

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

Кафедра Прикладная математика и информатика
(наименование)

09.03.03 Прикладная информатика

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Разработка социальных и экономических информационных систем
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка системы анализа точности прогнозов

Обучающийся

А.О. Лазарев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Канд. пед. наук, доцент О.В. Оськина

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

Аннотация

Выпускная квалификационная работа выполнена на тему «Разработка системы анализа точности прогнозов».

Процесс анализа точности прогнозов осуществляется на основе полученных данных о продаже и потреблении электроэнергии населением за определенный период времени.

Актуальность темы работы заключается в оптимизации распределения электроэнергии в населенном пункте согласно потреблению и учете получения и продажи электроэнергии населению.

Объект исследования – система анализа точности прогнозов.

Предмет исследования – автоматизация процесса анализа точности прогнозов.

Цель выпускной квалификационной работы – разработка системы анализа точности прогнозов.

Выпускная квалификационная работа состоит из трех глав, которые включают теоретический и практический этапы.

Первая глава состоит из теоретического исследовательского материала, который включает изучение деятельности компании, основных бизнес-процессов, направленных на продажу и учет потребления электроэнергии, что позволяет проводить в дальнейшем анализ точности прогнозов.

Вторая глава включает описание проектирования системы, которое начинается с логического проектирования, показывающее логику работы системы, основных пользователей и функциональность. Для хранения данных выделены основные объекты и разработаны модели базы данных.

Третья глава содержит описание физической разработки информационной системы. Показаны основные формы и интерфейс пользователя системы, которые обеспечивают получение информации и возможность проводить анализ точности прогнозов.

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1 Функциональное моделирование деятельности предприятия	7
1.1 Обзор деятельности «Многоотраслевого производственного объединения энергосетей»	7
1.2 Концептуальное проектирование процесса проведения анализа точности прогнозов	10
1.3 Анализ существующих разработок	17
1.4 Постановка задачи на разработку системы анализа точности прогнозов.....	21
Глава 2 Логическое проектирование информационной системы анализа точности прогнозов	23
2.1 Логическая модель информационной системы анализа точности прогнозов.....	23
2.2 Проектирование базы данных системы анализа точности прогнозов.....	27
2.3 Выбор архитектуры информационной системы анализа точности прогнозов.....	31
Глава 3 Физическое проектирование информационной системы анализа точности прогнозов	33
3.1 Выбор инструментов разработки системы анализа точности прогнозов.....	33
3.2 Описание программных модулей системы анализа точности прогнозов.....	36
3.3 Разработка информационной системы анализа точности прогнозов.....	37
3.4 Расчет показателей экономической эффективности проекта	46
Заключение.....	54
Список используемой литературы и используемых источников.....	55

Введение

Выпускная квалификационная работа выполняется на тему «Разработка системы анализа точности прогнозов» в Многоотраслевой производственной объединенных энергосетей г. Трехгорного.

Компания занимается эксплуатацией:

- электрических;
- тепловых;
- водопроводных;
- газовых сетей.

Распределение воды, сбор и очистка воды, удаление и обработка сточных вод, деятельность в области архитектуры, инженерно-техническое проектирование в промышленности и строительстве, деятельность по надзору за состоянием и эксплуатацией жилого и нежилого фонда, производство всех видов измерений и испытаний в энергосетях.

Объект исследования – система анализа точности прогнозов.

Предмет исследования – автоматизация процесса анализа точности прогнозов.

Цель выпускной квалификационной работы – разработка сервиса системы анализа точности прогнозов.

Выпускная квалификационная работа состоит из трех глав, которые включают теоретический и практический этапы.

Достижение поставленной цели подразумевает выполнение ряда задач:

- проведение обзора деятельности компании «Многоотраслевое производственное объединение энергосетей»;
- проведение концептуального проектирования процесса проведения анализа точности прогнозов;
- проведение обзора аналогичных программных продуктов;
- постановку задачи на разработку системы;

- разработку логической модели информационной системы анализа точности прогнозов;
- проектирование базы данных системы анализа точности прогнозов;
- выбор архитектуры информационной системы анализа точности прогнозов;
- выбор инструментов разработки;
- проведение описания программных модулей системы анализа точности прогнозов;
- проведение разработки информационной системы анализа точности прогнозов;
- проведение расчета показателей экономической эффективности проекта.

Первая глава состоит из теоретического исследовательского материала, который включает изучение деятельности компании, основных бизнес-процессов, направленных на продажу и учет потребления электроэнергии, что позволяет проводить в дальнейшем анализ точности прогнозов. Полученные данные позволяют разработать требования к разработке системы.

Вторая глава включает описание проектирования системы, которое начинается с логического проектирования, показывающее логику работы системы, основных пользователей и функциональность. Для хранения данных выделены основные объекты и разработаны модели базы данных.

Третья глава содержит описание физической разработки информационной системы. Показаны основные формы и интерфейс пользователя системы, которые обеспечивают получение информации и возможность проводить анализ точности прогнозов.

Работа разделена на три главы каждая из которых направлена на изучение и представление результатов по главе.

В первой главе представлено описание деятельности работы многоотраслевого производственного объединения энергосетей, описана структура управления подразделениями, где выделяется отдел, который занимается продажами электроэнергии. На основе полученных данных производится моделирование процесса в нотации IDEF0, где показан процесс мониторинга и корректировки прогнозов продаж до автоматизации и после внедрения автоматизированной системы.

Во второй главе описано проектирование автоматизированной системы для мониторинга и корректировки прогнозов продаж, которое включает логическое проектирование информационной системы, а также проектирование базы данных. Рассмотрены и выбрана архитектура автоматизированной системы, которая станет основой при реализации.

В третьей главе подробно представлено описание физической реализации автоматизированной системы для мониторинга и корректировки прогнозов продаж электроэнергии. Представлены основные формы пользовательского интерфейса и представления данных при мониторинге и корректировке прогнозов продаж. Заключительным этапом в третьей главе стало экономическое обоснование внедрения автоматизированной системы в процесс мониторинга и корректировки прогнозов продаж электроэнергии.

В заключении представлены все задачи, которые были достигнуты при выполнении выпускной квалификационной работы.

Глава 1 Функциональное моделирование деятельности предприятия

1.1 Обзор деятельности «Многоотраслевого производственного объединения энергосетей»

«С 01.07.1993 г. постановлением администрации г. Трехгорного зарегистрировано муниципальное предприятие «Многоотраслевое производственное объединение энергосетей», в связи с реорганизацией энергоуправления и передачей в муниципальную собственность участка №64 и цеха №56 Приборостроительного завода» [1].

«На руководящие должности приказом директора были назначены: на должность главного инженера – Гулин Алексей Викторович, на должность главного бухгалтера – Трегубова Ирина Леонидовна.

Целью создания предприятия явилось: организация снабжения населения газом (природным и сжиженным), тепловой энергией, питьевой водой (водоснабжение), оказание услуг по передаче электрической энергии, прием сточных вод, оказание услуг по внутриквартальному обслуживанию систем, оказание платных услуг населению» [2].

«С 02.02.2009 г. по настоящее время директором предприятия является Спичко Сергей Николаевич.

На предприятии проводится большая работа по перевооружению и оснащению новейшим оборудованием и технологиями, позволяющими эффективно вести эксплуатацию сетей с минимальным количеством аварийных ситуаций, которые ликвидируются с минимальными затратами и в кратчайшие сроки» [3].

«За счет внедрения автоматизированной системы контроля управления энергоснабжением (АСКУЭ) предприятие добивается стабильной, безаварийной работой всех инженерных сетей города. На базе специализированного программного обеспечения для инженерных

коммуникаций внедрена и работает ИВЦ «Поток». Внедрены в производство комплексные компьютерные информационные системы, эксплуатирующие трубопроводные и кабельные сети» [6].

«Паспортизация тепловых, водопроводных, канализационных, газовых и электрических сетей с привязкой к плану города – есть решение режимных, производственных и специальных эксплуатационных задач и является незаменимым инструментом для нашего предприятия, эксплуатирующего муниципальные инженерные сети» [4].

«В 2008 г. на предприятии была получена лицензия на выполнение функций «Заказчика-Застройщика» в области проектирования и генерального подрячика в строительстве, что позволило с другими проектными организациями в короткие сроки провести реконструкцию станции II-ого подъема и участка очистных сооружений и ввести в эксплуатацию УФ-установки (ультрафиолетовая дезинфекция питьевой и сточных вод), т.е. исключение из технологического процесса применения ядовитого вещества – хлора, что значительно улучшило экологию и качество питьевой воды, употребляемой жителями города» [7].

«Предприятие принимает активное участие в различных конкурсах, соревнованиях, проводимых в городе, области.

Принимая участие во Всероссийском конкурсе на лучшую организацию, предприятие сферы ЖКХ по эффективности работы в новых экономических условиях, предприятию присужден диплом II степени в 2000 г., а в 2001 г. – диплом I степени, а по итогам работы 2002 г. – диплом высшей степени Гран-При «Золотой ключ» как победителю Всероссийского конкурса на лучшее предприятие жилищно-коммунального комплекса» [5].

«На предприятии хорошо организована спортивная и оздоровительная работа. Проводятся спортивные соревнования между трудовыми коллективами города. Ежегодно на высоком культурном уровне отмечается профессиональный праздник «День энергетика».

Слаженность в работе, высокий профессионализм работников предприятия положительно сказывается на технико-экономических показателях, выполнении ежегодных планов и решение задач» [10].

Отдел информационных технологий занимается разработкой и внедрением информационных технологий в процессы компании. Во время практики была поставлена задача разработчикам отдела автоматизировать передачу показаний воды пользователями.

На рисунке 1 показана организационная структура Многоотраслевого производственного объединения энергосетей.

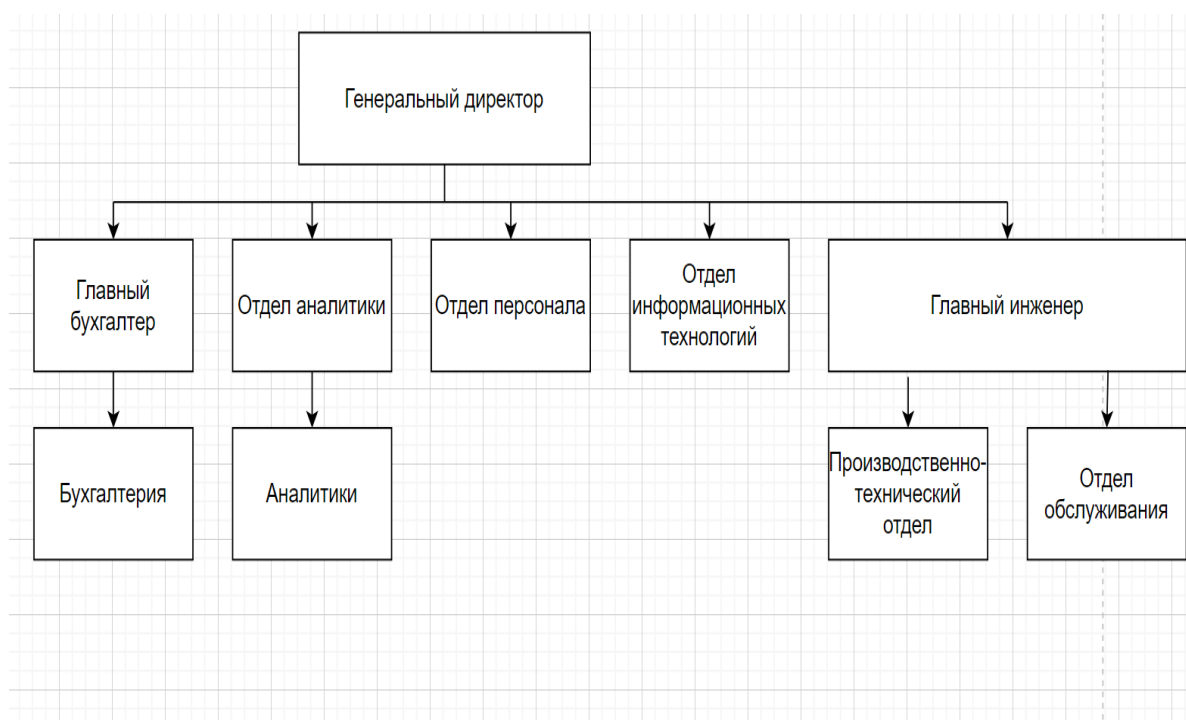


Рисунок 1 – Организационная структура Многоотраслевого производственного объединения энергосетей

Генеральный директор компании занимается разработкой стратегии развития компания в долгосрочной перспективе.

