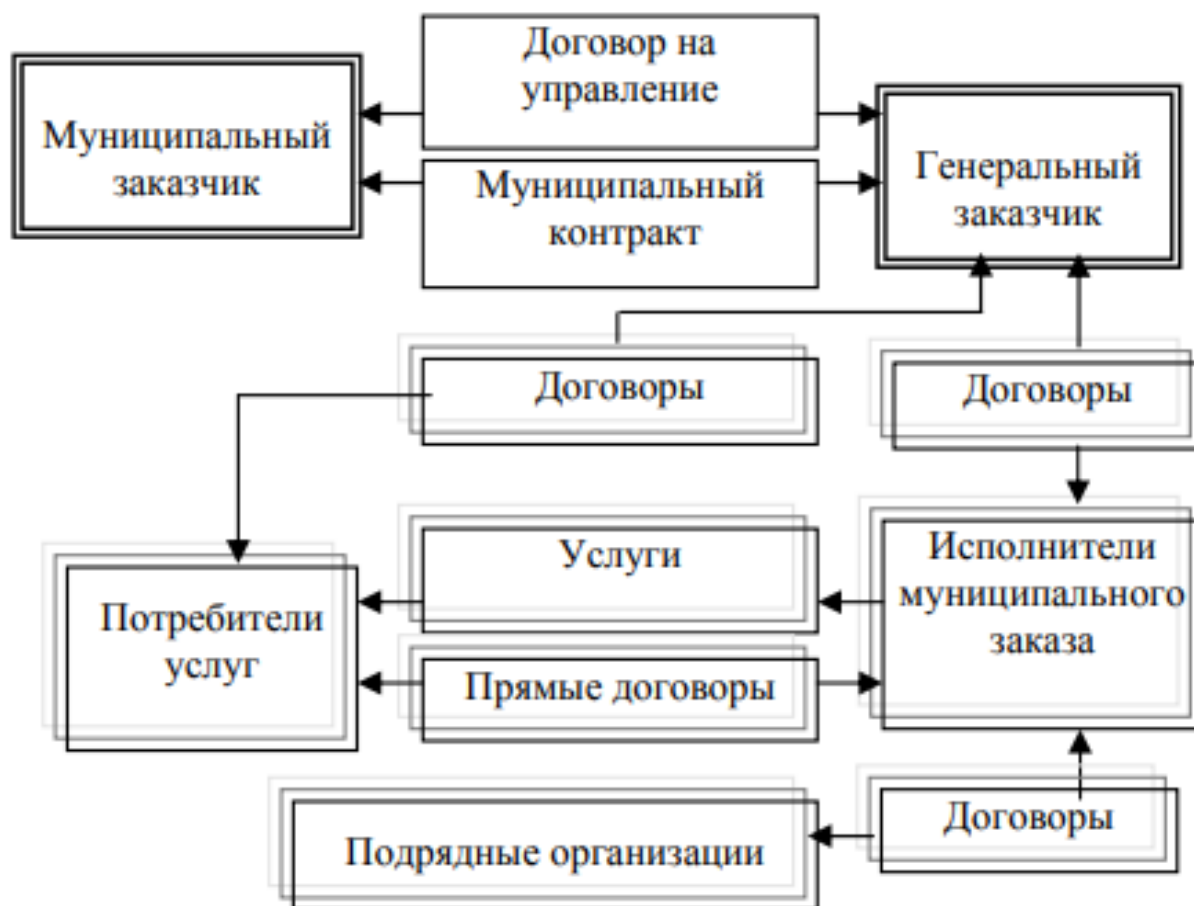


Рисунок 3 – Схема договорных отношений ЖКХ

В работе [5] предложен подход к проектированию процесс-ориентированной системы менеджмента позволяет управляющей компании и представлена диаграмма бизнес-процесса управления многоквартирным домом (рисунок 4).

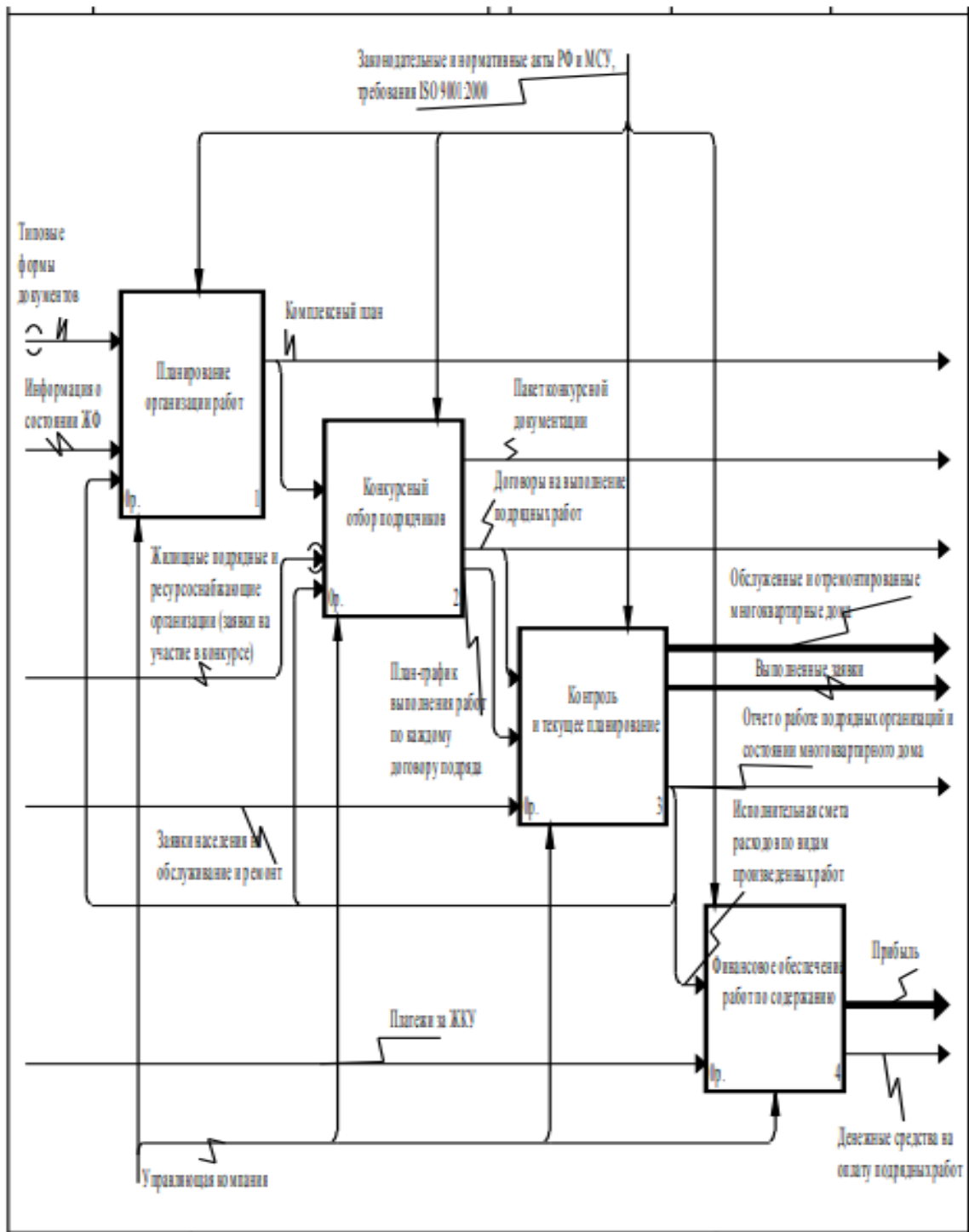


Рисунок 4 – Диаграмма бизнес-процесса управления многоквартирным домом

В зарубежных источниках в основном рассматриваются принципы построения системы REMS и HEMS, основанные на концепции «умного дома».

Residential Energy Management System (REMS) – это система управления

энергопотреблением в жилом помещении.

В работе [31] предлагается метод для интеллектуальной системы управления энергопотреблением в жилых помещениях (REMS) с использованием машинного обучения. В частности, предлагаемая система (REMS) эффективно переключает возможные нагрузки с предварительным приоритетом, не ограничивая потребление, между сетью и локальным хранилищем с возобновляемым питанием с солнечной батареей на крыше в жилых помещениях, используя алгоритмы машинного обучения. Также речь идет о максимально возможном сокращении расходов на электроэнергию при надежном электроснабжении в жилых помещениях с использованием алгоритма переключения нагрузки.

В систему также включено прогнозирование доступной средней солнечной энергии с использованием искусственной нейронной сети, оптимальным использованием доступной солнечной энергии и накоплением энергии с использованием функций обучения с подкреплением.

В конечном счете, зависимость от сети в жилых помещениях снижается.

Home energy management systems (HEMS) – растущий сектор в современную эпоху интеллектуальных сетей и умных домов.

HEMS - это сложные системы, и лицо, принимающее решения, должно учитывать два фундаментальных вопроса при планировании работы системы: во-первых, моделирование системы, а во-вторых, методы, используемые для получения решения проблемы. Проблемы, на которых основаны HEMS, обычно можно сформулировать как задачи линейного программирования, нелинейное программирование и его варианты, линейное программирование со смешанным целым числом (MILP) и задачи нелинейного целочисленного программирования.

В целом, проблема планирования работы таких систем, как дом, представляет собой нелинейную задачу со значительным количеством ограничений и переменных. Однако с помощью методов линеаризации функций можно получить приближения, которые превращают проблему в

линейную задачу. В последние годы к HEMS было применено значительное количество методов. Однако выбранный метод зависит от характера рассматриваемой проблемы. В целом, эти методы можно разделить на следующие категории, принятые в этой работе для дальнейшей классификации: традиционные методы, прогностический контроль модели, эвристика и мета-эвристика, а также другие методы, как показано на рисунке 5 [29].

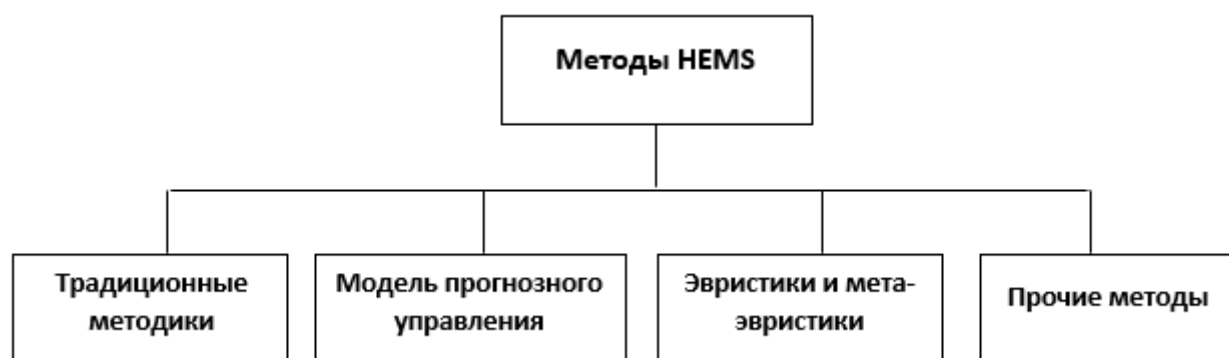


Рисунок 5 – Классификация методов HEMS

В этой работе [37] предложена 5-уровневая архитектура системы управления домашним энергопотреблением (HEMS), которая собирает данные в режиме реального времени; анализирует закономерности на основе данных и передает их в систему рекомендаций для выработки рекомендаций по экономии энергии. Огромный объем данных собирается с помощью различных датчиков в предлагаемой архитектуре.

Эта архитектура имеет разные уровни, каждый из которых предназначен для выполнения определенных задач соответственно. Используются различные методы предварительной обработки и машинного обучения (ML), такие как простая линейная регрессия (SLR), регрессия дерева решений (DTR), регрессия случайного леса (RFR), регрессия K-ближайших соседей (KNNR) и регрессия опорных векторов (SVR). для анализа данных.

На рисунке 6 показана диаграмма потоков предлагаемой архитектуры.



Рисунок 6 – Диаграмма потоков архитектуры системы управления домашним энергопотреблением

В работе [44] представлена сетевая структура HEMS (рисунок 7).

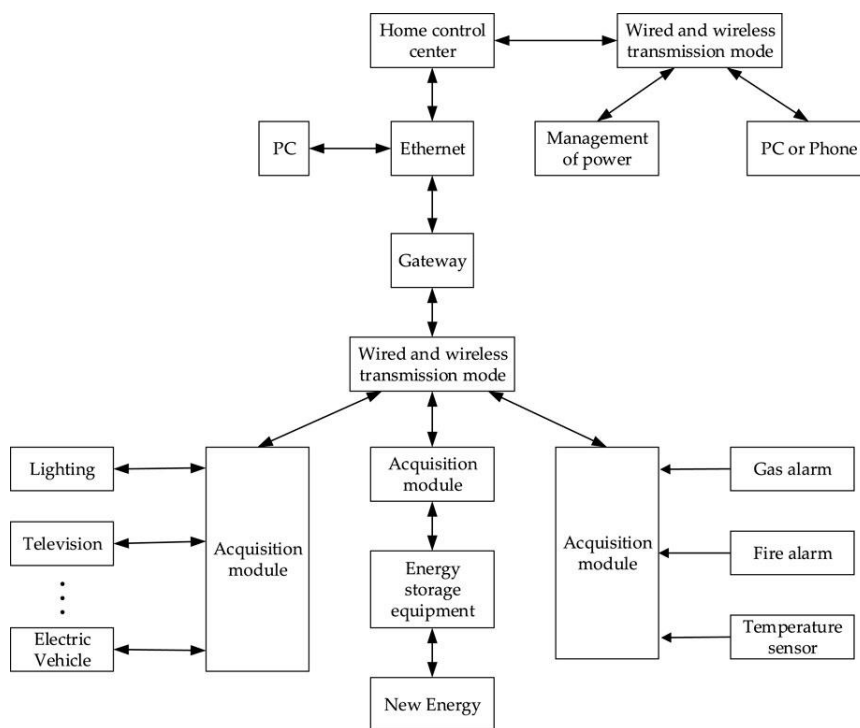


Рисунок 7 – Сетевая структура HEMS

Компоненты HEMS включают в себя нагрузку потребления электроэнергии, устройство накопления энергии и распределенный источник питания. Модуль сбора загружает собранную информацию о потреблении электроэнергии на домашний хост.

1.2 Обзор и анализ ИТ-решений для управления деятельностью предприятий сферы ЖКХ

Как показал анализ, ИТ-решения для управления деятельностью предприятиями сферы ЖКХ можно условно разделить на 2 группы:

- веб-представительства управляющих компаний, ЖКХ, ТСЖ;
- ИСУ деятельностью предприятий сферы ЖКХ.

Решения 1-й группы не представляют интереса в контексте цели и задач исследования.