Бухгалтерия занимается полным спектром переводов и расчетами между контрагентами и ведением расчетов всех социальных обязательств предоставляемыми компанией.

Отдел аналитики занимается прогнозированием и проведением анализов согласно собранным данным по продажам электроэнергии, воды и других ресурсов [8].

Отдел персонала отвечает за подбор квалифицированных специалистов. Специалисты отдела персонала размещают объявления по поиску персонала, проводят собеседования и занимаются обучением персонала.

Отдел информационных технологий проводят работу по поддержке и обслуживанию компьютерного оборудования, ведут новые разработки информационных продуктов и сопровождением на всем этапе внедрения и использования.

Главный инженер курирует производственно-технический отдел и отдел обслуживания оборудования. Отделы занимаются эксплуатацией электрических, тепловых, водопроводных и газовых сетей.

Для мониторинга и корректировки прогнозов продаж электроэнергии необходимо получать данные в постоянном режиме, которые поступают на датчики оборудования. Данные по продажам электроэнергии на данный момент не автоматизирован и получают из данных передачи показаний счетчиков, которые передают жители тех кварталов, которые обслуживает компания.

1.2 Концептуальное проектирование процесса проведения анализа точности прогнозов

«Моделирование процесса будет проведено в программе AllFusion ERwin Data Modeler 7.0.

Программный продукт обладает всеми необходимыми инструментами, которые необходимы для моделирования бизнес-процессов, также программа имеет возможность построения разных видов диаграмм таких как IDEF0, DFD, IDEF3» [11].

«Проведем моделирование процесса методом декомпозиции процесса на уровень ниже. Изначально будет построена диаграмма процесса первого уровня. Процесс будет показан с абстрактной стороны, где указаны входящие и исходящие данные при выполнении процесса мониторинга и корректировки прогнозов продаж. Также диаграмма будет иметь механизмы, которые управляют процессом и управление, которые ограничивают процессы по разным критериям. После выполнения процесса будет получена исходящая информация или данные» [9].

Работа аналитического отдела заключается в сборе данных и проведения корректировок при прогнозе продаж на последующие месяцы.

Прогноз помогает компании правильно использовать мощности при продаже электроэнергии населению города. На основании прогнозов главный инженер и производственно-технический отдел планируют свою работу по эксплуатации сетей и инфраструктуре города.

Процесс получения данных об объеме потребления населением и проведения анализа осуществляется аналитиками с помощью офисной программы Excel, где происходит фиксация полученных данных и на основе данных происходит построение графиков и таблиц. В таблице вводятся все данные о потреблении электроэнергии и оплаты, которые были произведены. Такой подход не обеспечивает сохранность данных и требует от аналитика компании дополнительное время для ввода новых данных, также такой способ хранения и фиксирования данных затрудняет поиск данных, уже внесённых в таблицу.

Рисунок 2 демонстрирует контекстную диаграмму нулевого уровня процесса анализа точности прогнозов.

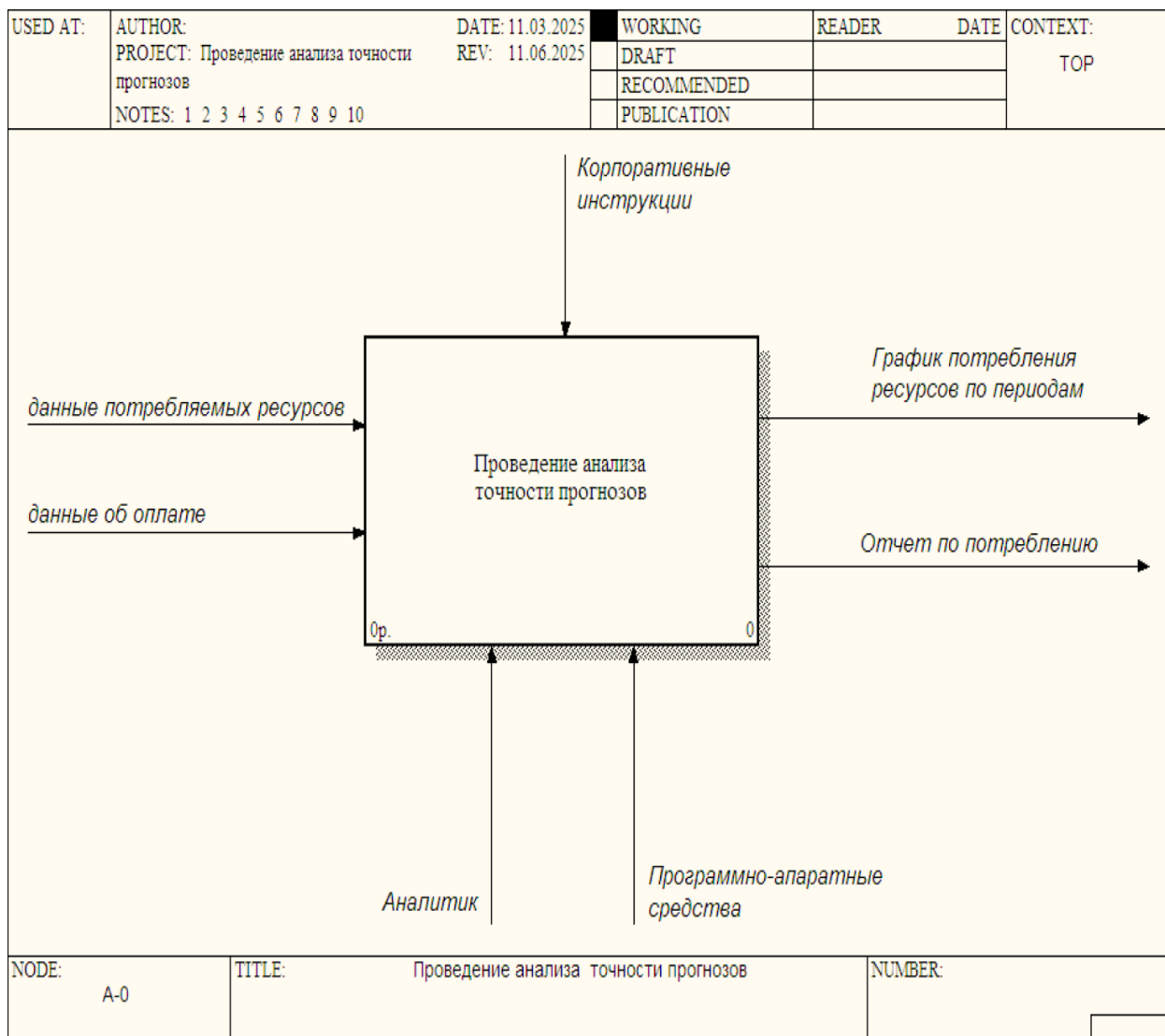


Рисунок 2 – Процесс проведения анализа точности прогнозов «как есть»

Процесс выполняется в несколько этапов, аналитик с помощью программно-аппаратных средств вносит все данные в Excel и по итогу работает уже с этими данными.

Все отчеты и графики на основе проведенного анализа и прогнозов сроятся также в Excel, после чего предоставляются руководству для ознакомления.

Процесс имеет несколько функциональных блоков:

- внести данные о потреблении;
- внести данные об оплате;

– сформировать графики и отчеты.

Все работы первого уровня декомпозиции показаны на рисунке 3.

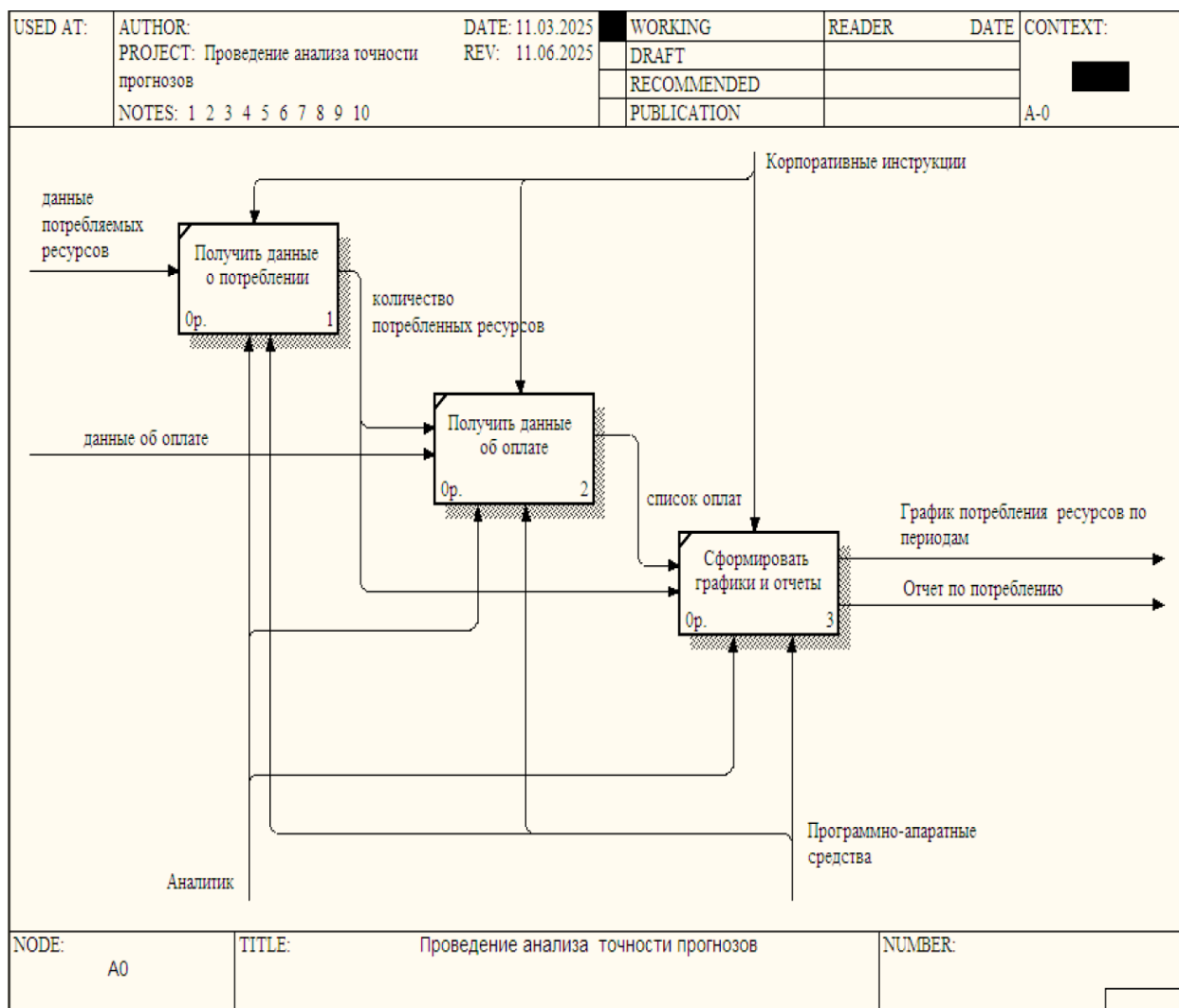


Рисунок 3 – Декомпозиция процесса анализа точности прогнозов «как есть»

Существующий подход не отражает всю проблему прогнозирования и проведения анализа вручную [12].

Для точных прогнозов потребления электроэнергии населением необходимо получать точные данные о продажах ресурсов за каждый месяц и получать данные о проведенных оплатах за потребление. Это позволит учитывать нагрузку на электросети и спланировать работу отдела обслуживания. Для обеспечения высокоточного прогнозирования

потребления электроэнергии населением, что является критически важным для стабильности и эффективности энергосистемы, требуется внедрение комплексного подхода к сбору и анализу данных. Этот подход должен опираться на получение максимально детализированной и достоверной информации из различных источников. Во-первых, необходимо собирать и систематизировать точные данные о продажах электроэнергии за каждый месяц, причём не только в общем объёме, но и с разбивкой по категориям потребителей (частные домохозяйства, многоквартирные дома, различные социальные учреждения и т.д.). Такая детализация позволит выявить особенности потребления в каждой группе и учитывать их при построении прогнозных моделей. Кроме того, необходимо внедрить механизмы для оперативного получения данных о фактических оплатах за потреблённую электроэнергию, проведённых населением. Эти данные должны содержать информацию не только о суммах платежей, но и о датах их совершения, что позволит отслеживать динамику поступления средств и своевременно реагировать на возможные задержки или неплатежи. Для обеспечения точности данных необходимо наладить тесное взаимодействие с энергосбытовыми компаниями, банками и другими организациями, осуществляющими приём платежей от населения. Важно внедрить автоматизированные системы обмена данными, исключающие ручной ввод и минимизирующие риск ошибок.

Анализ собранной информации позволит не только строить более точные прогнозы потребления электроэнергии, но и выявлять закономерности и тренды в поведении потребителей. Например, можно определить, как изменяется потребление в зависимости от времени года, дня недели, погодных условий, праздничных дней и других факторов. Эти знания могут быть использованы для разработки более эффективных стратегий управления спросом на электроэнергию, таких как стимулирование использования энергосберегающих технологий, перенос потребления на периоды с меньшей нагрузкой на сеть и т.д. Точные прогнозы потребления

электроэнергии позволят более эффективно планировать работу электросетей, предотвращать перегрузки и аварии, а также оптимизировать затраты на производство и передачу электроэнергии.

Более того, полученные данные необходимо использовать для планирования работы отдела обслуживания, чтобы обеспечить своевременное и качественное обслуживание потребителей. Анализ данных о платежах и потреблении позволит выявлять проблемные участки сети и потребителей с высоким уровнем задолженности, что позволит заранее планировать профилактические работы и принимать меры по взысканию задолженности. Это, в свою очередь, повысит надёжность электроснабжения и улучшит финансовое состояние энергоснабжающей организации. Также, анализ данных о продажах и потреблении ресурсов позволит оптимизировать работу персонала отдела обслуживания, распределять ресурсы в соответствии с потребностями и повышать эффективность работы. Помимо этого, необходимо разрабатывать инструменты визуализации данных и отчёты, которые позволят оперативно получать информацию о текущей ситуации и принимать обоснованные управленческие решения. Внедрение современной системы сбора и анализа данных о потреблении электроэнергии населением позволит значительно повысить эффективность управления энергосистемой, улучшить качество обслуживания потребителей и обеспечить стабильное и надёжное электроснабжение.

На рисунке 4 показана контекстная диаграмма после разработки и внедрения программного обеспечения.

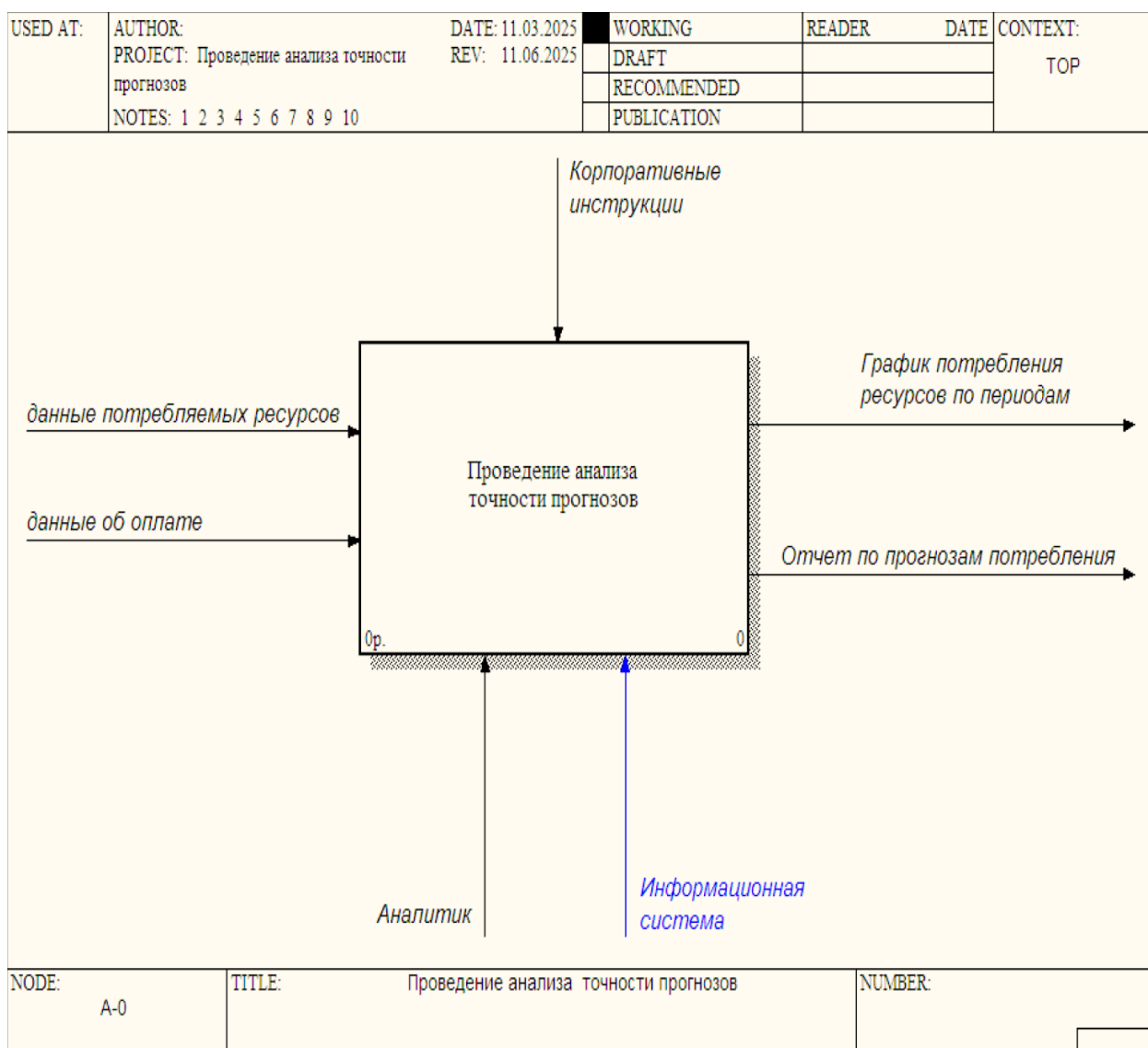


Рисунок 4 – Процесс проведения анализа точности прогнозов «как должно быть»

Информационная система позволит аналитику получать данные непосредственно из системы, которая будет сохранять полученные данные о потреблении электроэнергии населением и произведенных оплат.

Аналитики отдела получают возможность быстро и эффективно использовать данные о потреблении ресурсов, провести анализ и прогнозирование учитывая погодные условия, нагрузку на электросети и сформировать отчет для отделов, которые занимаются обслуживанием оборудования.

Декомпозиция процесса представлена на рисунке 5.

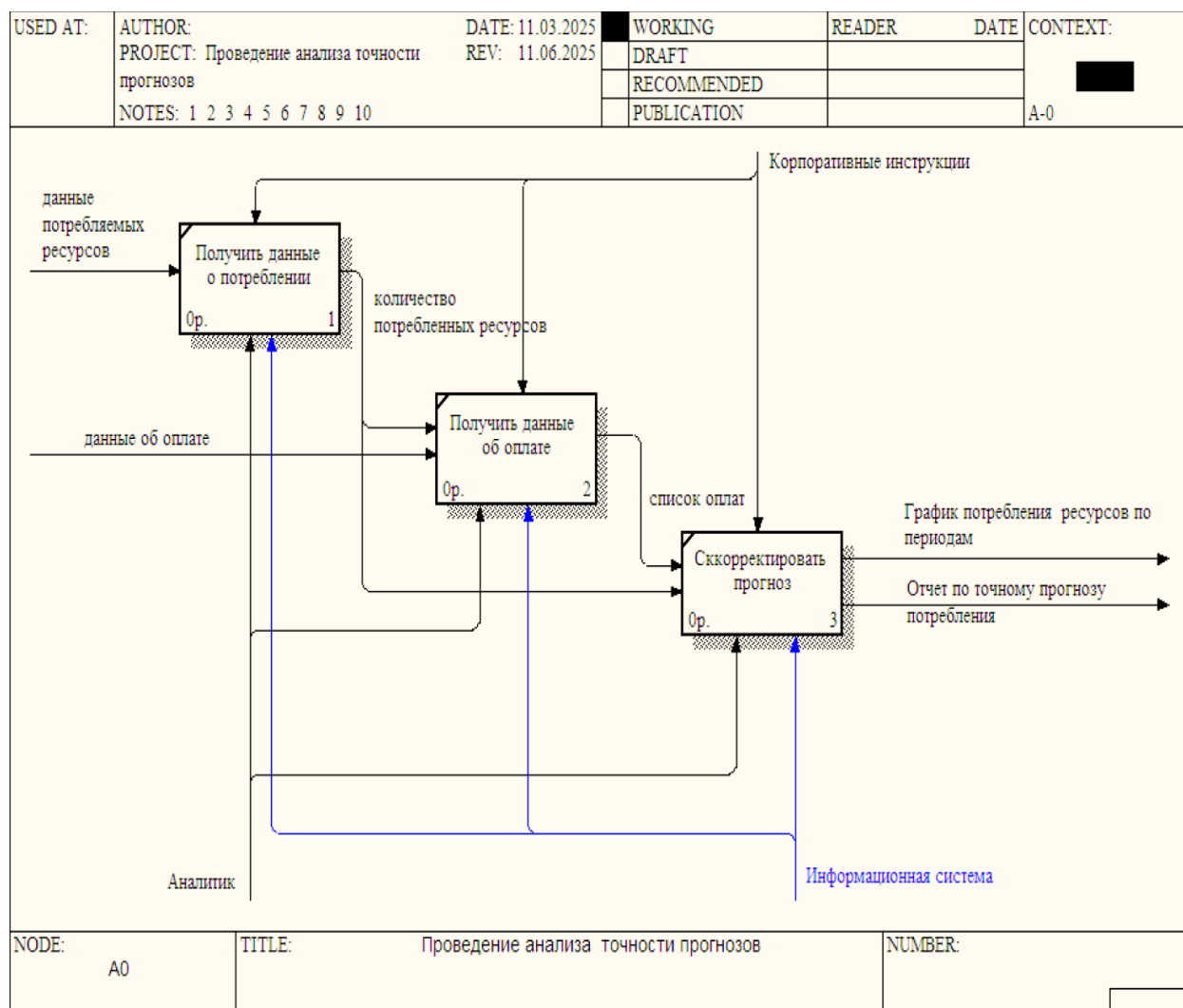


Рисунок 5 – Диаграмма декомпозиции процесса анализа точности прогнозов «как должно быть»

Аналитик выполняет все свои функции в информационной системе, которая позволяет сократить время на получение данных и формирование отчетов и графиков [14].

1.3 Анализ существующих разработок

Имеется довольно большое количество различных программ аналитики и мониторинга различных критериев, однако некоторые из них являются

узконаправленными программами, кроме того, стоимость таких программ является довольно высокой.

Программный продукт должен обеспечить получение необходимых данных, помогать пользователю проводить анализ и прогнозирование по полученным данным.

На рынке существуют следующие виды программ для мониторинга и корректировки прогнозов для аналитика: «BigPanda», «PolyAnalyst», «Триафлай».

«Программа «BigPanda» экономит время, позволяя сосредоточиться на решении проблем, а не на поиске проблемы в тысячах оповещений. Это революционная технология, меняющая правила игры» [16].

«Программа позволяет:

- устранять шум и улучшать функциональность оповещений;
- автоматизировать сортировку, чтобы уменьшить эскалацию и сбои, замедляющие внедрение инноваций;
- ускорять расследование для сокращения продолжительности инцидента и его последствий;
- сокращать время ручного разрешения за счет автоматизации;
- увеличивать время безотказной работы и улучшить качество обслуживания клиентов» [19].

«Программа для аналитики PolyAnalyst – лидер среди систем проведения аналитики структурированных данных, и интеллектуального текстового анализа. Независимо от того, какие источники данных вы используете, какие перед вами стоят задачи и какими навыками анализа данных вы обладаете, PolyAnalyst позволит вам извлечь ценную и доступную для интерпретации информацию, необходимую для принятия бизнес-решений. Программа для аналитики PolyAnalyst представляет собой сочетание следующих элементов:

- доступ практически к любому источнику, всеядность форматов данных, возможность одновременной загрузки и объединения

множества файлов из вложенных папок, объединение данных из разных источников;

- приведение данных в необходимый для анализа формат с помощью эффективных инструментов очистки, включая восстановление пропущенных значений и нормализации;
- большая коллекция статистических инструментов, а также алгоритмов машинного обучения и передовых инструментов обработки естественного языка;
- возможность создания графических отчетов с целью обобщения результатов анализа данных;
- автоматизация аналитических процедур для работы без участия человека по установленному расписанию» [17].

«Одно из главных преимуществ аналитики данных PolyAnalyst заключается в том, что она позволяет объединить технологии, которые обычно предполагают использование разных программ для аналитики. Все возможные операции по обработке данных, начиная с их сбора из разных источников, импорта, объединения, очистки, и заканчивая анализом данных, экспортом результатов и созданием отчетов, вы можете выполнить в единой аналитической среде. Таким образом, программа аналитики данных PolyAnalyst является сквозным инструментом по работе с данными» [15].