Поэтому рассмотрим архитектурные и функциональные особенности информационных систем управления (ИСУ) деятельностью предприятий сферы ЖКХ.

1.2.1 Программный продукт «1С: Управляющая компания ЖКХ и РКЦ. Модуль для 1С:ERP и 1С:КА2»

Программный продукт (ПП) «1С: Управляющая компания ЖКХ и РКЦ. Модуль для 1С:ERP и 1С:КА2» – это отраслевое решение для автоматизации основных бизнес-процессов организаций, управляющих многоквартирными домами (МКД) объединяющее в себе функционал программ «1С:Управляющая компания ЖКХ. Модуль для 1С:ERP и 1С:КА2» и «1С:Биллинг».

Архитектура решения показана на рисунке 8.

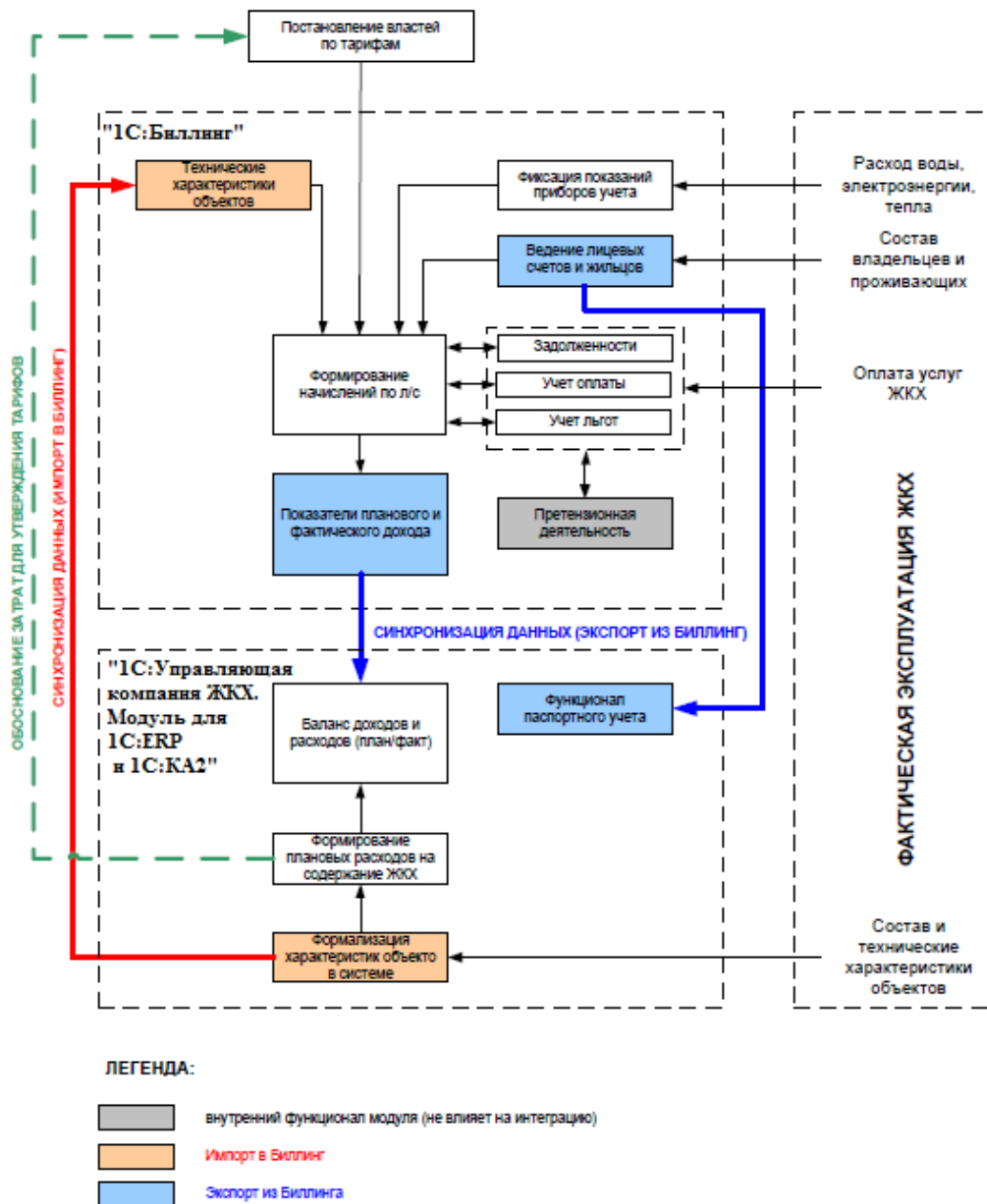


Рисунок 8 – Архитектура ПП «1С: Управляющая компания ЖКХ и РКЦ. Модуль для 1С:ERP и 1С:КА2»

«ПП состоит из следующих основных функциональных подсистем:

- многоквартирные дома (МКД);
- жильцы;
- благоустройство и ремонт;
- расчет начислений;
- претензионно-исковая деятельность.

Для управления эффективностью деятельности ЖКХ используется

механизм планирования. При этом управление заключается в изменении (увеличении) тарифа на содержание и текущий ремонт для каждого объекта управления.

Для расчета тарифа сначала осуществляется ввод технических характеристик зданий и производится настройка планирования работ - ввод сведений по планированию расходов (ставки, тарифы и нормативы на услуги сторонних организаций, коммунальные ресурсы, расчет периодичности работ и др.)» [2].

На рисунке 9 представлена последовательность действий в ПП по расчету тарифа.



Рисунок 9 – Последовательность действий по расчету тарифа

«Далее производятся последовательные расчеты по МКД по каждому из блоков планирования затрат с использованием соответствующих документов (Планирование затрат на санитарное обслуживание, Планирование затрат на ТО и ремонт, Планирование затрат на услуги сторонних организаций, Планирование затрат на управление МКД, Планирование затрат на коммунальные ресурсы).

Все рассчитанные данные после сохранения документов записываются в общий перечень плановых затрат, что позволяет использовать эти сведения при расчете тарифа по дому» [2].

Принципиальным недостатком данного решения является отсутствие информационной поддержки механизма контроля незапланированных затрат на ведение деятельности предприятия ЖКХ.

1.2.2 Бизнес-решение «Управление жилищным фондом»

Разработчиком решения является компания «Проекты и Решения» (г. Казань). Решение основано на СЭД Directum, имеет модульную структуру.

«Решаемые задачи:

- технический учет объектов ЖФ;
- регистрация контролируемых параметров домов;
- регистрация, обработка и контроль исполнения заявок граждан;
- учет показателей ремонтов ЖФ;
- учет и контроль исполнения предписаний ГЖИ;
- учет выбытия жильцов.

В качестве заказчиков бизнес-решения могут выступать следующие группы лиц в составе управляющей компании ЖКХ:

- руководство управляющей компании;
- центральная диспетчерская служба;
- претензионный отдел;
- руководители и специалисты отделов управляющей компании и др.»

[4]

На рисунке 10 представлена схема бизнес-процесса управления заявками жильцов.

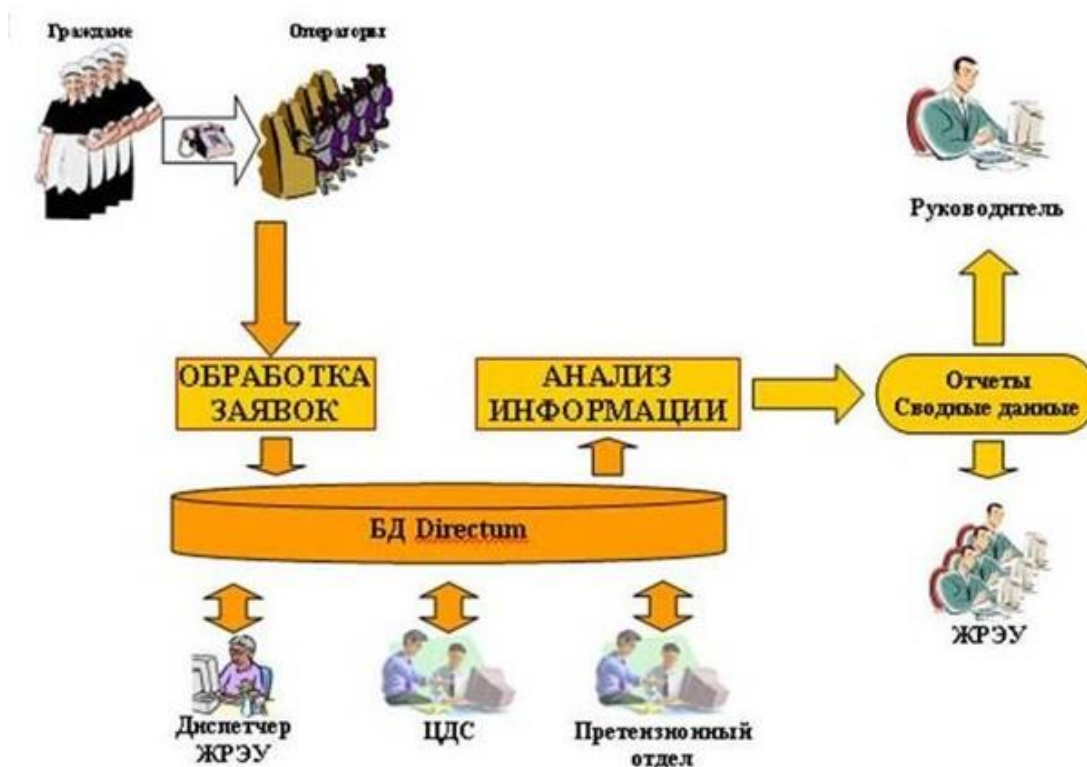


Рисунок 10 – Схема бизнес-процесса управления заявками жильцов

По мнению разработчиков, в результате применения решения обеспечивается:

- получение целостной картины технического состояния ЖФ;
- оперативное получение сводной отчетности по каждому ЖЭУ, сравнительный анализ работы ЖЭУ;
- оперативное получение информации об исполнении заявок;
- «экономия управленческого времени на получение сводной отчетности;
- повышение исполнительской дисциплины сотрудников;
- контроль бюджета на ремонт, контроль сроков работ и объемов ремонтно-строительных работ» [4];
- контроль исполнения заявок и др.

Вместе с тем, в решении отсутствуют механизмы управления эффективностью деятельности управляющей компании.

1.2.3 Программный продукт «1С: Учет в управляющих компаниях ЖКХ, ТСЖ и ЖСК»

На рисунке 11 представлены подсистемы ПП, обеспечивающие реализацию его основных функций [1].

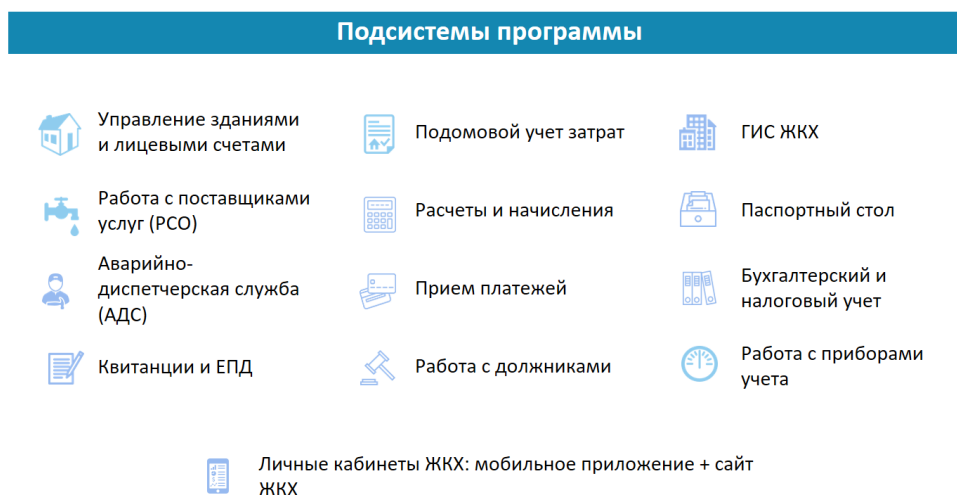


Рисунок 11 – Подсистемы ПП «1С: Учет в управляющих компаниях ЖКХ, ТСЖ и ЖСК»

Одним из преимуществ данного решения является наличие инструментария для построения аналитических отчетов с визуализацией данных (рисунок 12).

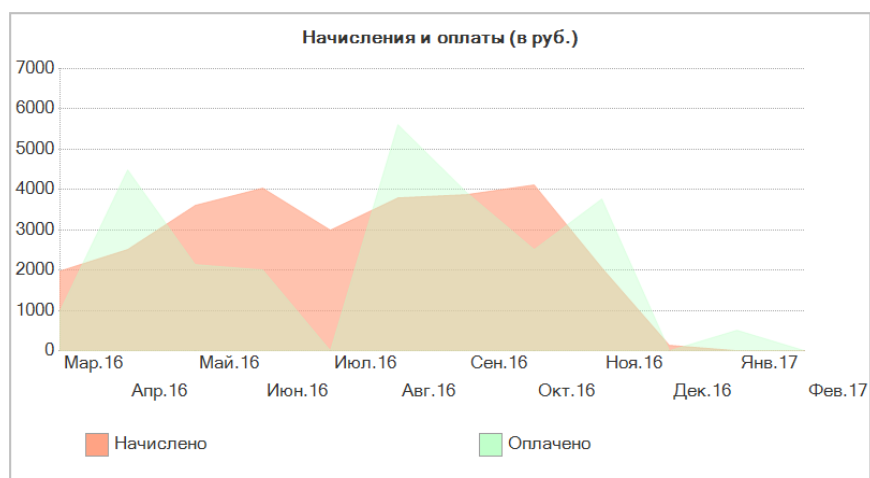


Рисунок 12 – Пример аналитического отчета ПП

При этом пользователь ПП может самостоятельно изменять и настраивать отчеты.

ПП имеет широкие возможности для взаимодействия с внешними системами (рисунок 13).