«Триафлай – Российская No-code платформа для автоматизации аналитических процессов. Сокращает стоимость разработки и внедрения решения, повышает качество результата» [24].

Платформа позволяет:

- проводить аналитику;
- управлять данными;
- проводить процессную аналитику;
- повышать производительность за счет единого информационного пространства.

Таблица 1 отражает основные характеристики представленных программных средств.

Таблица 1 – Сравнительный анализ программных продуктов

Программа/Критерии	BigPanda	PolyAnalyst	Триафлай
Доступность	-	-	+
Единая базы для аналитик и прогнозирования	+	+	+
Применение искусственного интеллекта для прогнозирования	-	-	-
Сопровождение платформы	-	+	+

Рассмотренные платформы и информационные системы позволяющие выполнять анализ точности прогнозов по аналогичным критериям не совсем отвечают требованиям, которые необходимы для собственной информационной системы. Представленные программные продукты не обеспечивают быстрое освоение функционала и достаточно дорогостоящие, также не все системы гарантируют дальнейшее сопровождение, чтократно затруднит ее использование в будущем.

Учитывая вышесказанное, возникает необходимость разработки системы, полностью адаптированной к нуждам компании.

Учитывая возможности программного и аппаратного обеспечения компании, требуется разработать современное программное обеспечение, избегая таких минусов имеющихся разработок, как высокая стоимость внедрения и сопровождения и низкая ориентированность на пользователя с наличием разного уровня профессиональной подготовки.

Также необходимо уделить особое внимание надежности создаваемому программному продукту и простоте его интерфейса.

1.4 Постановка задачи на разработку системы анализа точности прогнозов

Разрабатываемая система позволяет проводить мониторинг и прогноз на основе полученных корректных данных.

Основная цель разрабатываемого программного продукта – упростить рабочий процесс аналитического отдела.

Система создается для компании как вспомогательный продукт аналитического отдела. Прогнозирование и мониторинг использования и потребления ресурсов и продаж поможет корректно спланировать график работы отделов, занимающихся обслуживанием оборудования.

Процесс мониторинга и корректировки прогнозов продаж ресурсов будет основан исключительно на полученных данных, которые будут поступать в систему из других отделов, таких как бухгалтерия, которая занимается приемом платежей за электроэнергию и вести учет потребления ресурсов.

Пользовательский интерфейс должен обладать функциями, помогающими пользователям выполнять свои обязанности при поиске данных и проведении анализа, и мониторинге.

Пользователями информационной системы будут аналитики отдела, бухгалтеры из бухгалтерии и системный администратор, отвечающий за работу системы.

Архитектура информационной системы должна позволять масштабировать рабочее место сотрудника, работающего в ней с учетом расширения компании и списка пользователей.

Вывод по первой главе

Проведенный анализ деятельности компании «Многоотраслевое производственное объединение энергосетей» позволило выделить и изучить процесс мониторинга и корректировки прогнозов продаж электроэнергии.

Исследования показали, что процесс нуждается в автоматизации путем внедрения информационной системы, которая поможет получать актуальные данные о потреблении электроэнергии населением и делать на основе данных корректировки и прогноз дальнейшего потребления за заданный период.

«На основе выделенной проблемы и предложений по автоматизации процесса управления проектами были рассмотрены аналогичные автоматизированные системы, представленные на рынке» [14].

В силу фундаментальной особенности программного обеспечения, заключающейся в его потребности в непрерывном обслуживании и сопровождении, на плечи компании возлагаются значительные и систематические дополнительные расходы, требующие тщательного планирования и управления. Этот аспект неизбежно оказывает влияние на общий бюджет и финансовую стратегию организации, требуя выделения существенных ресурсов на поддержание работоспособности и актуальности программных продуктов.

Таким образом, было принято решение разработать собственный программный продукт для решения задач выделенного процесса в компании.

Глава 2 Логическое проектирование информационной системы анализа точности прогнозов

2.1 Логическая модель информационной системы анализа точности прогнозов

Логическое моделирование информационной системы осуществляется с использованием разных методологий, которые помогают понять логику разрабатываемой системы мониторинга и корректировки прогнозов продаж.

UML диаграммы используются при проектировании системы проектировщиками, и на этапе реализации программного продукта программистами. UML помогает правильно построить логику системы при проектировании [16].

BRMN используется при моделировании бизнес-процессов или деятельности определенного подразделения или компании в целом.

«Логическое моделирование позволит представить работу системы изнутри и показать взаимодействие пользователей с системой, определить границы системы и функциональность ее» [17].

Диаграмма вариантов использования позволяет изучить информационную систему с точки зрения логики. Диаграмма показывает взаимодействие пользователя с информационной системой.

Диаграмма вариантов использования информационной системы анализа точности прогнозов представлена на рисунке 6.

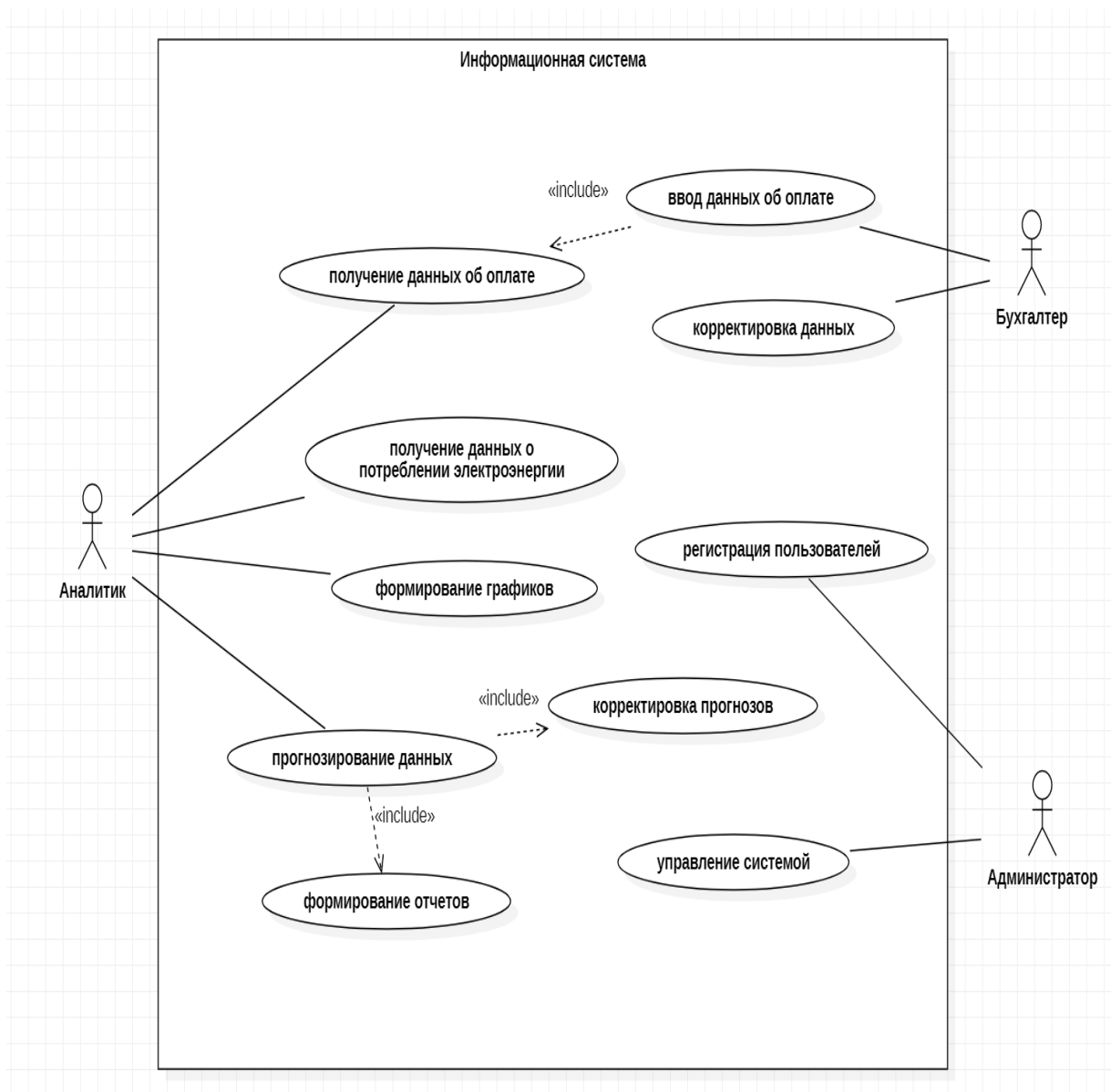


Рисунок 6 – Диаграмма прецедентов процесса анализа точности прогнозов

Аналитики отдела в системе имеют возможность быстро получать данные об оплате которые вносит бухгалтер при оплате клиентами за использование электроэнергии. Бухгалтер также имеет возможность вносить корректировки использованного объема. Администратор системы ведет управление всей системой, регистрирует новых пользователей для доступа к системе.

Аналитик при получении необходимых данных потребления электроэнергии и данные об оплате может провести прогнозирование дальнейшего использования ресурсов и сформировать отчеты и

скорректировать прогнозы если для этого потребуется внести новые данные [18].

Последовательная работа аналитика компании при мониторинге данных и корректировке прогнозов продаж представлена на рисунке 7.

На диаграмме показаны три объекта которые взаимодействуют при внесении данных, получении и обработке информации для корректировки прогнозов продаж.

Бухгалтер вносит в систему данные об оплате которые послужат основой для проведения анализа точности прогнозов и построения графика для отдела аналитики.

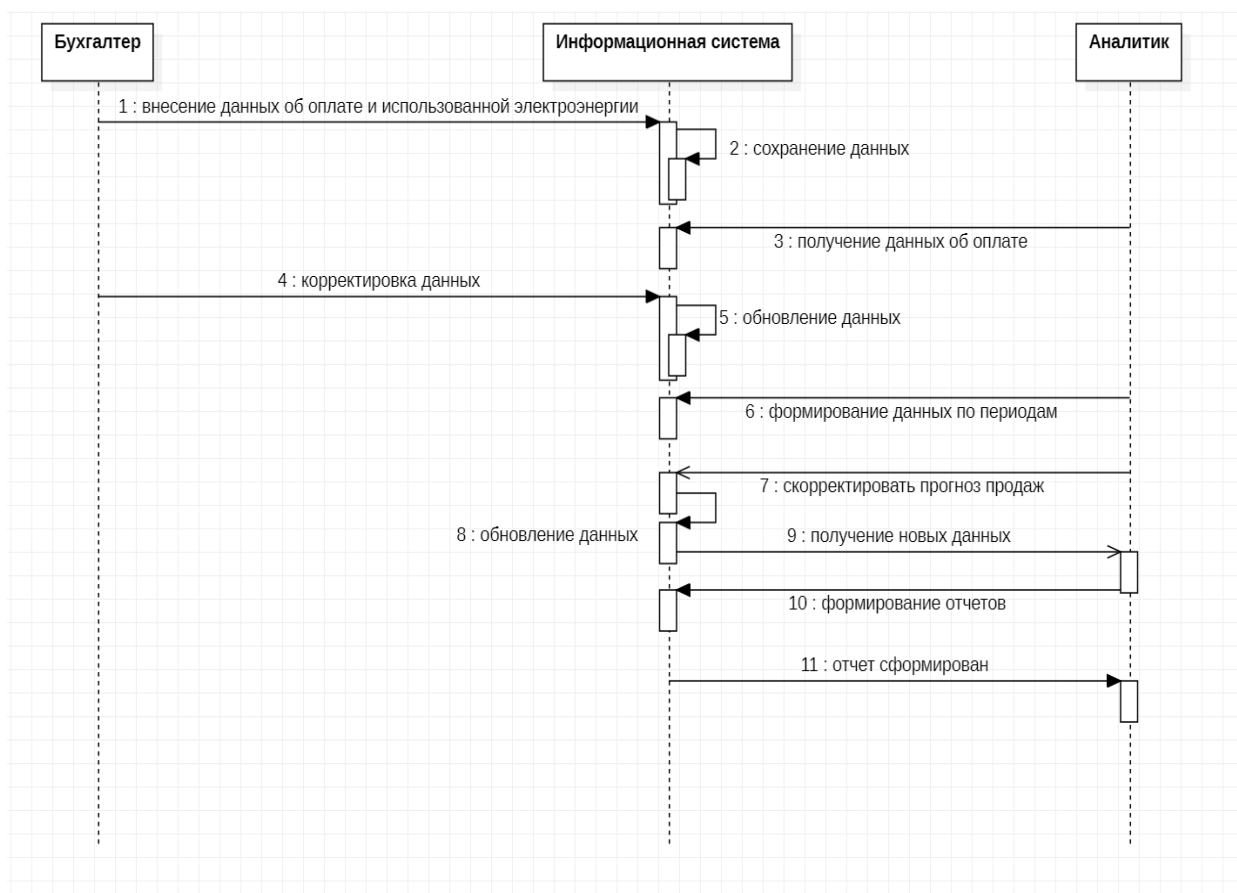


Рисунок 7 – Диаграмма последовательности процесса «Анализ точности прогнозов»

Построение диаграмм вариантов использования и последовательности при внедрении информационной системы позволяет дальнейшее

проектирование и дает представление о структуре системы на логическом уровне [19].

Главное меню аналитика показано на рисунке 8.

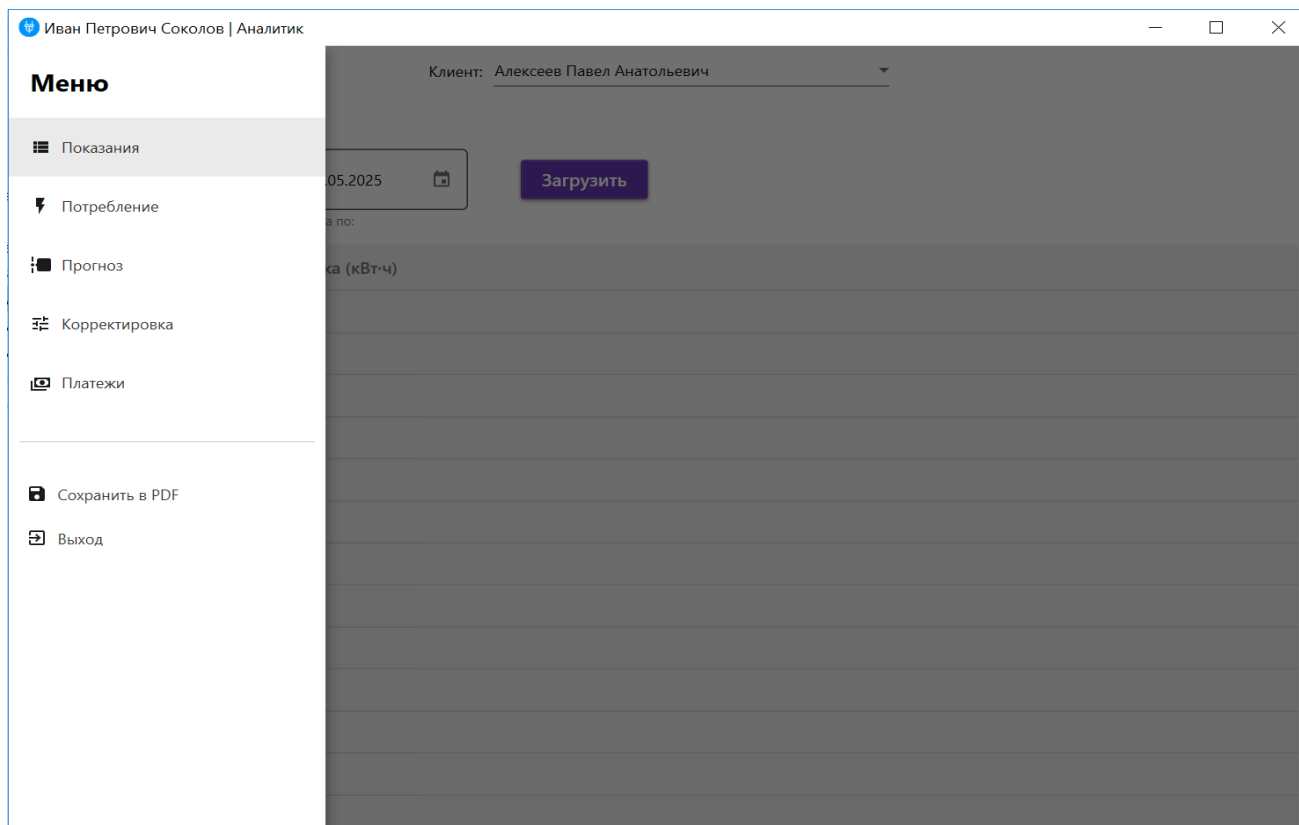


Рисунок 8 – Меню главной формы информационной системы

В меню информационной системы показаны несколько вкладок позволяющих получать все необходимые данные для полного анализа и прогнозирования потребления электроэнергии. В меню информационной системы показаны несколько вкладок позволяющих получать все необходимые данные для полного анализа и прогнозирования потребления электроэнергии.

Информационная система также позволяет выгружать данные в виде отчета в формате PDF [16].

2.2 Проектирование базы данных системы анализа точности прогнозов

Аналитику компании при проведении анализа точности прогнозов необходимы актуальные данные получаемые из единой базы данных, которая должна содержать всю поступающую информацию при приемке оплаты за электроэнергию и показания использованных ресурсов.

Для процесса необходимы данные о:

- жильцах;
- оплате;
- квартирах;
- услуге.

На рисунке 9 показана Ег- модель данных.

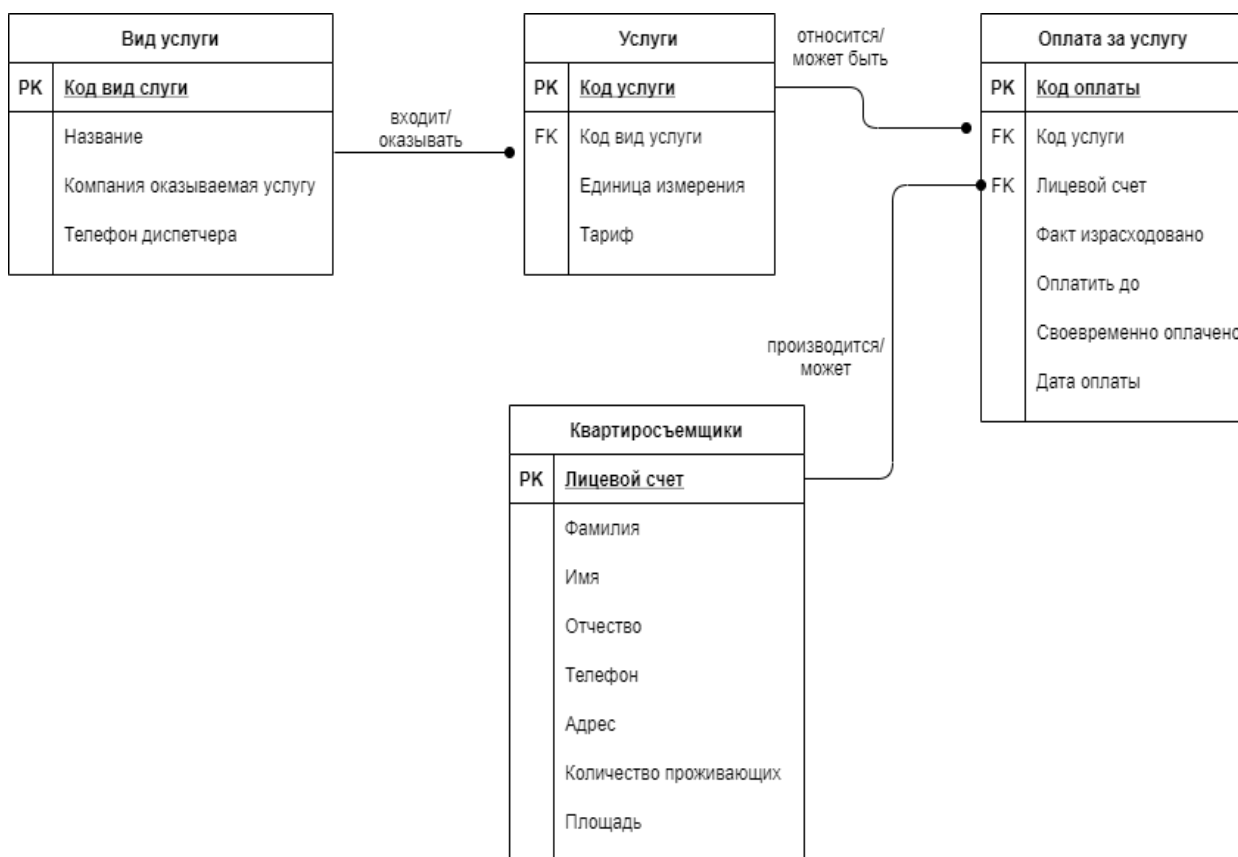


Рисунок 9 – ER-диаграмма предметной области

В СУБД MS SQL создание таблицы происходит с помощью команды CREATE TABLE.

CREATE TABLE Квартирoсьемщики

Лицевой счет INT NOT NULL ,

Фамилия VARCHAR(50) NOT NULL ,

Имя VARCHAR(50) NOT NULL ,

Отчество VARCHAR(50) NOT NULL ,

Телефон VARCHAR(50) NOT NULL;

Адрес VARCHAR(50) NOT NULL;

Количество проживающих INT NOT NULL;

Площадь VARCHAR(50) NOT NULL;

Добавление первичного ключа таблицы Квартирoсьемщики

ALTER TABLE Квартирoсьемщики ADD PRIMARY KEY (Лицевой счет)

Структура таблицы Квартирoсьемщики, рисунке 10.

	Имя столбца	Тип данных	Разрешить ...
PK	[Лицевой счет]	int	☐
	Фамилия	nvarchar(50)	☐
	Имя	nvarchar(50)	☐
	Отчество	nvarchar(50)	☐
	Телефон	nvarchar(50)	☐
	Адрес	nvarchar(50)	☐
	[Количество проживающих]	int	☐
	Площадь	nvarchar(50)	☐
			☐

Рисунок 10 – Создание таблицы Квартирoсьемщики

CREATE TABLE Оплата за услугу

Лицевой счет INT NOT NULL ,

Код услуги INT NOT NULL ,

Факт израсходовано VARCHAR(50) NOT NULL ,

Оплатить до VARCHAR(50) NOT NULL,

Своевременно оплачено VARCHAR(50) NOT NULL,

Дата оплаты VARCHAR(50) NOT NULL;

Добавление первичного ключа таблицы Оплата за услугу

ALTER TABLE Оплата за услугу ADD PRIMARY KEY (Код оплаты)

Структура таблицы Оплата за услугу, рисунке11.

DESKTOP-QGVS6DP.ЖКХ - dbo.Table_1* X				DESKTOP-QGVS6DP....X - dbo.Кварт			
	Имя столбца	Тип данных	Разрешить ...				
🔑	[Лицевой счет]	int	☐				
	[Код услуги]	int	☐				
	[Факт израсходовано]	nvarchar(50)	☐				
	[Оплатить до]	date	☐				
	[Своевременно оплаче...]	bit	☐				
▶	[Дата оплаты]	date	☐				
			☐				

Рисунок 11 – Создание таблицы Оплата за услугу

CREATE TABLE Услуги

Код услуги INT NOT NULL ,

Вид услуги VARCHAR(50) NOT NULL ,

Единица измерения VARCHAR(50) NOT NULL ,

Тариф VARCHAR(50) NOT NULL;

Добавление первичного ключа таблицы Услуги

ALTER TABLE Услуги ADD PRIMARY KEY (Код услуги)

Структура таблицы Услуги, рисунке 12.

DESKTOP-QGVS6DP.ЖКХ - dbo.Table_1*		DESKTOP-QGVS6DP.....Оплата	
	Имя столбца	Тип данных	Разрешить ...
	[Код услуги]	int	☐
	[Вид услуги]	nvarchar(50)	☐
	[Единица измерения]	nvarchar(50)	☐
	Тариф	nvarchar(50)	☐
			☐

Рисунок 12 – Создание таблицы Услуги

CREATE TABLE Оказываемая услуга

Код вид услуги INT NOT NULL ,

Компания оказываемая услугу VARCHAR(50) NOT NULL ,

Телефон диспетчера VARCHAR(50) NOT NULL;

Добавление первичного ключа таблицы Код вид услуги

ALTER TABLE Вид услуги ADD PRIMARY KEY (Код вид услуги)

Структура таблицы Код вид услуги, рисунке 13.