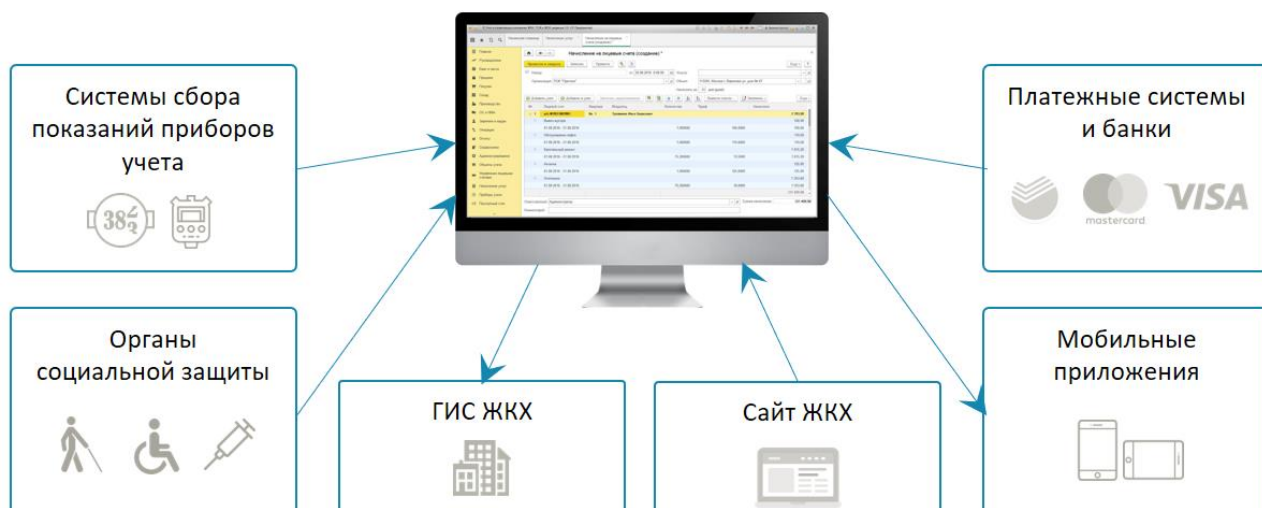


Рисунок 13 – Взаимодействие ПП с внешними системами

Для анализа возможности применения указанных ИСУ для решения задач повышения эффективности деятельности предприятий сферы ЖКХ используем таблицу 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ ИСУ деятельностью предприятий сферы ЖКХ

Характеристика/балл (0-3)	ПП 1С: Управляющая компания ЖКХ и РКЦ	ПП Управление жилищным фондом	ПП 1С: Учет в управляющих компаниях ЖКХ, ТСЖ и ЖСК
Управление эффективностью деятельности	2	1	2
Встроенная аналитическая отчетность	2	Нет данных	3
Затраты на внедрение	2	1	2
Итого	6	2	7

Как показал анализ, на отечественном ИТ-рынке в сегменте управления деятельностью ЖКХ представлены в основном решения на платформе «1С: Предприятие 8».

Главным преимуществом таких решений относительно невысокие затраты на внедрение решения, т.к. на большинстве предприятий сферы ЖКХ имеются решения на платформе «1С: Предприятие 8» (например, 1С: ЗУП или 1С: Бухгалтерия).

Выводы по главе 1

В результате проделанной работы были сделаны следующие выводы:

- как показал анализ литературы по теме исследования, проблема управления эффективностью деятельности предприятия сферы ЖКХ представляет интерес и достаточно хорошо освещена в специальной литературе;
- следует констатировать недостаточность исследований, посвященных разработке моделей и алгоритмов СУЭД предприятия сферы ЖКХ., что подтверждает актуальность темы исследования магистерской диссертации;
- на отечественном ИТ-рынке в сегменте управления деятельностью ЖКХ представлены в основном решения на платформе «1С: Предприятие 8».

Главным преимуществом таких решений относительно невысокие затраты на внедрение решения, т.к. на большинстве предприятий сферы ЖКХ имеются решения на платформе «1С: Предприятие 8».

Глава 2 Анализ методологий построения систем управления эффективностью деятельности предприятий сферы ЖКХ

«Существуют различные методологические подходы к проблеме определения эффективности предприятий ЖКХ.

Некоторые специалисты считают, что принцип повышения эффективности сферы услуг заключается в том, что при рациональном использовании имеющихся ресурсов необходимо обеспечить наиболее полное удовлетворение населения с высоким качеством услуг и культуры обслуживания.

Данное утверждение оправдано общепринятым мнением о том, что эффективность ЖКУ характеризуется соотношением между результатами и расходами на различные ресурсы» [16].

Большинство аналитиков акцентирует внимание на таких аспектах анализа эффективности ЖКХ, как:

- «динамика изменения затрат на предоставление муниципальных услуг;
- финансирование ЖКХ;
- изменения дебиторской и кредиторской задолженности, а также потери ЖКХ на текущий год (абсолютные и относительные значения);
- анализ тарифов и цен на коммунальные услуги;
- доля населения в оплате жилищно-коммунальных услуг;
- количество семей — получателей субсидий и объем бюджетных средств, выделяемых на их предоставление;
- количество людей-бенефициаров и объем бюджетных средств, выделяемых на энергосбережение;
- отношение числа несчастных случаев в текущем году к случившимся в предыдущем;
- уровень износа инженерных систем;
- объемы ремонта и реконструкции жилья по отношению к предыдущему году» [6].

«Именно эти показатели для оценки состояния ЖКХ позволяют сделать вывод об изменениях.

Тем не менее данные критерии должны быть дополнены следующими:

- степень удовлетворенности работой предприятия ЖКХ;
- уровень инвестиционной активности в жилищной сфере;
- снижение затрат при оказании жилищно-коммунальных услуг в сопоставимых условиях;
- снижение потребления топливно-энергетических ресурсов в промышленности.

Перечисленные параметры можно считать достаточно обоснованными для функционирования жилищно-коммунального хозяйства» [13].

Для управления эффективностью деятельности организационных систем используются следующие методологии:

- BPM (Business Performance Management);
- CPM (Corporate Performance Management);
- EPM (Enterprise Performance Management).

Рассмотрим особенности каждой методологии.

Методология управления эффективностью бизнеса (Business performance management, BPM) относится к ряду методов, показателей и инструментов для отслеживания и оптимизации эффективности бизнеса [32].

BPM включает в себя установление поддающихся количественной оценке бизнес-целей и отслеживание прогресса в достижении этих целей.

Цикл BPM показан на рисунке 4 [39].

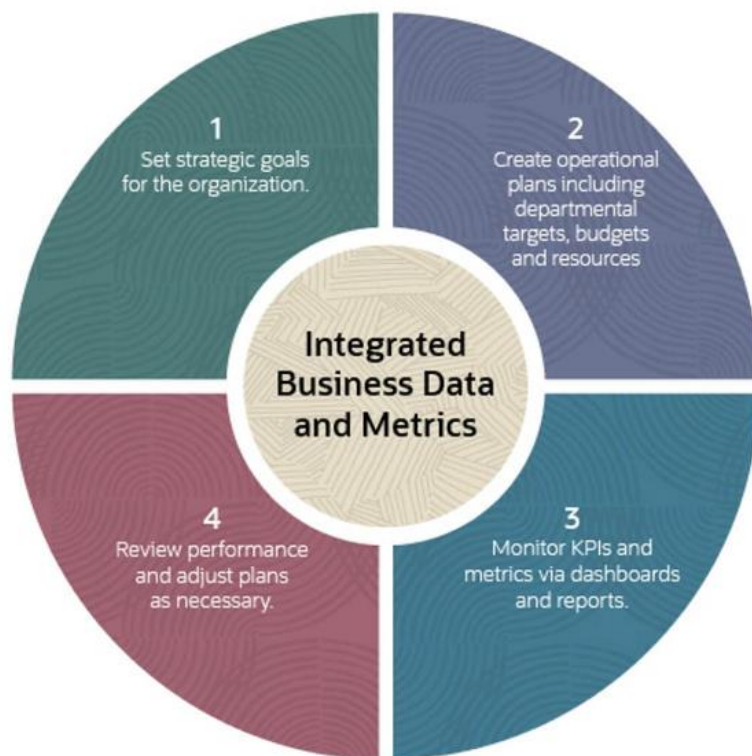


Рисунок 14 – Цикл BPM

Цикл BPM состоит из следующих фаз:

- определение стратегических целей организации;
- создание оперативного плана;
- мониторинг KPI;
- оценка эффективности и корректировка плана.

Основной концепцией BPM является определение и мониторинг ключевых показателей эффективности (KPI).

Отслеживание этих показателей помогает бизнес-лидерам определить, соответствует ли производительность организации ее целям, чтобы компания могла исследовать тенденции, выявлять проблемы и при необходимости вносить стратегические коррективы.

Вместе с тем, методология BPM представляется наиболее предпочтительной для управления организациями социально-экономической сферы.

«Главным преимуществом методологии ВРМ является то, что это понятие рассматривается в управлении также, как информационная систем, т.е. комплекс программных средств, поддерживающих идеологию управления эффективностью и обеспечивающих ее практическую реализацию» [32].

СРМ (Corporate performance management) – это методология управления корпоративной эффективностью.

Корпоративная эффективность – это комплексный анализ того, насколько хорошо конкретная организация достигает своих целей. Эти цели в значительной степени зависят от организации, но, как правило, подпадают под установленные категории финансовой, рыночной и акционерной эффективности.

Каждая организация должна устанавливать свои собственные корпоративные целевые показатели эффективности. После установки должна быть внедрена система отслеживания, оценки и достижения этих целей. Именно здесь вступает в игру корпоративное управление эффективностью.

«Управление корпоративной эффективностью (также известное как управление эффективностью бизнеса, управление эффективностью предприятия или даже управление эффективностью предприятия и корпорации) представляет собой комбинацию всех методологий и процессов, которые вы используете для достижения успеха в вашей организации» [17]. Точно так же, как управление эффективностью персонала фокусируется на успехах и неудачах отдельного человека, корпоративное управление эффективностью фокусируется на этих успехах и неудачах внутри организации.

СРМ также является элементом бизнес-аналитики, которая использует данные, аналитику и лучшие практики для обеспечения принятия организациями надежных решений, основанных на данных.

Поэтому СРМ становится основой для действий и управления теми решениями, которые ведут к успеху организации.

Методологии корпоративного управления эффективностью разнообразны. Но все они учитывают различные точки зрения организации, включая обучение и рост, бизнес-процессы, клиентов и финансы.

Используемая организацией методология также будет содержать ключевые показатели эффективности для измерения успеха системы и обеспечения того, чтобы она работала на благо организации в целом.

Важно помнить, что корпоративное управление эффективностью - это, по сути, набор интеллектуальных бизнес-инструментов, которые помогают организациям измерять и улучшать свою производительность.

«СРМ – это процесс и методология, которые обеспечивают комплексный подход к бизнес-планированию, бюджетированию и прогнозированию в области финансов, продаж, маркетинга, операций и управления персоналом» [17].

Цикл СРМ показан на рисунке 15.



Рисунок 15 – Цикл СРМ

«СРМ объединяет четыре этапа в один непрерывный процесс:

- планирование и прогнозирование;
- отчетность и приборная панель;
- анализ;
- построение сценария и симуляция (моделирование).

После внедрения СРМ связывает стратегии организации с их планами и исполнением, тем самым помогая организациям добиться успеха.

Для поддержки этого СРМ включает в себя следующие процессы

управления:

- постановка целей и определение бизнес-модели;
- бюджетирование, планирование и прогнозирование;
- консолидация результатов и закрытие бухгалтерских книг на периодической основе;
- отчетность о результатах перед внутренними и внешними заинтересованными сторонами;
- анализ производительности в сравнении с планом, прошлыми годами, по подразделениям или продуктам;
- создание сценариев для анализа данных» [43].

Перед финансовыми отделами предприятий ЖКХ сегодня стоит задача управления сложной бизнес-средой, которая требует баланса между меняющимися потребностями клиентов, растущими затратами на работников и инфраструктуру, ограниченностью ресурсов и многим другим.

Важно также быстро решать проблемы и направлять учебные заведения в их решении, сохраняя при этом финансовую устойчивость.

CRM помогает финансовым командам предприятия объединить данные, аналитику, планы и отчеты – все в одном месте, чтобы преодолеть сложность и обеспечить уверенное принятие решений [26].

Разработанный для максимизации влияния на бизнес, CRM дает возможность финансовым командам высших учебных заведений обеспечивать, чтобы их учреждения не отставали от темпов изменений, неопределенности и организационной сложности.

«Управление эффективностью предприятия (Enterprise Performance Management, EPM) — это процесс мониторинга производительности на предприятии с целью повышения эффективности бизнеса. Система EPM интегрирует и анализирует данные из многих источников, включая, помимо прочего, системы электронной коммерции, фронт-офисные и бэк-офисные приложения, хранилища данных и внешние источники данных» [27].

Усовершенствованные системы EPM могут поддерживать множество

методологий повышения производительности, таких как система сбалансированных показателей.

Цикл ЕРМ показан на рисунке 16.



Рисунок 16 – Цикл ЕРМ

Цикл ЕРМ состоит из следующих фаз:

- «стратегическое моделирование;
- планирование и бюджетирование;
- консолидация и закрытие;
- формирование отчетности;
- анализ эффективности» [40].

Программное обеспечение для ЕРМ помогает анализировать, понимать и составлять отчеты о вашем бизнесе (рисунок 17).

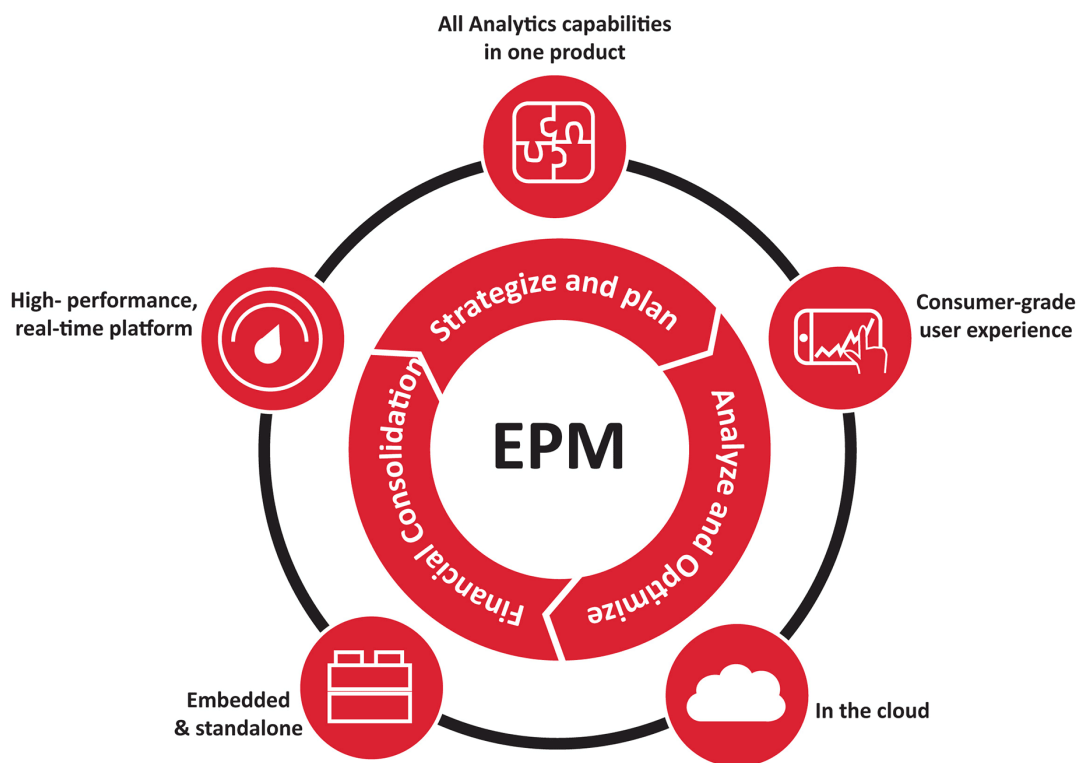


Рисунок 17 – Классификация ПО для ERP

«ERP относится к процессам, разработанным, чтобы помочь организациям планировать, составлять бюджет, прогнозировать и отчитываться о результатах бизнеса, а также консолидировать и завершить финансовые результаты (часто называемые завершением бухгалтерских книг).