DESKTOP-QGVS6DP....- dbo.Вид услуги				ЖКХSQLQuery4.sql -...st.Airport (sa (51))	
	Имя столбца	Тип данных	Разрешить ...		
🔑	[Код вид услуги]	int	☐		
	Название	nvarchar(50)	☐		
	[Компания оказываема...	nvarchar(50)	☐		
	[Телефон диспетчера]	nvarchar(50)	☐		
			☐		

Рисунок 13 – Создание таблицы Вид услуги

С помощью команд INSERT INTO и VALUES происходит вставка строк внутрь той или иной таблицы [16].

2.3 Выбор архитектуры информационной системы анализа точности прогнозов

Архитектура информационной системы должна позволять взаимодействие клиента (пользователя) с данными системы. База данных должна обеспечивать хранение и обработку поступающей информации для дальнейших прогнозов и корректировок.

Получение данных пользователь сможет получать при помощи запросов, обеспечивающих вывод информации по заданным критериям.

Операционная система должна поддерживать Windows Server.

Архитектура информационной системы должна быть настолько гибкой чтобы была возможность для расширения при внедрении ее в несколько отделов компании.

Рассмотрены особенности нескольких архитектур, позволяющих реализовать информационную систему анализа точности прогнозов.

«Монолитная архитектура – это способ разработки, при котором все компоненты приложения собираются в единый проект и тесно связаны между собой. В такой архитектуре интерфейс, логика приложения, базы данных и т. д. собраны в одно целое. Это упрощает запуск и тестирование» [11].

«Такой подход отлично работает с небольшими проектами, стартапами или приложениями, где нет необходимости в сложной системе модулей и сервисов. К примерам монолитных приложений можно отнести сайты-визитки, простые онлайн-магазины или небольшие внутренние корпоративные системы» [11].

«Микросервисная архитектура – это подход, при котором приложение разделяется на множество независимых сервисов, каждый из которых выполняет свою задачу. Отдельный сервис может разрабатываться, развертываться и масштабироваться отдельно от других. Микросервисы идеально подходят для сложных и крупных проектов. Такой подход позволяет крупным приложениям становиться гибкими и справляться с большим

количеством нагрузки со стороны клиентов. Это требует хорошей организации и инструментов управления инфраструктурой» [11].

Монолитная архитектура дает пользователю много преимуществ, в частности отправлять данные и получать информацию из единого приложения.

На рисунке 14 показана монолитная архитектура.

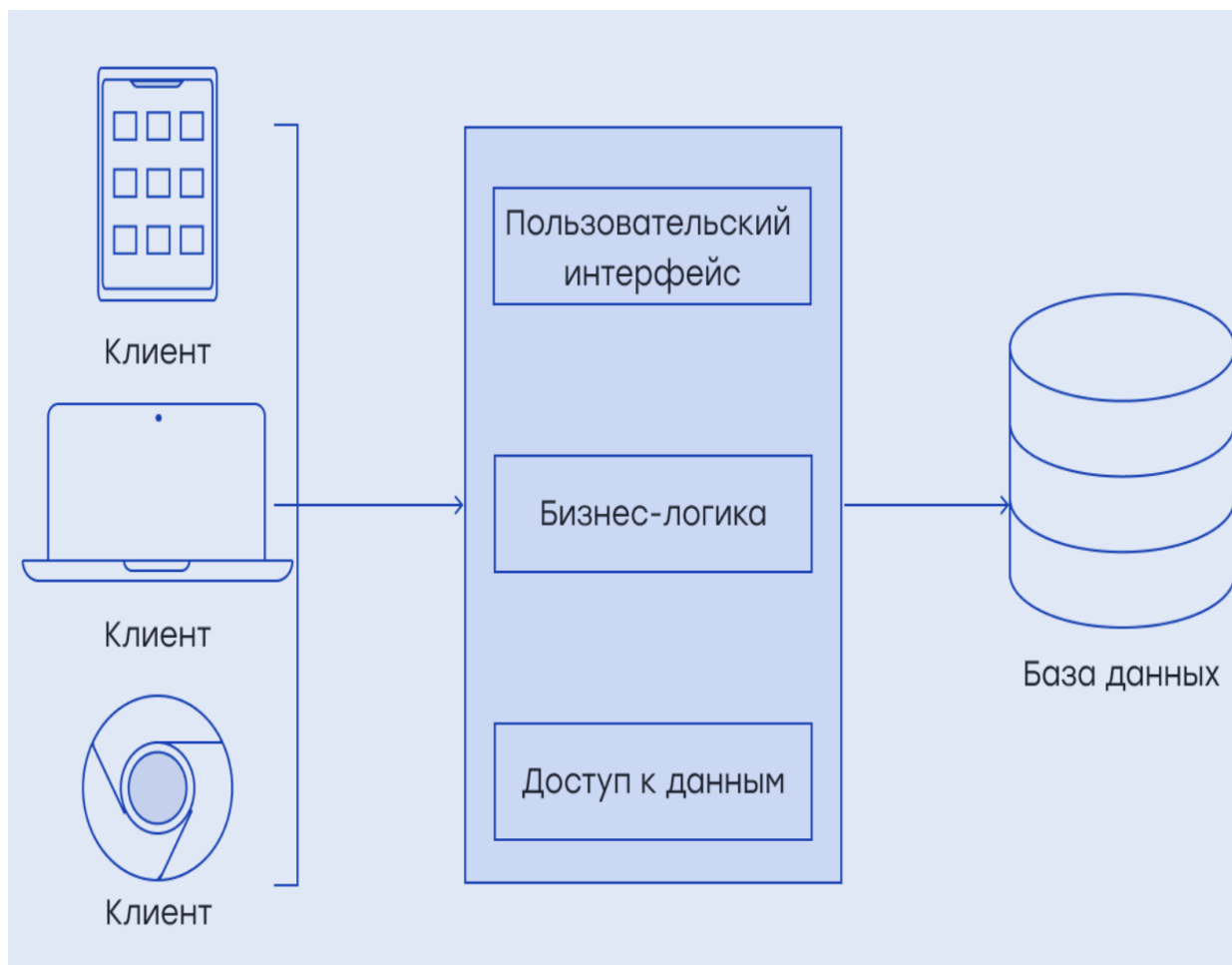


Рисунок 14 – Монолитная архитектура

Монолитная архитектура самая подходящая для реализации информационной системы для мониторинга и корректировки прогнозов продаж.

Глава 3 Физическое проектирование информационной системы анализа точности прогнозов

3.1 Выбор инструментов разработки системы анализа точности прогнозов

Разработка информационной системы осуществляется с помощью различных инструментов, которые необходимо подобрать перед реализацией проекта. Рассмотрим язык программирования высокого уровня C#.

«C Sharp – это объектно-ориентированный язык программирования» [14].

«Он предусматривает следующие преимущества:

- строгую типизацию;
- сохранение концепций объектно-ориентированного программирования;
- функциональность;
- достаточно мощный инструментарий;
- стабильную работу через Visual Studio;
- компактный и легко читаемый код;
- понятный даже новичкам синтаксис.

Минусы:

- синтаксис, безграмотное применение которого провоцирует разного рода ошибки утилит;
- библиотеки, которые не подойдут для выполнения специфических задач;
- читаемость кода – конкуренты смогут с легкостью «разобрать» программное обеспечение и изучить его состав» [14].

«Являясь объектно-ориентированным языком, он много перенял у Java и C++. Как и Java, C# изначально предназначался для веб-разработки, и

примерно 75% его синтаксических возможностей такие же, как у Java. Объектно-ориентированный подход позволяет строить с помощью C# крупные, но в то же время гибкие, масштабируемые и расширяемые приложения» [13].

«C# уже давно поддерживает много полезных функций:

- инкапсуляция,
- наследование,
- полиморфизм,
- перегрузка операторов,
- статическая типизация.

При этом он всё ещё активно развивается, и с каждой новой версией появляется всё больше интересного – например лямбды, динамическое связывание, асинхронные методы и т.д.

Первая версия языка вышла вместе с релизом Microsoft Visual Studio .NET в феврале 2002 года» [13].

«Под C#, нередко имеют в виду технологии платформы .NET (Windows Forms, WPF, ASP.NET, Xamarin)» [13].

«В основе .NET – общезыковая среда исполнения Common Language Runtime (CLR), благодаря чему платформа поддерживает несколько языков: наряду с C# это VB.NET, C++, F#, а также различные диалекты других языков, привязанные к .NET, например, Delphi.NET. Код на любом из этих языков компилируется в сборку на общем языке CIL (Common Intermediate Language) – своего рода ассемблер платформы .NET.

Общезыковая среда исполнения CLR и базовая библиотека классов – это основа для целого стека технологий, которые разработчики могут задействовать при создании разных приложений» [13].

«Язык имеет статическую типизацию, поддерживает полиморфизм, перегрузку операторов (в том числе операторов явного и неявного приведения типа), делегаты, атрибуты, события, свойства, обобщённые типы и методы, итераторы, анонимные функции с поддержкой замыканий, LINQ,

исключения, комментарии в формате XML. Переняв многое от своих предшественников – языков C++, Java, Delphi, Модула и Smalltalk – C#, опираясь на практику их использования, исключает некоторые модели, зарекомендовавшие себя как проблематичные при разработке программных систем: так, C# не поддерживает множественное наследование классов (в отличие от C++)» [13].

«C# разрабатывался как язык программирования прикладного уровня для CLR и, как таковой, зависит, прежде всего, от возможностей самой CLR. Это касается, прежде всего, системы типов C#, которая отражает BCL. Присутствие или отсутствие тех или иных выразительных особенностей языка диктуется тем, может ли конкретная языковая особенность быть транслирована в соответствующие конструкции CLR. Так, с развитием CLR от версии 1.1 к 2.0 значительно обогатился и сам C#; подобного взаимодействия следует ожидать и в дальнейшем. (Однако эта закономерность была нарушена с выходом C# 3.0, представляющим собой расширения языка, не опирающиеся на расширения платформы .NET.) CLR предоставляет C#, как и всем другим .NET-ориентированным языкам, многие возможности, которых лишены «классические» языки программирования. Например, сборка мусора не реализована в самом C#, а производится CLR для программ, написанных на C# точно так же, как это делается для программ на VB.NET, J# и др.» [13].

Сравнение языков программирования представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение языков программирования

Критерий сравнения	C++	C#	Java
Наличие фреймворков и библиотек	+	+	+
Строгая типизация данных	-	+	+

Продолжение таблицы 2

Критерий сравнения	C++	C#	Java
Постоянное развитие	-	+	-
Базовая библиотека классов	-	+	+
Популярность	-	+	-
Сложность изучения	+	-	-

«Microsoft Visual Studio 2022 – представляет собой набор интегрированных сред разработки, он, как и многие был разработан программистами Microsoft как бесплатная и ограниченная по функциям версия несвободной Microsoft Visual Studio» [18].

3.2 Описание программных модулей системы анализа точности прогнозов

Внедрение системы в отдел аналитики позволит увеличить эффективность распределения энергоресурсов и планировать ремонтные работы при снижении потребления ресурсов потребителями. Повысить эффективность потребления электроэнергии.

С использованием интерфейса пользователь сможет вводить данные и получать актуальную информацию из базы данных.

В базу данных сохраняются все поступающие документы и информация, где будут обрабатываться и представлены пользователю на экран.

Исполняемым файлом информационной системы будет PowerTradeMonitor, который будет содержать все необходимые модули и данные для загрузки и представления данных.

3.3 Разработка информационной системы анализа точности прогнозов

Работа автоматизированной информационной системы начинается с проверки вводимых данных пользователем (логина и пароля), которые присваиваются администратором системы аналитикам отдела.