Решения ERP в основном используются финансовыми директорами и управлением финансов, в то время как другие функциональные области, такие как управление персоналом, продажи, маркетинг и ИТ, используют ERP для оперативного планирования, составления бюджета и отчетности» [38].

Сегодня программное обеспечение ERP считается критически важным для управления организациями всех типов, связывая финансовые и операционные показатели с аналитическими данными и, в конечном счете, управляя стратегиями, планами и исполнением. С помощью программного обеспечения ERP менеджеры могут повысить производительность всей организации, отслеживая финансовые и операционные результаты в сравнении с прогнозами и

целями и используя аналитику для распознавания ключевых тенденций и прогнозирования результатов [28].

Бизнес-процессы EPM (стратегическое моделирование, планирование, консолидация и закрытие, составление отчетов и анализ производительности) могут помочь организациям понять имеющиеся у них данные и использовать их для принятия более эффективных бизнес-решений.

Для сравнения методологий управления организационными системами составлена таблица 2.

Таблица 2 – Сравнение методологий управления организационными системами

Методология	Преимущества	Недостатки
ВРМ	<p>Повышение производительности: ВРМ помогает организациям создавать структуру процессов, что приводит к повышению эффективности и производительности.</p> <p>Гибкость: позволяет командам более гибко реагировать на изменения, что упрощает корректировку курса.</p> <p>Сплоченность: ВРМ превращает сложность в сплоченность, улучшая видимость и контроль над процессами.</p> <p>Подготовка к автоматизации: оптимизирует процессы, делая их главными кандидатами на автоматизацию².</p> <p>Структурированные процессы: ВРМ создает предсказуемые и надежные рабочие процессы, обеспечивая соблюдение стандартов качества и безопасности.</p> <p>Масштабируемость: структурированные процессы можно легко масштабировать, что позволяет тиражировать успешные элементы.</p>	<p>Проблемы внедрения: при неправильном внедрении ВРМ может привести к снижению эффективности и потере дохода.</p> <p>Сложность: первоначальная настройка ВРМ может быть сложной и ресурсоемкой.</p> <p>Сопrotивление переменам: может возникнуть сопротивление со стороны сотрудников, привыкших к старым методам работы.</p>

Продолжение таблицы 1

Методология	Преимущества	Недостатки
СРМ	<p>Ясность: СРМ предоставляет сотрудникам четкое понимание их ожиданий, целей и задач.</p> <p>Повышение эффективности: инструменты СРМ помогают отслеживать информацию о сотрудниках, что позволяет организациям последовательно выбирать подходящих сотрудников для конкретных ролей и продвижений по службе.</p> <p>Удовлетворенность работой: ясность задач и ожиданий создает возможности для самооценки, улучшения работы и самостоятельного определения профессионального пути, что способствует удовлетворенности работой.</p> <p>Мотивация: система СРМ выявляет и демонстрирует лучших исполнителей в организации, что способствует развитию культуры совершенства и мотивирует сотрудников.</p>	<p>Затраты времени: эффективный процесс СРМ может быть дорогостоящим как в плане времени, так и ресурсов.</p> <p>Сложность: регулярный обзор работы каждого сотрудника может занимать много времени у каждого менеджера и сотрудника.</p> <p>Влияние на моральный дух: системы СРМ могут негативно сказываться на морали и творчестве, если они не используются правильно.</p>
ЕРМ	<p>Ясность: ЕРМ дает сотрудникам четкое понимание их ожиданий, целей и результатов, создавая дружелюбную рабочую атмосферу.</p> <p>Эффективность: повышается эффективность за счет сбора подробной информации о сотрудниках, что помогает последовательно выбирать подходящих людей для конкретных должностей и продвижения по службе.</p> <p>Удовлетворенность работой: ясность и возможности для самооценки и профессионального развития, которые предлагает ЕРМ, могут привести к повышению удовлетворенности работой.</p> <p>Мотивация: выявляя и демонстрируя лучших специалистов, ЕРМ может мотивировать сотрудников выполнять свою лучшую работу.</p>	<p>Затраты времени: эффективный процесс ЕРМ может быть дорогостоящим с точки зрения времени и ресурсов, особенно в крупных организациях, где регулярная проверка каждого сотрудника может быть длительным процессом.</p> <p>Сложность: управление и анализ всего процесса могут быть сложными.</p> <p>Влияние на моральный дух: при неправильном использовании системы ЕРМ могут негативно повлиять на моральный дух и креативность, поскольку они могут слишком сильно сосредоточиться на показателях и недостаточно на индивидуальном творчестве.</p>

Как следует из таблицы при разнообразии преимуществ все представленные

методологии имеют общие недостатки, присущие методологиям управления эффективностью организационных систем.

Поэтому для управления эффективностью предприятия сферы ЖКХ целесообразно выбрать комплексный подход, при котором используются все рассмотренные методологии в зависимости от конкретной задачи.

Выводы по главе 2

В результате проделанной работы были сделаны следующие выводы:

- эффективность ЖКУ характеризуется соотношением между результатами и расходами на различные ресурсы;
- как показал анализ, при разнообразии преимуществ все представленные методологии управления эффективностью деятельности организации имеют общие недостатки, присущие методологиям управления эффективностью организационных систем.

Поэтому для управления эффективностью предприятия сферы ЖКХ целесообразно выбрать комплексный подход, при котором используются все рассмотренные методологии в зависимости от конкретной задачи.

Глава 3 Разработка моделей и алгоритмов системы управления эффективностью деятельности предприятия сферы ЖКХ

3.1 Постановка задачи на проектирование системы управления эффективностью деятельности предприятия сферы ЖКХ

При оценке эффективности предприятия сферы ЖКХ важную роль играет четкое определение ключевых индикаторов — системы показателей результативности и эффективности деятельности предприятия.

Как показывает практика, наиболее популярным для оценки эффективности деятельности управляющих компаний является подход, основанный на применении рейтинговых оценок. При этом, учитывая специфику деятельности предприятий сферы ЖКХ, менеджмент управляющей компании, как правило, использует собственную рейтинговую методологию.

Как правило, при формировании рейтинга управляющей компании используются несколько метрик [13].

Одной из таких метрик является индекс удовлетворенности клиентов [12].

Индекс удовлетворенности клиентов (Customer satisfaction index, CSI) – это показатель, измеряющий удовлетворенность клиентов. Он рассчитывается на основе отзывов клиентов и используется для определения того, насколько хорошо компания удовлетворяет потребности своих клиентов [14].

Вот некоторые преимущества и недостатки использования CSI.

Преимущества:

- целостный взгляд: CSI обеспечивает общий показатель удовлетворенности, отражающий различные аспекты качества обслуживания клиентов;
- гибкость: CSI можно адаптировать для измерения конкретных элементов, имеющих решающее значение для вашего бизнеса;

- выявление возможностей. Регулярное отслеживание CSI помогает определить и расставить приоритеты в областях, требующих улучшения;
- удержание клиентов: высокий уровень удовлетворенности, указанный CSI, может привести к повышению лояльности клиентов.

Недостатки:

- предвзятость ожиданий. Высокие оценки CSI могут отражать низкие ожидания клиентов, а не высокую производительность;
- финансовое влияние: высокий CSI не всегда коррелирует с увеличением прибыльности и иногда может иметь негативные финансовые последствия из-за перепроизводства.

Индекс удовлетворенности клиентов основан на предположении, что удовлетворенные клиенты с большей вероятностью совершат повторную покупку товаров/услуг, сохранят лояльность к организации и оставят положительные отзывы.

Следовательно, этот показатель показывает, насколько успешно организация поставляет товары/услуги на рынок. Удовлетворенность клиентов важна для финансирования организации, поскольку стоимость привлечения новых клиентов обычно выше, чем стоимость поддержания отношений с существующим клиентом. CSI также предлагает инструмент для выявления разрывов, которые могут возникнуть между предлагаемым продуктом/услугой и ожиданиями клиентов. Считается, что сочетание качественных и количественных оценок обеспечивает наиболее точную оценку; ее можно получить в ходе обследования сразу после поставки товаров/услуг или через определенный период времени (например, ежегодно).

Клиент оценивает удовлетворенность по таким критериям, как ожидания, воспринимаемая ценность и т. д. Затем оценки могут быть взвешены, чтобы отразить относительную значимость для организации, и объединены для формирования единого числового балла, определяющего общий уровень удовлетворенности или неудовлетворенности клиента. Размер

выборки/метод опроса также необходимо выбрать так, чтобы он был репрезентативным для клиентов.

Основная проблема этого подхода заключается в определении того, насколько важен каждый атрибут для повышения удовлетворенности клиентов.

Например, в действительности удовлетворенность клиентов компании может составлять 60 % по цене и 10 % по каждому из остальных атрибутов. В этом случае индекс, созданный выше, даст неточный результат.

Рассмотрим пример использования CSI для управления эффективностью деятельности управляющей компании.

С учетом вышеизложенного, целевая функции системы управления эффективностью деятельности управляющей компании будет иметь вид (1):

$$CSI \rightarrow \max \quad (1)$$

Соответственно контур управления эффективностью управляющей компании (УК) на основе CSI показан на рисунке 18.

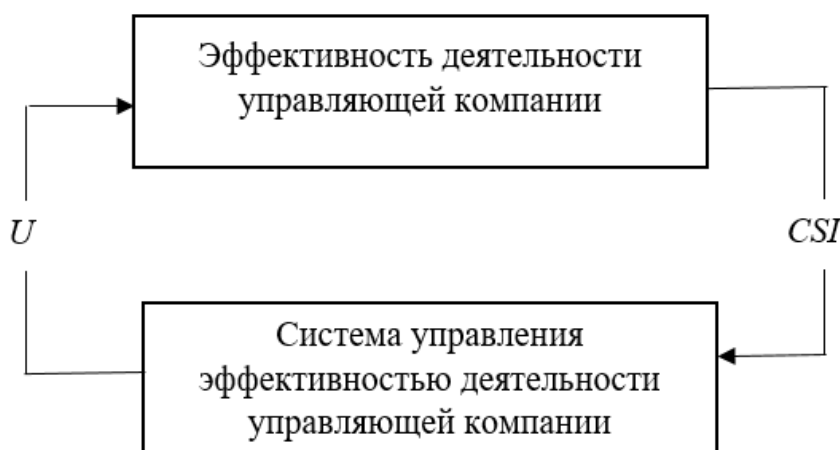


Рисунок 18 – Контур управления эффективностью управляющей компании на основе CSI

Здесь U – оптимально реализуемое действие СУЭД УК, направленных на повышение CSI последней.

Следует учесть, что деятельность управляющей компании многообразна, причем состав и принципы ее бизнес-процессов могут отличаться от других подобных предприятий [23].

Вместе с тем, как у любой компании, оказывающей услуги, основными считаются бизнес-процессы, выходы которых представляют ценность для клиентов – жильцов многоквартирных домов.

В этой связи целесообразно оценивать CSI для каждого из данных бизнес-процессов и вырабатывать управляющие воздействия, направленные на повышение его эффективности.

Цифровые технологии играют огромную роль в современном жилищно-коммунальном хозяйстве, помогая улучшить качество жизни жителей и повысить эффективность жилищно-коммунального хозяйства.

Рассмотрим некоторые ключевые области, где внедрение технологий открывает новые возможности для развития жилищно-коммунального хозяйства:

- система управления общими ресурсами: в современных, технологически развитых городах оптимизация использования общих ресурсов, таких как электричество, вода, газ и т. д. все более сосредоточенным. Системы управления коммунальными услугами на основе интеллектуальных технологий позволяют эффективно управлять и контролировать потребление ресурсов, а также обнаруживать и устранять утечки или проблемы в системе;
- умные счетчики: Установка умных счетчиков электроэнергии, воды и газа позволяет автоматизировать процесс учета потребления ресурсов. Это не только упрощает процесс сбора данных, но и дает жителям информацию об их потреблении, помогая им принимать обоснованные решения по энергосбережению и оптимизации затрат;
- умная система теплоснабжения: Технология умного теплоснабжения

- позволяет более эффективно использовать и распределять тепло с учетом потребностей различных площадей и объектов. Цифровые системы управления и контроля обеспечивают непрерывный мониторинг производительности системы, позволяя быстро реагировать на возможные проблемы и снижать затраты на техническое обслуживание;
- система управления умным домом: с помощью системы умного дома жильцы могут управлять освещением, отоплением, кондиционированием и другими системами квартиры с помощью своих смартфонов или голосовых устройств. Такие системы повышают комфорт жильцов и позволяют экономить на энергозатратах;
 - онлайн-сервис для ответов на запросы жителей: появление технологий также улучшает взаимодействие жителей с государственными службами. Онлайн-платформы и приложения позволяют жителям быстро и легко подавать заявки на ремонт, передавать показания счетчиков, получать уведомления о плановых работах и других услугах. Это упрощает процессы, сокращает время ожидания и повышает удовлетворенность клиентов;
 - автоматизация заказов: Использование систем автоматизации заказов позволяет оптимизировать и ускорить рабочий процесс жилищно-коммунальных предприятий. Например, использование автоматизированной системы диспетчеризации позволяет быстрее реагировать на внештатные ситуации и координировать работу бригад;
 - использование больших данных и искусственного интеллекта (ИИ). Анализ больших данных и применение алгоритмов машинного обучения позволяют выявлять тенденции, прогнозировать потенциальные проблемы и оптимизировать решения в жилищно-коммунальном хозяйстве. Например, анализ данных о потреблении энергии и воды помогает определить области, потребляющие больше всего энергии и воды, и разработать меры по их оптимизации.

Одной из ключевых задач повышения эффективности деятельности ЖКХ является контроль выполнения заявок аварийно-диспетчерской службы (АДС) [9].

Для решения данной задачи используются технологии машинного обучения (МО).

Рассмотрим модель подсистемы контроля выполнения заявок ЖКХ на основе МО.

Для описания модели используем диаграмму деятельности UML.

Диаграмма деятельности подсистемы контроля выполнения заявок ЖКХ на основе МО показана на рисунке 19.

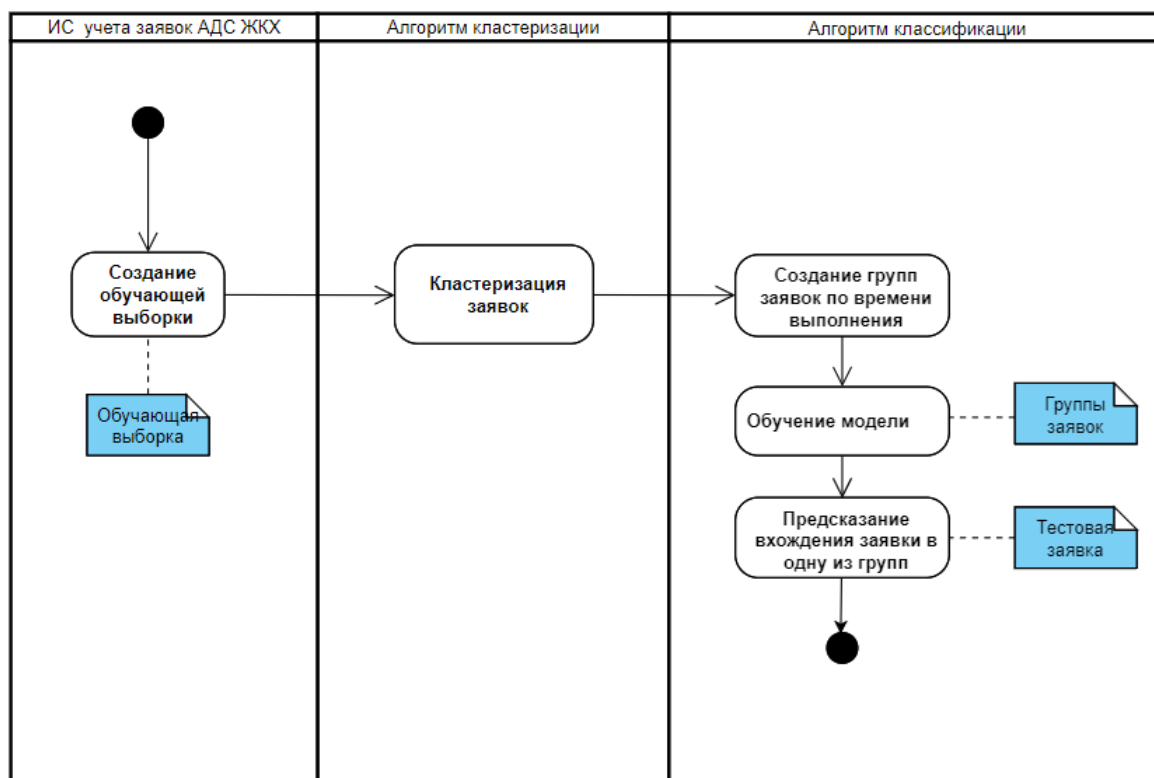


Рисунок 19 – Диаграмма деятельности подсистемы контроля выполнения заявок ЖКХ на основе МО

Диаграмма деятельности UML – это вид диаграммы, которая показывает, какие действия выполняются в системе или бизнес-процессе. Она состоит из разных элементов, таких как действия, узлы управления, потоки

управления и объектов, которые соединяются стрелками. Диаграмма деятельности UML может использоваться для моделирования различных аспектов поведения системы, таких как последовательность, параллелизм, ветвление и синхронизация. Диаграмма деятельности UML также может включать разделы, которые группируют действия по разным действующим лицам или ролям.

Деятельность подсистемы организована следующим образом:

- на основе данных журнала учета заявок ИС учета заявок АДС ЖКХ создается обучающая выборка. Для повышения эффективности обучения и точности прогнозирования целесообразно использовать большой объем достоверных данных;
- выполняем кластеризацию данных обучающей выборки с помощью выбранного алгоритма кластеризации;
- на основе результатов кластеризации создаем группы заявок по времени выполнения. Данные групп являются обучающей выборкой для классификатора;
- с помощью алгоритма классификации предсказываем время выполнения конкретной заявки АДС ЖКХ.

Рассмотрим процесс логического моделирования СУЭД УК.

3.2 Логическое моделирование системы управления эффективностью управляющей компании

В процессе логического моделирования построены диаграммы отражающие функциональный и структурный аспекты СУЭД УК.

Для построения функциональной модели СУЭД УК использована диаграмма вариантов использования UML.

При разработке диаграммы вариантов использования выделены следующие акторы: Клиент (жилец), АДС, Менеджер УК, Подсистема учета заявок АДС, Система поддержки принятия решения (СППР).

Варианты использования СУЭД УК представлены в таблицах 3-8.

Таблица 3 – Описание прецедента: Регистрация заявки в АДС

«Элемент диаграммы	Описание
Прецедент	Регистрация заявки в АДС
ID	1
Краткое описание	Обращение в АДС УК
Главный актер	Клиент
Второстепенный актер	Подсистема учета заявок АДС
Предусловие	Нет
Основной поток	Клиент подает заявку в АДС УК
Постусловие	Нет
Альтернативные потоки	Нет» [11]

Таблица 4 – Описание прецедента: Выполнение заявки

«Элемент диаграммы	Описание
Прецедент	Выполнение заявки
ID	2
Краткое описание	Выполнение заявки клиента
Главный актер	АДС
Второстепенный актер	Подсистема учета заявок АДС
Предусловие:	Обращение клиента
Основной поток	АДС выполняет заявку клиента
Постусловие	Нет
Альтернативные потоки	Нет» [11]

Таблица 5 – Описание прецедента: Оценка качества выполнения заявки

«Элемент диаграммы	Описание
Прецедент	Оценка качества выполнения заявки
ID	3
Краткое описание	Оценка качества оказания услуги
Главный актер	Клиент
Второстепенный актер	Подсистема учета заявок АДС
Предусловие	Выполнение заявки
Основной поток	Клиент заполняет форму оценки качества выполнения заявки
Постусловие	Нет
Альтернативные потоки	Нет» [11]

Таблица 6 – Описание прецедента: Формирование отчета CSI

«Элемент диаграммы	Описание
Прецедент	Формирование отчета CSI
ID	4
Краткое описание	Формирование аналитического отчета
Главный актер	Менеджер УК
Второстепенный актер	Нет
Предусловие	Нет
Основной поток	Менеджер формирует аналитический отчет CSI
Постусловие:	Нет
Альтернативные потоки	Нет» [11]

Таблица 7 – Описание прецедента: Выработка рекомендация для повышения CSI

«Элемент диаграммы	Описание
Прецедент	Выработка рекомендация для повышения CSI
ID	5
Краткое описание	Выработка рекомендаций для повышения CSI
Главный актер	СППР
Второстепенный актер	Нет
Предусловие	Формирование отчета CSI
Основной поток	СППР предлагает рекомендации для повышения CSI
Постусловие:	Нет
Альтернативные потоки	Нет» [11]

Таблица 8 – Описание прецедента: Принятие управленческого решения для повышения CSI

«Элемент диаграммы	Описание
Прецедент	Принятие управленческого решения для повышения CSI
ID	6
Краткое описание	
Главный актер	Менеджер УК
Второстепенный актер	СППР
Предусловие	Получение рекомендаций от СППР
Основной поток	Менеджер УК принимает управленческое решение для повышения CSI
Постусловие:	Нет
Альтернативные потоки	Нет» [11]

Для логического моделирования СУЭД УК использован онлайн-сервис Visual Paradigm.

Диаграмма вариантов использования СУЭД УК показана на рисунке 20.

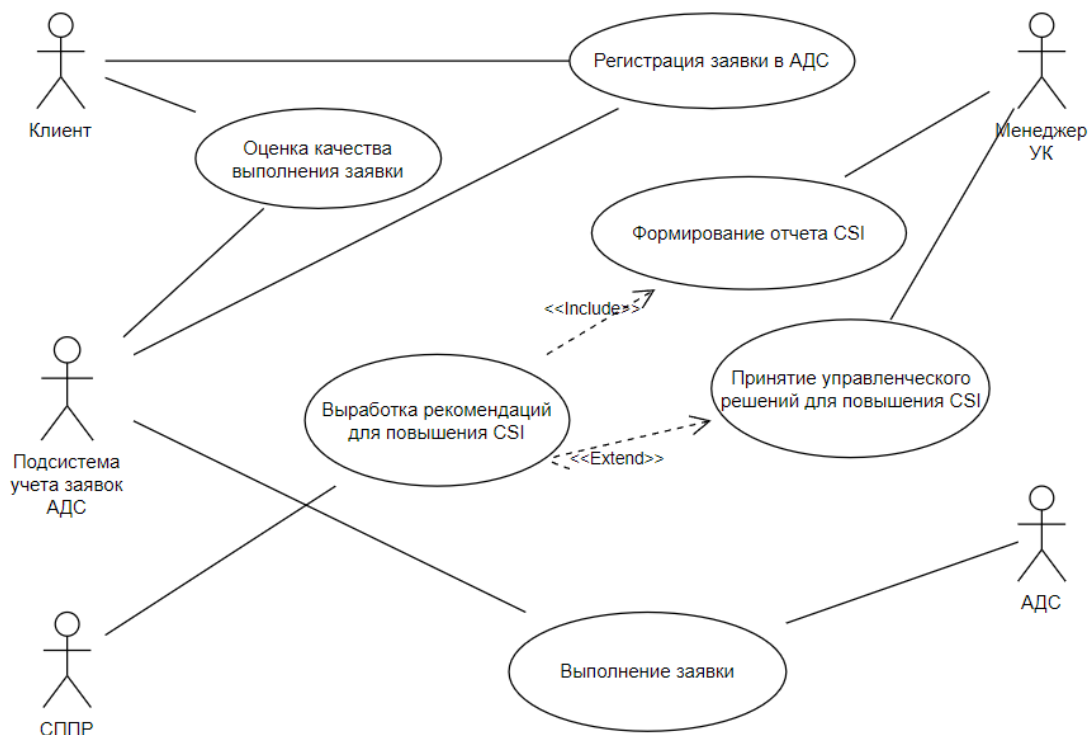


Рисунок 20 – Диаграмма вариантов использования СУЭД УК

На рисунке 21 представлена диаграмма классов СУЭД УК.

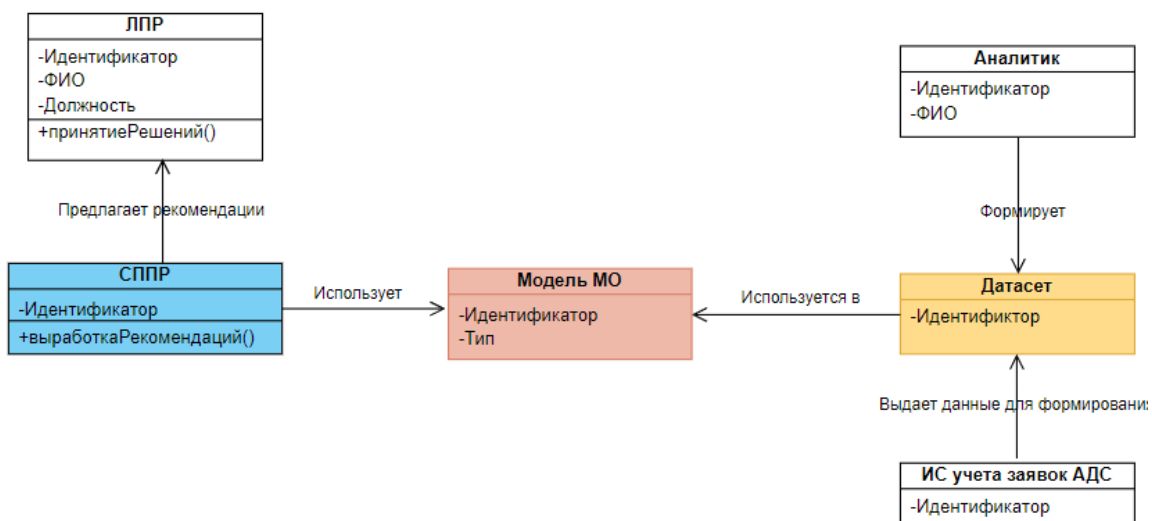


Рисунок 21 – Диаграмма классов СУЭД УК

Как следует из диаграммы, основным элементом СУЭД УК является СППР.

3.3 Алгоритмы системы управления эффективностью управляющей компании

Для выбора алгоритмов МО для описанной модели рассмотрим и сравним алгоритмы кластеризации и классификации.

Сравнение алгоритмов кластеризации включает в себя анализ различных методов группировки данных на основе их сходства. Вот некоторые из наиболее распространенных алгоритмов:

K-means: этот алгоритм разделяет данные на K кластеров, минимизируя сумму квадратов расстояний от точек до центра их кластера. Он хорошо работает с большими наборами данных и является одним из самых популярных методов кластеризации.

Иерархическая кластеризация: этот метод создает дерево вложенных кластеров, позволяя анализировать данные на разных уровнях детализации. Он может быть полезен для интерпретации структуры данных.

DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise): Алгоритм, который группирует точки на основе плотности их распределения, позволяя обнаруживать кластеры произвольной формы и выделять выбросы.

Алгоритмы на основе плотности: эти методы определяют кластеры как области высокой плотности, окруженные областями низкой плотности. Они могут быть эффективны для данных с шумами и выбросами.

Спектральная кластеризация: использует собственные значения матрицы сходства для уменьшения размерности перед кластеризацией.

Этот метод подходит для сложных структур.

Для сравнения алгоритмов кластеризации составлена таблицу 9.

Таблица 9 – Сравнение алгоритмов кластеризации

Алгоритм	Преимущества	Недостатки
«k-means	Простота использования; быстрота использования; понятность и прозрачность алгоритма	Алгоритм слишком чувствителен к выбросам, которые могут искажать среднее; медленная работа на больших базах данных; необходимо задавать количество кластеров
Иерархическая кластеризация	Выполняет кластеризацию на высоком уровне даже при наличии выбросов, выделяет кластеры сложной формы и различных размеров, обладает линейно зависимыми требованиями к месту хранения данных и временную сложность для данных высокой размерности.	Есть необходимость в задании пороговых значений и количества кластеров» [25]

На основании результатов анализа характеристик алгоритмов выбираем метод иерархической кластеризации и алгоритм агломеративной кластеризации.

Агломеративная кластеризация – наиболее распространенный тип иерархической кластеризации, используемый для группировки объектов в кластеры на основе их сходства.

Алгоритм агломеративной кластеризации также известен как AGNES (агломеративное вложение).

Блок-схема алгоритма агломеративной кластеризации показана на рисунке 22.