Форма авторизации показана на рисунке 14

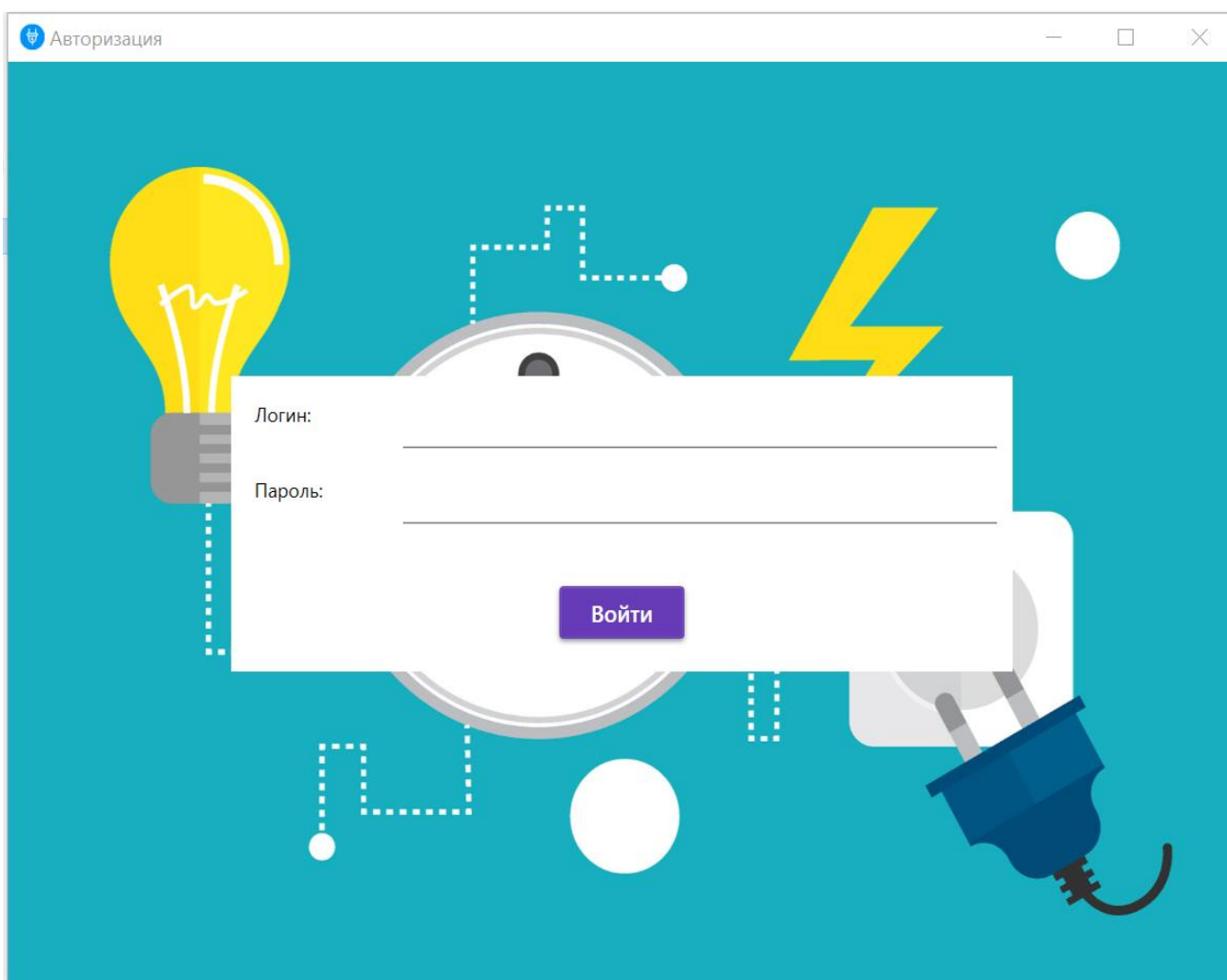


Рисунок 14 – Форма авторизации пользователя в системе

После успешной авторизации в системе пользователю доступно главное окно, где расположена навигационная панель с кнопками

перемещения между формами системы. Главное окно пользователя представлено на рисунке 15.

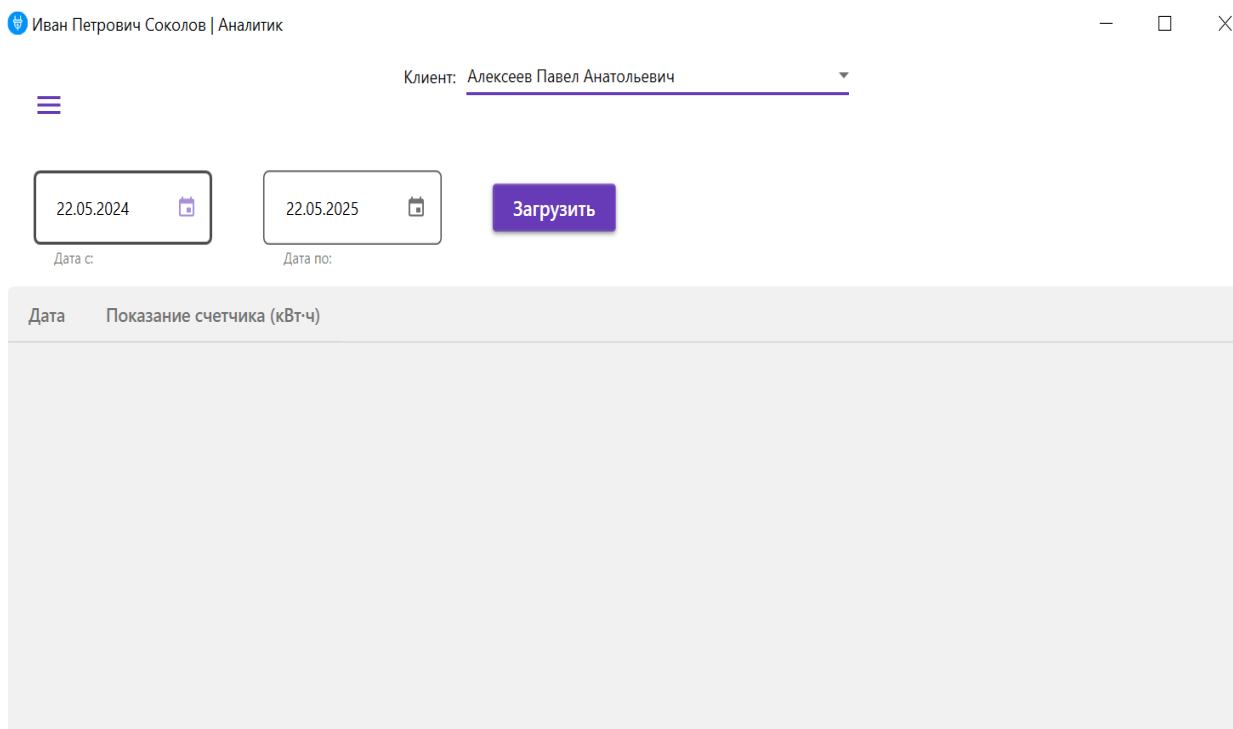


Рисунок 15 – Главное окно пользователя

Аналитик под своими данными заходит в информационную систему, где получает все данные необходимые для аналитики и корректировок прогнозов продаж. Меню предоставляет аналитику возможность выбирать данные по клиенту и проводить по нему анализ потребления и корректировать показатели. Также в меню есть кнопки: показания, потребление, прогноз, корректировка, платежи. Меню показано на рисунке 16.

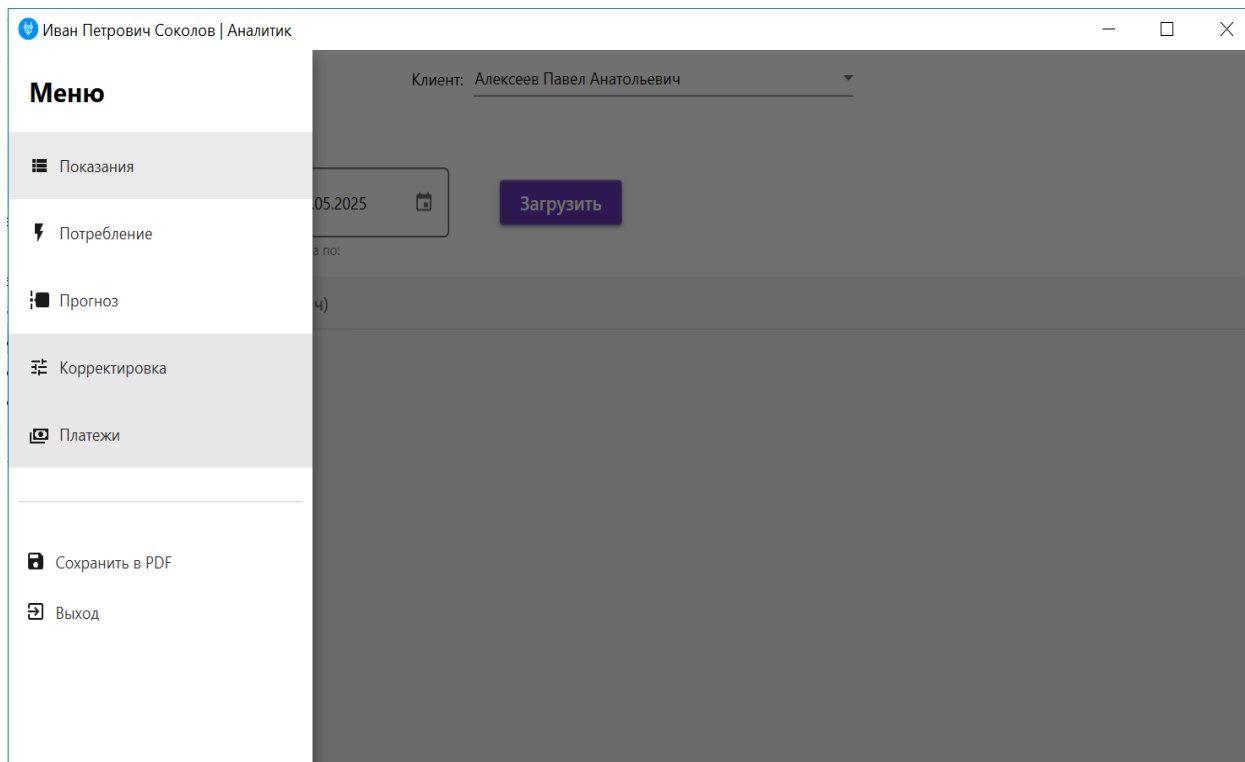


Рисунок 16 – Меню пользователя системы

Выбрав клиента из выпадающего списка клиентов в базе, аналитик выбирает период, за который необходимо получить данные о показаниях счетчика данного клиента.

Форма с данными показаний счетчика за период с 01.05.2025 по 22.05.2025 показана на рисунке 17.

Иван Петрович Соколов | Аналитик

Клиент: АО ПромЭнерго

01.05.2024

22.05.2025

Загрузить

Дата с:

Дата по:

Дата	Показание счетчика (кВт·ч)
2024-05-01	1014064.29
2024-06-01	1058224.52
2024-07-01	1063951.56
2024-08-01	1093927.38
2024-09-01	1106965.74
2024-10-01	1119705.08
2024-11-01	1166205.14
2024-12-01	1210006.01
2025-01-01	1255654.49
2025-02-01	1299491.86
2025-03-01	1300454.49
2025-04-01	1314725.44
2025-05-01	1334834.69

Рисунок 17 – Форма с данными о показаниях счетчика

Данные о потреблении выбранного клиента также можно загрузить, выбрав вкладку «Потребление» и задать период, за который интересуют показатели потребления в кВт/ч [24].

Все данные загружаются из базы данных после нажатия кнопки «Загрузить». Форма с представленными данными показана на рисунке 18.