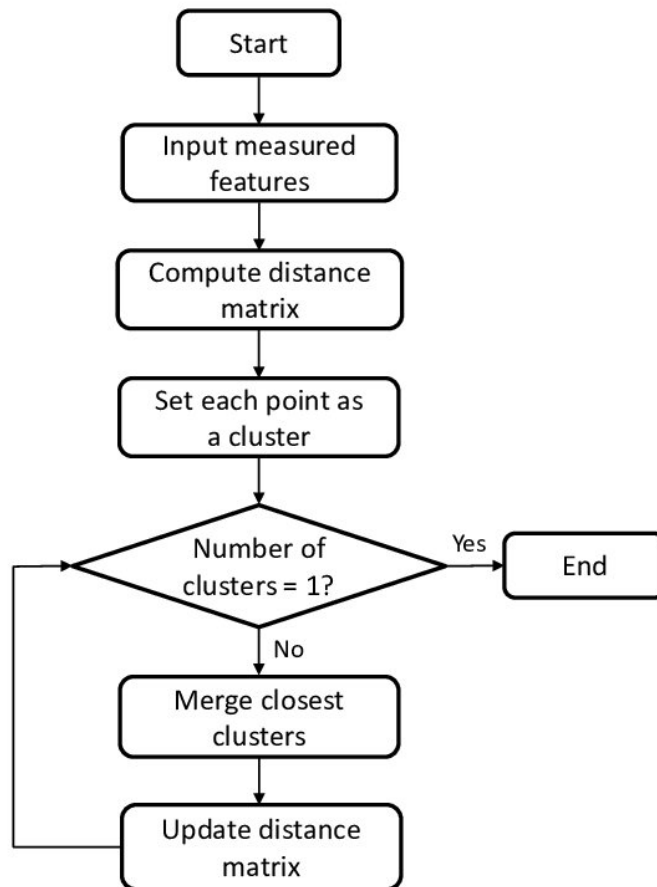


Рисунок 22 – Блок-схема алгоритма агломеративной кластеризации

«Алгоритм начинается с рассмотрения каждого объекта как одноэлементного кластера. Далее пары кластеров последовательно объединяются до тех пор, пока все кластеры не будут объединены в один большой кластер, содержащий все объекты» [30].

Результатом является древовидное представление объектов, называемое дендрограммой.

Алгоритмы классификации – это методы машинного обучения, которые позволяют определить, к какому классу или категории принадлежит объект на основе его признаков. Существует множество алгоритмов классификации, которые имеют разные преимущества и недостатки в зависимости от задачи, данных и целей. Вот некоторые из наиболее известных и часто используемых алгоритмов классификации:

Дерево решений: этот алгоритм строит древовидную структуру, в которой каждый узел представляет собой тест на одном из признаков, а каждая ветвь - результат этого теста. Листья дерева - это классы, к которым относятся объекты. Дерево решений легко интерпретировать и визуализировать, но может быть неустойчивым к шуму и переобучению.

Байесовский классификатор: этот алгоритм основан на теореме Байеса, которая позволяет вычислить вероятность принадлежности объекта к классу на основе априорных знаний и данных. Байесовский классификатор может быть эффективным, если есть достаточно данных и известны распределения признаков, но может быть неприменим, если данные слишком сложные или зависимые.

Метод ближайших соседей (KNN): этот алгоритм определяет класс объекта по его близости к другим объектам, которые уже имеют известный класс. Обычно используется метрика расстояния, такая как евклидово или манхэттенское, для измерения сходства между объектами. Метод ближайших соседей прост в реализации и может работать с любыми типами данных, но требует хранения всех данных в памяти и может быть чувствительным к выбору числа соседей и метрики.

Метод опорных векторов (SVM): этот алгоритм ищет гиперплоскость, которая максимально разделяет объекты разных классов в пространстве признаков.

Для этого он использует только те объекты, которые лежат ближе всего к границе разделения, называемые опорными векторами. Метод опорных векторов может быть очень точным и устойчивым к переобучению, но требует подбора оптимальных параметров, таких как ядро и штраф, и может быть вычислительно сложным.

Нейронная сеть: этот алгоритм состоит из множества связанных узлов, называемых нейронами, которые принимают входные данные и выдают выходные сигналы. Нейроны организованы в слои, и сигналы передаются от одного слоя к другому.

Нейронная сеть может аппроксимировать любую функцию и обучаться на сложных данных, но требует большого количества данных и ресурсов для обучения и может быть трудной для интерпретации.

Для сравнения алгоритмов классификации используем таблицу 10.

Таблица 10 – Сравнение алгоритмов классификации

Алгоритм	Преимущества	Недостатки
«Дерево решений	Простота интерпретации и визуализации	Неустойчивость к шуму и переобучению
Наивный байесовский алгоритм	Простота и скорость обучения и предсказания. Низкие требования к объему и качеству данных. Хорошая работа с категориальными и текстовыми данными. Возможность учитывать априорную информацию о классах	Низкая точность на данных с сильной зависимостью между признаками. Проблема нулевых вероятностей при отсутствии некоторых комбинаций классов и признаков в обучающих данных.
SVM	Высокая точность и устойчивость к шуму Способность работать с данными большой размерности Возможность использовать разные ядра для разных задач	Высокая вычислительная сложность и требовательность к памяти Чувствительность к выбору параметров и ядра Сложность интерпретации результата
KNN	Простота и интуитивность алгоритма Не требует сложных вычислений при обучении Способность адаптироваться к нелинейным границам классов Возможность использовать разные метрики расстояния и веса соседей	Высокая вычислительная сложность и требовательность к памяти при предсказании Чувствительность к выбору параметра k и масштабированию признаков Проблема проклятия размерности при большом количестве признаков Низкая эффективность при наличии шума и выбросов в данных» [8]

На основании результатов анализа характеристик алгоритмов

классификации выбираем алгоритм дерева решений как наиболее простой для реализации и визуализации.

Деревья решений – это универсальные алгоритмы машинного обучения, которые могут выполнять как задачи классификации и регрессии, так и задачи с несколькими выходами. Это мощные алгоритмы, способные обрабатывать сложные наборы данных [8].

Пример классификации объектов бинарным деревом показан на рисунке 23.

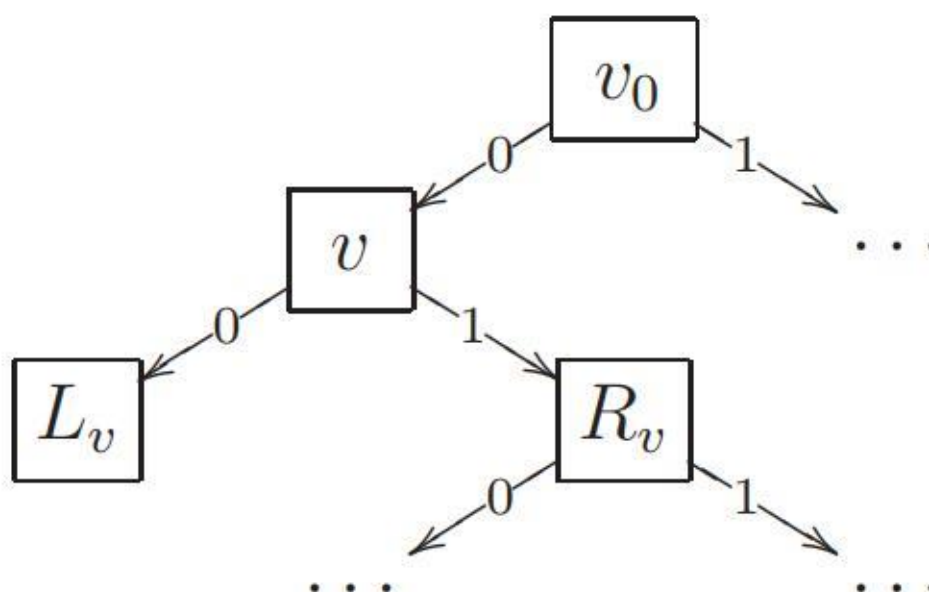


Рисунок 23 – Классификация объекта $x \in X$ бинарным деревом решения

Деревья решений также являются фундаментальными компонентами случайных лесов, одних из самых мощных алгоритмов машинного обучения, доступных сегодня.

Выводы по главе 3

Результаты проделанной работы позволили сделать следующие выводы:

- как показывает практика, наиболее популярным для оценки эффективности деятельности управляющих компаний является

- подход, основанный на применении рейтинговых оценок. В качестве метрики используется показатель удовлетворенности клиентов CSI;
- целесообразно оценивать CSI для каждого из данных бизнес-процессов и вырабатывать управляющие воздействия, направленные на повышение его эффективности;
 - одной из ключевых задач повышения эффективности деятельности предприятия ЖКХ является контроль выполнения заявок АДС;
 - как показал анализ представляет практический интерес разработка логической модели СУЭД УК;
 - на основании результатов анализа характеристик алгоритмов выбран метод иерархической кластеризации и алгоритм агломеративной кластеризации;
 - на основании результатов анализа характеристик алгоритмов классификации выбран алгоритм дерева решений как наиболее простой для реализации и визуализации.

Представленные модели и алгоритмы являются основой для построения СУЭД УК.

Глава 4 Апробация проектных решений и оценка их эффективности

4.1 Апробация проектных решений

Для представления архитектуры СУЭД УК разработана диаграмма компонентов системы.

Преимущества диаграмм компонентов:

- они просты, стандартизированы и понятны;
- помогают команде разработчиков визуализировать физическую структуру системы и понять взаимосвязь между различными компонентами;
- полезны для представления реализации системы;
- оказывают помощь при проектировании системы, содержащей интерфейс ввода-вывода;
- применение компонентов многократного использования может помочь снизить общую стоимость разработки;
- дают возможность представить влияние результатов на сервис;
- помогают визуализировать существующие процессы и разработать стратегию будущих.

Диаграмма компонентов СУЭД УК показана на рисунке 24.

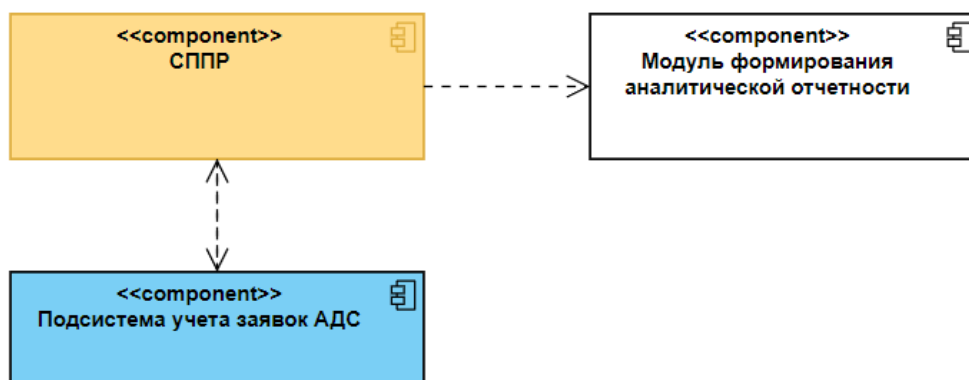


Рисунок 24 – Диаграмма компонентов СУЭД УК

Как следует из диаграммы, ключевым компонентом СУЭД УК, отвечающим за принятие правильных управленческих решений для повышения эффективности деятельности УК, является СППР.

Архитектура СППР показана на рисунке 25.

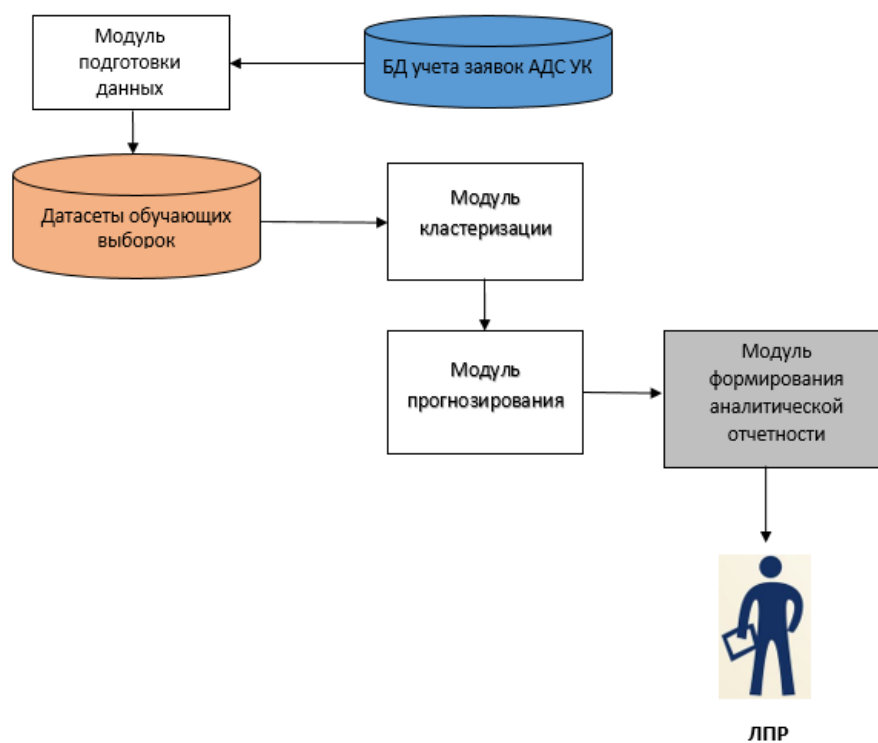


Рисунок 25 – Архитектура СППР СУЭД УК

Для разработки прототипа СППР использованы язык Python, среда Jupyter Notebook и библиотека scikit-learn [35], [36].

В качестве источника данных для обучения модели машинного обучения используется файл CSV, сформированный путем конвертации журнала заявок АДС, который выгружен в виде файла рабочей книги Excel из подсистемы учета заявок АДС.

На рисунке 26 показан программный код формирования и статистика датасета для обучения модели МО СППР.

```

1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import pandas as pd
3 %matplotlib inline
4 import numpy as np
5 data = pd.read_csv('ADSdataset.csv')
6 data.shape
7 #data.head()
8 data = data.rename(columns={"Nomer": "Номер", "Month": "Месяц", "Year": "Год",
9                             "Usluga": "Услуга", "Srok": "Срок вып", "Ocenka": "Оценка"})
10 data.describe()

```

	Номер	Месяц	Год	Услуга	Срок вып	Оценка
count	82.000000	82.000000	82.0	82.000000	82.000000	82.000000
mean	140.500000	2.109756	2024.0	1.926829	1.536585	2.000000
std	23.815261	0.801328	0.0	0.857508	0.501728	0.785674
min	100.000000	1.000000	2024.0	1.000000	1.000000	1.000000
25%	120.250000	1.000000	2024.0	1.000000	1.000000	1.000000
50%	140.500000	2.000000	2024.0	2.000000	2.000000	2.000000
75%	160.750000	3.000000	2024.0	3.000000	2.000000	3.000000
max	181.000000	3.000000	2024.0	3.000000	2.000000	3.000000

Рисунок 26 – Программный код формирования и статистика датасета для обучения модели МО СППР

Разработаны аналитические отчеты для формирования рекомендаций для поддержки принятия управленческих решений.

Тепловые карты визуализируют данные посредством вариаций цвета. При применении к табличному формату тепловые карты полезны для перекрестного анализа многомерных данных путем размещения переменных в строках и столбцах и раскрашивания ячеек в таблице [30].

Тепловые карты хороши для отображения различий между несколькими переменными, выявления любых закономерностей, отображения того, похожи ли какие-либо переменные друг на друга, а также для обнаружения наличия каких-либо корреляций.

На рисунке 27 показан программный код создания тепловой карты признаков набора данных.

```

1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import pandas as pd
3 %matplotlib inline
4 import numpy as np
5 data = pd.read_csv('ADSdataset.csv')
6 data.shape
7 #data.head()
8
9 data = data.drop(columns = ['Nomer'], axis = 1)
10 data = data.rename(columns={"Month": "Месяц", "Year": "Год",
11                             "Uslugu": "Услуга", "Srok": "Срок вып", "Osenka": "Оценка"})
12 data.describe()

```

	Месяц	Год	Услуга	Срок вып	Оценка
count	82.000000	82.0	82.000000	82.000000	82.000000
mean	2.109756	2024.0	1.926829	1.536585	2.000000
std	0.801328	0.0	0.857508	0.501728	0.785674
min	1.000000	2024.0	1.000000	1.000000	1.000000
25%	1.000000	2024.0	1.000000	1.000000	1.000000
50%	2.000000	2024.0	2.000000	2.000000	2.000000
75%	3.000000	2024.0	3.000000	2.000000	3.000000
max	3.000000	2024.0	3.000000	2.000000	3.000000

Рисунок 27 – Программный код создания тепловой карты признаков набора данных

На рисунке 28 представлена тепловая карта признаков используемого датасета.

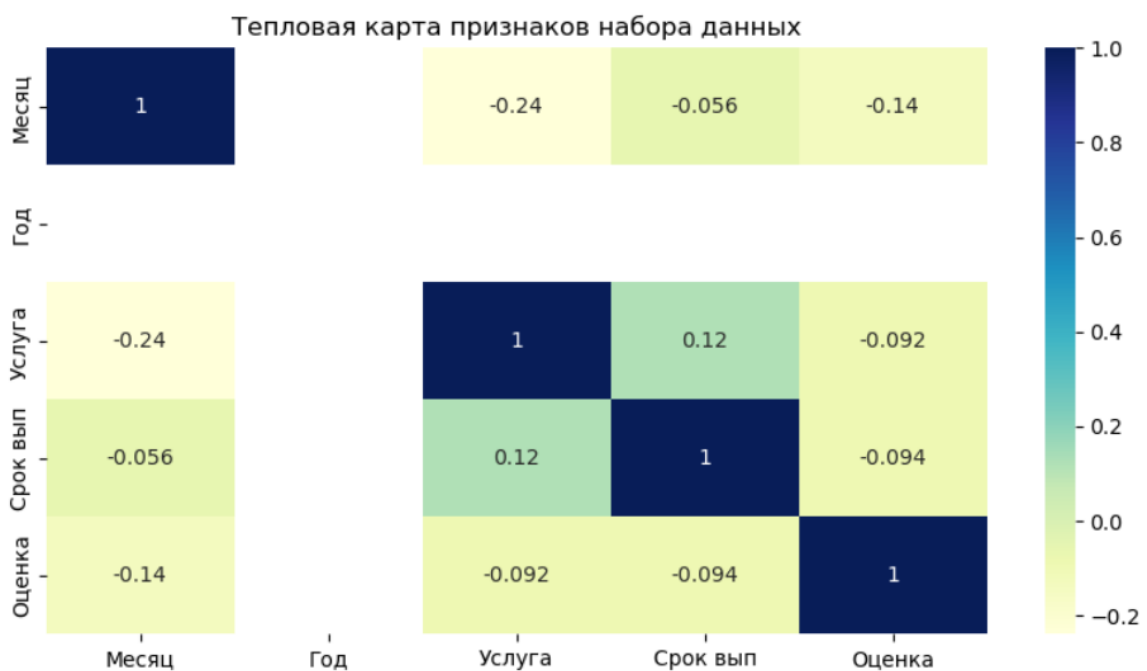


Рисунок 28 – Тепловая карта признаков используемого датасета

Обычно все строки относятся к одной категории (метки отображаются слева или справа), а все столбцы относятся к другой категории (метки отображаются вверху или внизу). Отдельные строки и столбцы разделены на подкатегории, которые совпадают друг с другом в матрице. Ячейки представляют собой пересечения строк и столбцов, которые могут содержать категориальные данные или числовые данные.

На рисунке 29 представлен программный код, реализующий алгоритм агломеративной кластеризации

```
1 #data.head()
2 ds = data.iloc[:, 0:6].values
3 import scipy.cluster.hierarchy as shc
4 plt.figure(figsize=(10, 7))
5 plt.title("")
6 dend = shc.dendrogram(shc.linkage(ds, method='ward'))
7 from sklearn.cluster import AgglomerativeClustering
8 cluster = AgglomerativeClustering(n_clusters=5, affinity='euclidean', linkage='ward')
9 cluster.fit_predict(ds)
```

Рисунок 29 – Программный код агломеративной кластеризации

Для визуализации результатов кластеризация построим дендрограмму.

Дендрограмма – это диаграмма, показывающая иерархические отношения между объектами. Чаще всего она создается как результат иерархической кластеризации [41].

Основное использование дендрограммы – найти лучший способ распределения объектов по кластерам.

Клады дендрограммы расположены в зависимости от того, насколько они похожи (или различны). Клады, близкие по высоте, похожи друг на друга; клады с разной высотой различны – чем больше разница в высоте, тем больше несходства (измерить сходство можно разными способами; одним из самых популярных показателей является коэффициент корреляции Пирсона).

На дендрограмме прочерчена пунктирная линия, которая позволила выделить 4 кластера заявок АДС.

Построен трехмерный график распределения основных признаков по кластерам (рисунки 32, 33).

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 fig = plt.figure(figsize=(13,13))
3 font = {'fontname':'Book Antiqua'}
4 ax = fig.add_subplot(projection='3d')
5 ax.set_ylabel('Услуга', font,fontsize=10)
6 ax.set_xlabel('Срок вып', font,fontsize=10)
7 ax.set_zlabel('Оценка',font, fontsize=10)
8 ax.scatter(data['Услуга'], data['Срок вып'],data['Оценка'],
9           c=cluster.labels_, cmap='inferno',s=(100*cluster.labels_+100),alpha=1)
```

Рисунок 32 – Программный код для построения графика распределения основных признаков по кластерам

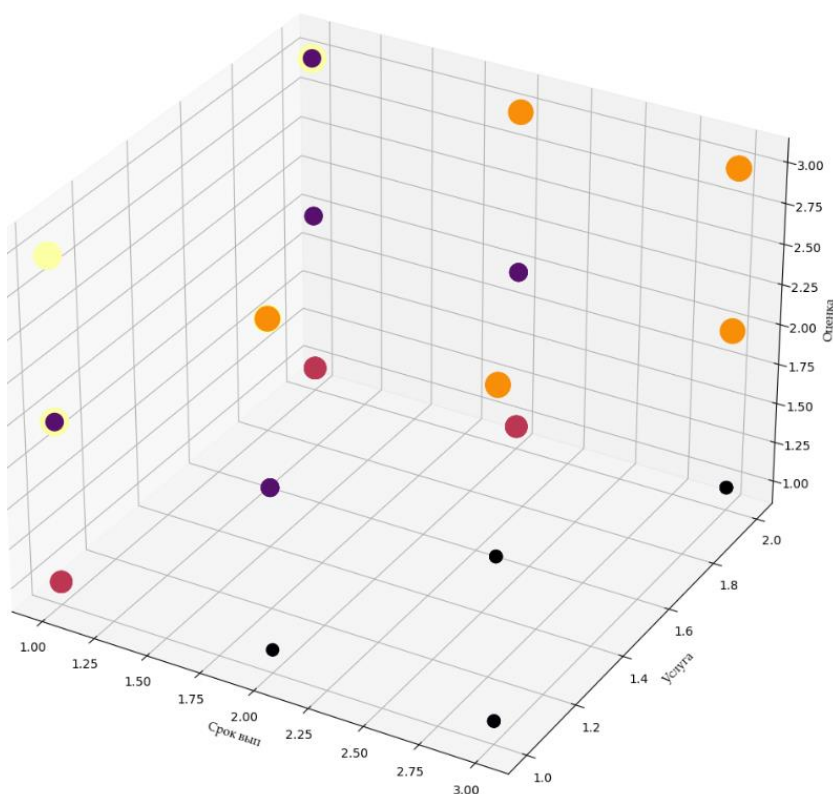


Рисунок 33 – График распределения основных признаков по кластерам

Для прогнозирования уровня удовлетворенности клиентов разработано дерево решений (рисунки 34, 35).

Строим прогноз и отчет по классификации (рисунок 36).

```
1 #Построим прогноз:
2 y_pred = classifier.predict(X_test)
3 y_pred

array([2, 3, 3, 2, 3, 1, 3, 2, 1, 2, 2, 3, 1, 1, 2, 2, 3], dtype=int64)

1 from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix
2 target=[2, 2, 2, 1, 2, 1, 3, 3, 1, 2, 2, 1, 2, 2, 2, 1, 3]
3 print(confusion_matrix(y_pred,target)) #выводим матрицу ошибок
4 print(classification_report(y_pred,target)) # отчет о классификации

[[2 2 0]
 [2 4 1]
 [1 3 2]]

              precision    recall  f1-score   support

     1         0.40      0.50      0.44         4
     2         0.44      0.57      0.50         7
     3         0.67      0.33      0.44         6

 accuracy                   0.47         17
 macro avg       0.50      0.47      0.46         17
 weighted avg    0.51      0.47      0.47         17
```

Рисунок 36 – Построение прогноза и отчета по классификации

Таким образом, апробация подтвердила работоспособность прототипа СППР СУЭД управляющей компании.

4.2 Оценка эффективности системы управления эффективностью деятельности предприятия ЖКХ

Для оценки эффективности управления СУЭД УК используем формулу (2):

$$K_{\text{эу}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{yi}}{n} \quad (2)$$

где n - количество функций управления, реализуемых СУЭ УК;

P_{yi} - вероятность выработки СУЭД УК эффективного управляющего воздействия при реализации i -й функции управления.

«Для управления эффективностью УК используются следующие функции:

- формирование прогноза удовлетворенности клиентов УК;
- принятие решения ЛПР.

Как показывает практика, на выполнение функции «Принятие решения ЛПР» может негативно повлиять человеческий фактор.

Пусть вероятность выработки эффективного управляющего воздействия для данной функции равна 0.5.

В этом случае значение показателя функциональной эффективности управления СУЭ УК будет равно:

$$K_{эу} = 1.5/2 = 0,75$$

Таким образом, коэффициент эффективности управления предлагаемой СЭУД УК $K_{эу} > 0,5$, что свидетельствует о высокой функциональной эффективности СУЭД УК» [7].

«Для оценки экономической эффективности проектных решений используем методику сравнения затрат на разработку СУЭД УК внешним программистом по договору аутсорсинга (базовый вариант) и программистом образовательной организации (проектный вариант), соответственно.

В калькуляцию себестоимости заказной разработки СУЭД УК включаются следующие статьи затрат:

- зарплата исполнителя проекта по трудовому договору (ЗБ₁);
- социальные страховые взносы (ЗБ₂);
- прочие прямые расходы (ЗБ₃);

– накладные расходы (ЗБ₄).

В заказной доработке задействован внешний программист» [15].

Средняя стоимость часа работы программиста Python по договору составляет 1500 руб [20].

Ориентировочное время разработки составляет 100 час.

«Итого затраты базового варианта С_{баз} составят (3):

$$C_{\text{баз}} = ЗБ_1 + ЗБ_2 + ЗБ_3 + ЗБ_4 \quad (3)$$

$$C_{\text{баз}} = 1500*100 + 0,271*1500*100 + 0 + 0 = 190650 \text{ руб.}$$

В самостоятельной разработке СУЭД УК задействованы программист и аналитик образовательной организации» [15].

«В калькуляцию себестоимости собственной разработки СУЭД УК включаются следующие статьи затрат:

- зарплата исполнителей проекта с учетом затраченного времени 100 час (ЗП₁);
- социальные страховые взносы (ЗП₂);
- прочие прямые расходы (ЗП₃);
- накладные расходы (ЗП₄)» [15].

Итого затраты проектного варианта С_{пр} составят (4):

$$C_{\text{пр}} = ЗП_1 + ЗП_2 + ЗП_3 + ЗП_4 \quad (4)$$

$$C_{\text{пр}} = (50000+40000) \text{ руб} + 0,3*(50000+40000) + 0 + 0 = 117000 \text{ руб.}$$

Сформируем таблицу и график показателей экономической эффективности (таблица 11, рисунок 37).

Таблица 11 – Показатели эффективности проекта разработки СУЭД УК

«Затраты»		Абсолютное изменение затрат	Коэффициент относительного снижения затрат	Индекс снижения затрат
Базовый вариант	Проектный вариант			
$C_{\text{баз}}$ (руб.)	$C_{\text{пр}}$ (руб.)	$\Delta C = C_{\text{баз}} - C_{\text{пр}}$ (руб.)	$K_C = \Delta C / C_{\text{баз}} \times 100\%$	$Y_C = C_{\text{баз}} / C_{\text{пр}}$
190650	117000	73650	39	1,6» [15]

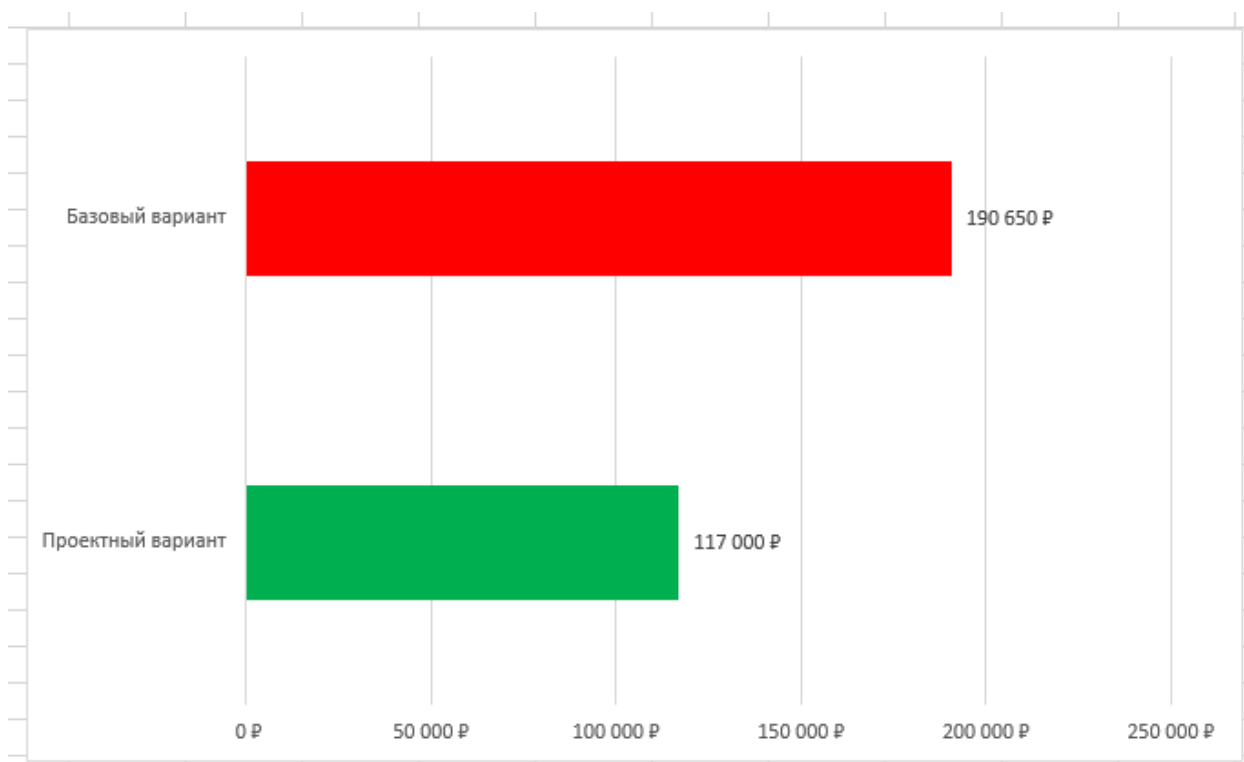


Рисунок 37 – Гистограмма сравнения затрат на разработку СУЭД УК

Таким образом, затраты при проектном варианте разработки СУЭД УК сократились в 1,6 раза.

«Срок окупаемости затрат на внедрение проектного решения ($T_{\text{ок}}$) определяется по формуле (5):

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{П}} / \Delta C \text{ (мес.)}, \quad (5)$$

где K_{Π} – затраты на реализацию проектных решений (проектирование и внедрение СУЭД УК).

Следовательно, срок окупаемости СУЭД УК равен:

$$T_{\text{ок}} = 117000/73650 \approx 1,6 \text{ мес.}$$

Представленные расчеты подтвердили существенное снижение затрат на проектирование и эффективность проектного решения» [15].

Выводы по главе 4

В результате проделанной работы были сделаны следующие выводы:

- ключевым компонентом СУЭД УК, отвечающим за принятие правильных управленческих решений для повышения эффективности деятельности УК, является СППР;
- апробация подтвердила работоспособность прототипа СППР СУЭД управляющей компании.

Расчеты подтвердили высокую функциональную и экономическую эффективность СУЭД УК, разработанной на основе предлагаемых моделей и алгоритмов.

Заключение

Повышение эффективности деятельности предприятий в сфере ЖКХ – проблема, актуальная для многих субъектов данного рынка.

Для решения данной задачи необходимо создать условия для принятия менеджерами предприятия ЖКХ правильных управленческих решений, обеспечивающих реализацию механизмов учета и контроля расходов предприятия.

Магистерская диссертация посвящена актуальной проблеме исследования и разработки моделей и алгоритмов системы управления эффективностью деятельности предприятия сферы ЖКХ.

В процессе выполнения магистерской диссертации были решены следующие задачи:

- проведен анализ современного состояния исследований в области проектирования систем управления эффективностью деятельности предприятий сферы ЖКХ. Как показал анализ, как показал анализ литературы по теме исследования, проблема управления эффективностью деятельности предприятия сферы ЖКХ представляет интерес и достаточно хорошо освещена в специальной литературе. Следует констатировать недостаточность исследований, посвященных разработке моделей и алгоритмов СУЭД предприятия сферы ЖКХ., что подтверждает актуальность темы исследования магистерской диссертации. На отечественном ИТ-рынке в сегменте управления деятельностью ЖКХ представлены в основном решения на платформе «1С: Предприятие 8». Главным преимуществом таких решений относительно невысокие затраты на внедрение решения, т.к. на большинстве предприятий сферы ЖКХ имеются решения на платформе «1С: Предприятие 8»;
- произведен анализ методологий построения систем управления эффективностью деятельности предприятий сферы ЖКХ. Как

показал анализ, эффективность ЖКУ характеризуется соотношением между результатами и расходами на различные ресурсы. Как показал анализ, при разнообразии преимуществ все представленные методологии управления эффективностью деятельности организации имеют общие недостатки, присущие методологиям управления эффективностью организационных систем. Поэтому для управления эффективностью предприятия сферы ЖКХ целесообразно выбрать комплексный подход, при котором используются все рассмотренные методологии в зависимости от конкретной задачи;

- разработаны модели и выбраны алгоритмы системы управления эффективностью деятельности предприятий сферы ЖКХ. Как показывает практика, наиболее популярным для оценки эффективности деятельности управляющих компаний является подход, основанный на применении рейтинговых оценок. В качестве метрики используется показатель удовлетворенности клиентов CSI;
- целесообразно оценивать CSI для каждого из данных бизнес-процессов и вырабатывать управляющие воздействия, направленные на повышение его эффективности. Одной из ключевых задач повышения эффективности деятельности предприятия ЖКХ является контроль выполнения заявок АДС. Как показал анализ представляет практический интерес разработка логической модели СУЭД УК. На основании результатов анализа характеристик алгоритмов выбран метод иерархической кластеризации и алгоритм агломеративной кластеризации. На основании результатов анализа характеристик алгоритмов классификации выбран алгоритм дерева решений как наиболее простой для реализации и визуализации. Представленные модели и алгоритмы являются основой для построения СУЭД УК;
- выполнены апробация и оценка эффективности проектных решений.

ключевым компонентом СУЭД УК, отвечающим за принятие правильных управленческих решений для повышения эффективности деятельности УК, является СППР. Апробация подтвердила работоспособность прототипа СППР СУЭД управляющей компании. Расчеты подтвердили высокую функциональную и экономическую эффективность СУЭД УК, разработанной на основе предлагаемых моделей и алгоритмов.

Таким образом, была решена проблема исследования и разработки моделей и алгоритмов системы управления эффективностью деятельности предприятия сферы ЖКХ.

Гипотеза исследования подтверждена.

Работа может представлять интерес для бизнес-аналитиков и разработчиков систем управления эффективностью деятельности предприятия сферы ЖКХ.

Список используемой литературы и используемых источников

1. 1С: Учет в управляющих компаниях ЖКХ, ТСЖ и ЖСК в облаке [Электронный ресурс]. URL: https://scloud.ru/arenda_1c_v_oblake/1c_uchet_v_upr_kompaniyah/ (дата обращения: 15.03.2024).
2. 1С: Управляющая компания ЖКХ и РКЦ. Модуль для 1С: ERP и 1С:КА2 [Электронный ресурс]. URL: https://solutions.1c.ru/catalog/jkh_rkc_erp/features (дата обращения: 15.03.2024).
3. Баженов С. И., Ярунгин А. В. Основные подходы к моделированию системы управления ЖКХ в условиях рыночных преобразований // Журнал экономической теории. 2008. №4. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-podhody-k-modelirovaniyu-sistemy-upravleniya-zhkh-v-usloviyah-rynochnyh-preobrazovaniy> (дата обращения: 10.03.2024).
4. Бизнес-решение «Управление жилищным фондом» [Электронный ресурс]. URL: <http://t-asu.ru/experience/solutions/biznes-reshenie-upravlenie-zhilishhnyim-f/> (дата обращения: 15.03.2023).
5. Богданова Ю.В. и др. Моделирование организационно-экономических механизмов системы ЖКХ в рыночной экономике [Электронный ресурс]. URL: https://journal.altstu.ru/media/f/old2/pv2006_01/pdf/047bogdanova.pdf (дата обращения: 10.03.2024).
6. Брискер О.П. Сущность и содержание эффективности деятельности ЖКХ // Вестник бурятского государственного университета. 2013. №1. С. 98-108.
7. Вдовин В.М., Суркова Л.Е., Шурупов А.А. предметно-ориентированные экономические информационные системы. М.: Дашков и К, 2016. 388 с.
8. Деревья решений в машинном обучении [Электронный ресурс].

URL: <https://datafinder.ru/products/derevya-resheniy-v-mashinnom-obuchenii>
(дата обращения: 25.02.2024).

9. Диспетчерская служба ЖКХ: как организовать эффективную работу [Электронный ресурс]. URL: <https://ds24.ru/news/automation/dispatcherskaya-sluzhba-zhkkh-kak-organizovat-effektivnuyu-rabotu/> (дата обращения: 25.02.2024)

10. Казарова А. Я. Оценка эффективности работы управляющих компаний // Научный журнал КубГАУ. 2015. №113(09). С. 1-11.

11. Леоненков А. В. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с использованием UML и IBM Rational Rose : учебное пособие. М. : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. 317 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iprbookshop.ru/97554.html> (дата обращения: 25.02.2024).

12. Названы победители рейтинга лучших управляющих компаний 2023 года [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/industries/news/655474429a79470821ef2375> (дата обращения: 25.02.2024)

13. Оценка качества работы управляющих компаний [Электронный ресурс]. URL: <https://pos.gosuslugi.ru/lkp/polls/354131/> (дата обращения: 25.02.2024)

14. Оценка удовлетворенности клиентов CSI [Электронный ресурс]. URL: <https://nafi.ru/method/sindikaty-nps-csi> (дата обращения: 25.02.2024)

15. Поршкевич Н.Ю., Огнева А.Ю., Чинчукова Е.П. Оценка экономической эффективности применения информационных систем // Экономика и социум. 2016. №7 (26). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekonomicheskoy-effektivnosti-primeneniya-informatsionnyh-sistem> (дата обращения: 20.03.2024).

16. Принципы повышения эффективности ЖКХ [Электронный ресурс]. URL: https://mbschool.ru/articles/effective_zhkh (дата обращения: 15.03.2024).

17. Corporate performance management [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ansarada.com/grc/performance> (дата обращения: 15.03.2024).

18. Савина И.А. Моделирование системы управления качеством в ЖКХ. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. 88 с.

19. Система менеджмента для управляющих компаний инновационных территориальных кластеров Российской Федерации: отчет НИУ ВШЭ и Фондом ЦСР «Северо–Запад». М.: ВШЭ, 2014. 250 с.

20. Сколько стоят услуги программистов? Цены студий и фрилансеров
Источник: <https://www.kadrof.ru/articles/46641> (дата обращения: 20.03.2024).

21. Тетуева З.М. Факторы, определяющие эффективность функционирования рынка ЖКУ // Фундаментальные исследования. 2008. № 1. С. 45-50.

22. Токарская Е. И., Комарова О. С. Проблемы и направления повышения экономической эффективности деятельности предприятий ЖКХ // Colloquium-journal. 2019. №22 (46). С. 139-141.

23. Чернов С.С. Оценка результативности и эффективности деятельности управляющей компании // Проблемы современной экономики. 2009. № 1(29) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=2415> (дата обращения: 25.02.2024)

24. Что такое система управления эффективностью и для чего она нужна? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sap.com/cis/insights/what-is-a-performance-management> (дата обращения: 10.03.2024).

25. Agglomerative Hierarchical Clustering [Электронный ресурс]. URL:

26. Corporate Performance Management (CPM) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/> (дата обращения: 10.04.2023).

27. Enterprise Performance Management [Электронный ресурс]. URL: <https://www.shahgaron.com/enterprise-performance-management> (дата обращения: 15.03.2024).

28. Enterprise Performance Management Software [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mindstreamanalytics.com/enterprise-performance-management-software.html>.

29. Gomes I. et al. "Recent Techniques Used in Home Energy Management Systems: A Review" [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/8/2866> (дата обращения: 10.03.2024).

30. Heatmap (Matrix) [Электронный ресурс]. URL: <https://datavizcatalogue.com/methods/heatmap.html> (дата обращения: 15.03.2024).

31. J. R. Wijesingha, B. V. D. R. Hasanthi, I. P. D. Wijegunasinghe, M. K. Perera and K. T. M. U. Немапала, "Smart Residential Energy Management System (REMS) Using Machine Learning," 2021 International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy (ICCIKE), Dubai, United Arab Emirates, 2021, pp. 90-95.

32. Jenkins A. Business Performance Management (BPM) Defined [Электронный ресурс]. URL: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/business-performance.shtml> (дата обращения: 15.03.2024).

33. Lalwani P. What Is Performance Management? Definition, Process, Cycle, and Best Practices for Planning [Электронный ресурс]. URL: <https://www.spiceworks.com/hr/performance-management/articles/what-is-performance-management/> (дата обращения: 10.03.2024).

34. Nurimbetov, R. I., Khasanov, T. A., & Sultanov, A. S. (2019). Improvement of the management system of housing and communal services in Uzbekistan. ISJ Theoretical & Applied Science, 03 (71), 66-71.

35. Project Jupyter [Электронный ресурс]. URL: <https://jupyter.org/> (дата обращения: 15.03.2024).

36. Scikit-learn [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/scikit-learn/> (дата обращения: 15.03.2024).

37. Tarana Singh, Arun Solanki and Sanjay Kumar Sharma "Evolution of Smart Home Energy Management System Using Internet of Things and Machine Learning Algorithms". 2020. CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org).

38. The Benefits of Enterprise Performance Management (EPM) System

[Электронный ресурс]. URL: <https://hexaware.com/blogs/the-benefits-of-enterprise-performance-management-epm-system> (дата обращения: 15.03.2024).

39. Top 5 Benefits Of Performance Management Systems [Электронный ресурс]. URL: <https://makaihr.com/top-5-benefits-of-performance-management-systems> (дата обращения: 15.03.2024).

40. What does the programming term Corporate Performance Management (CPM) mean? [Электронный ресурс]. URL: <https://broscorp.net/what-is-corporate-management-performance> (дата обращения: 15.03.2024).

41. What is a Dendrogram? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.displayr.com/what-is-dendrogram/> (дата обращения: 15.03.2024).

42. What is an Effective Performance Management System? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.clearreview.com/resources/guides/what-is-effective-performance-management/> (дата обращения: 10.03.2024).

43. What is Corporate Performance Management [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kepion.com/blog/corporate-performance-management-cpm> (дата обращения: 15.03.2024).

44. Yunlong Ma et al. "Investigation of Smart Home Energy Management System for Demand Response Application", Front. Energy Res., Sec. Process and Energy Systems Engineering 2021. Vol. 9. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.772027> (дата обращения: 10.03.2024).