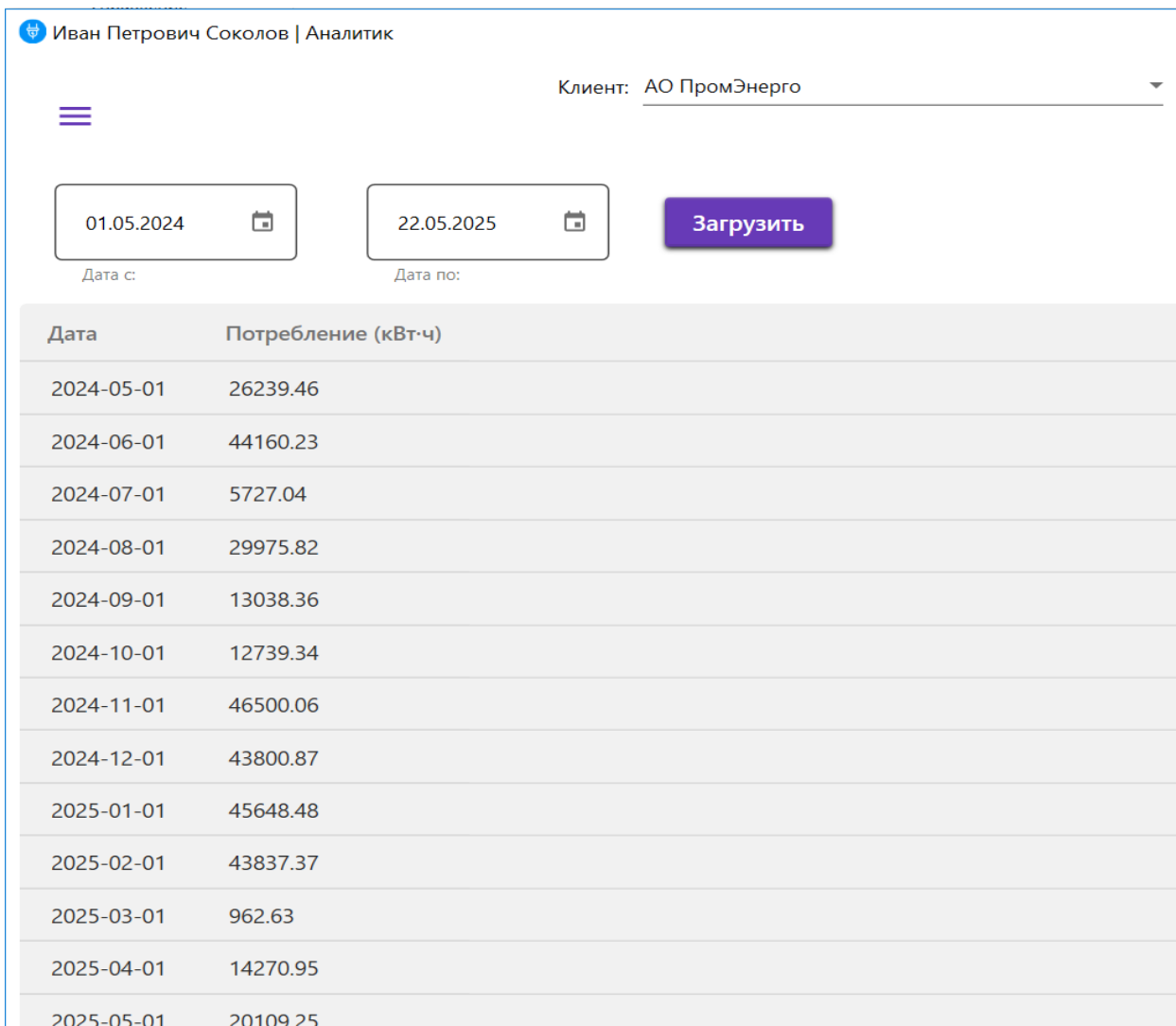


Рисунок 18 – Полученные данные о потреблении

При получении прогнозных данных аналитик может обновить историю, сохранить прогноз или сгенерировать его. Прогноз генерируется на основе прошлых двух лет потребления электроэнергии данным клиентом за аналогичные периоды, рисунок 19.

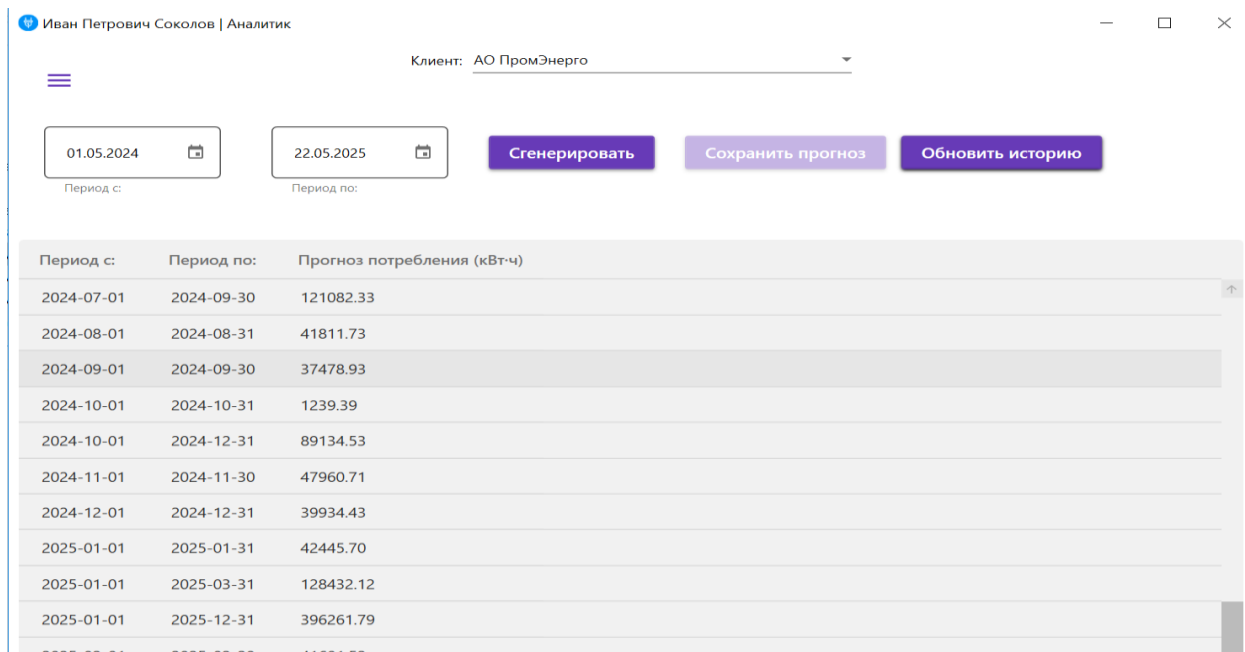


Рисунок 19 – Получение данных о прогнозе

Если нажать кнопку «Сгенерировать» система выдает расчет прогноза потребления электроэнергии данного клиента из расчета потребления за последние два года, рисунок 20.

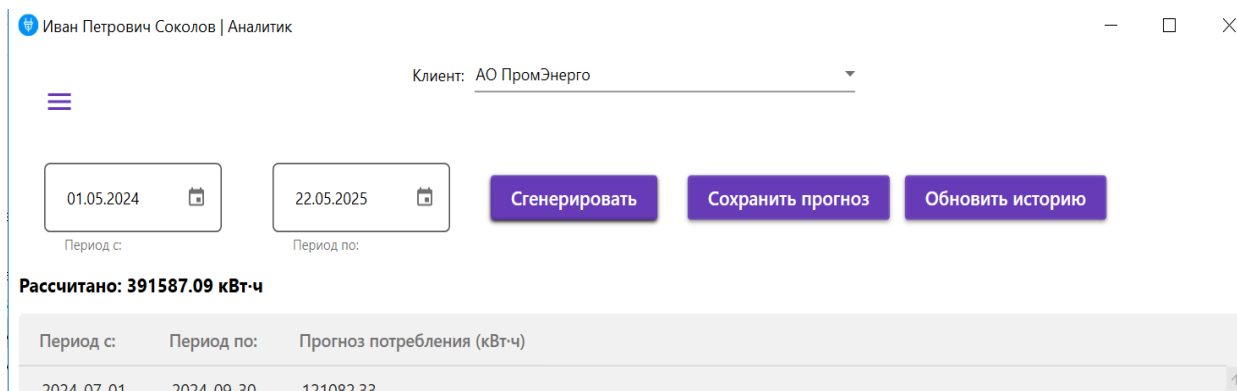


Рисунок 20 – Получение данных о прогнозе

На рисунке 20 видно, что система рассчитала прогноз потребления 391587.09 кВт/ч на период с 01.05.2025 по 22.05.2025 год. Аналитик может сохранить выполненный прогноз для дальнейшей аналитики.

Отслеживание платежей можно производить в системе нажав кнопку «Платежи». По выбранному клиенту формируются все платежи которые были произведены клиентом за заданным период. Форма с данными о платежах показана на рисунке 21.

Дата	Тариф	Потребление (кВт·ч)	Платёж (Р)
2024-05-01	5.00	26239.46	131197.34
2024-06-01	5.00	44160.23	220801.13
2024-07-01	5.00	5727.04	28635.22
2024-08-01	5.00	29975.82	149879.07
2024-09-01	5.00	13038.36	65191.78
2024-10-01	5.00	12739.34	63696.73
2024-11-01	5.00	46500.06	232500.29
2024-12-01	5.00	43800.87	219004.33
2025-01-01	5.00	45648.48	228242.44
2025-02-01	5.00	43837.37	219186.83
2025-03-01	5.00	962.63	4813.17
2025-04-01	5.00	14270.95	71354.71
2025-05-01	5.00	20109.25	100546.29

Рисунок 21 – Форма с данными о платежах

Список платежей при необходимости можно сохранить в формате pdf, также как и данные о потреблении, прогнозе и показателях [20]. Подтверждение о сохранении документа от системы показано на рисунке 22.

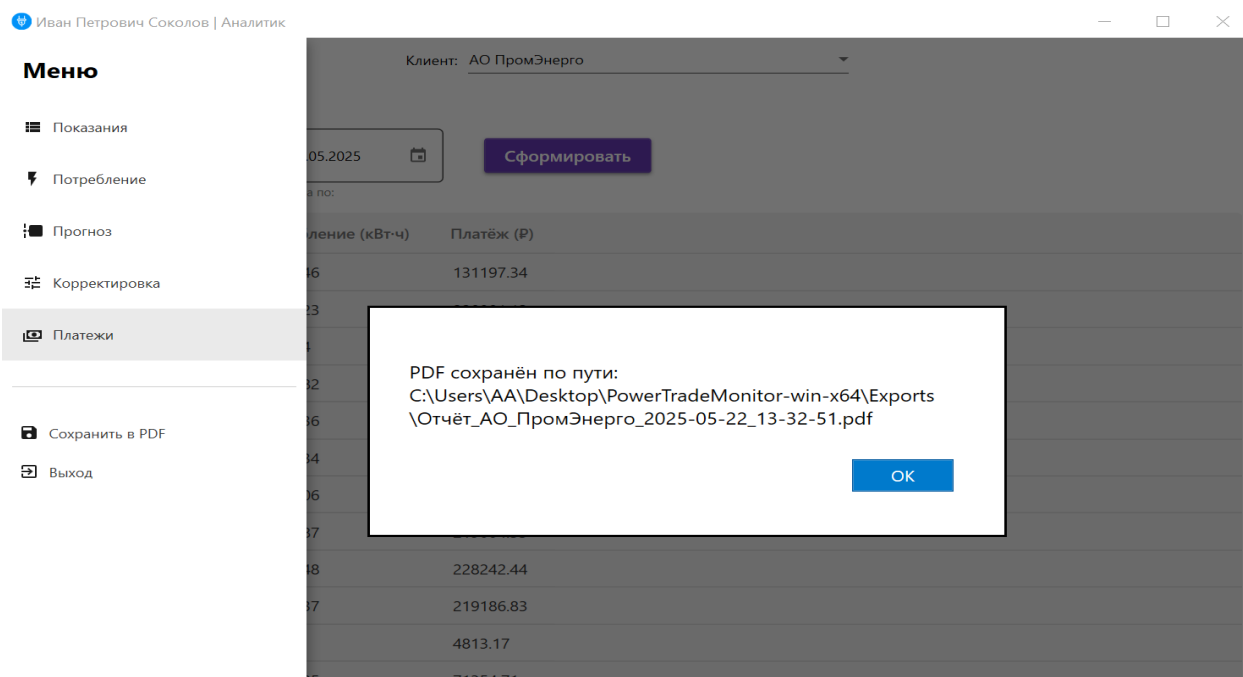


Рисунок 22 – Подтверждение о сохранении документа

Отчет о платежах представлен на рисунке 23. В отчете показаны показатели о потреблении и платежах за указанный период.

Клиент: АО ПромЭнерго

Итоговый отчёт по клиенту

Дата	Тариф (Р/кВт·ч)	Потребление (кВт·ч)	Платёж (Р)
2024-05-01	5,00	26239,46	131197,34
2024-06-01	5,00	44160,23	220801,13
2024-07-01	5,00	5727,04	28635,22
2024-08-01	5,00	29975,82	149879,07
2024-09-01	5,00	13038,36	65191,78
2024-10-01	5,00	12739,34	63696,73
2024-11-01	5,00	46500,06	232500,29
2024-12-01	5,00	43800,87	219004,33
2025-01-01	5,00	45648,48	228242,44
2025-02-01	5,00	43837,37	219186,83
2025-03-01	5,00	962,63	4813,17
2025-04-01	5,00	14270,95	71354,71
2025-05-01	5,00	20109,25	100546,29

Рисунок 23 – Отчет о платежах клиента

Отчет с показаниями счетчиков показан на рисунке 24 [23].

Клиент: АО ПромЭнерго

Показания счетчиков

Дата	кВт·ч
2024-05-01	1014064,29
2024-06-01	1058224,52
2024-07-01	1063951,56
2024-08-01	1093927,38
2024-09-01	1106965,74
2024-10-01	1119705,08
2024-11-01	1166205,14
2024-12-01	1210006,01
2025-01-01	1255654,49
2025-02-01	1299491,86
2025-03-01	1300454,49
2025-04-01	1314725,44
2025-05-01	1334834,69

Рисунок 24 – Отчет с показаниями счетчиков клиента

Чтобы в любой момент выйти из системы необходимо нажать на кнопку «Выход», согласно рисунку 25.

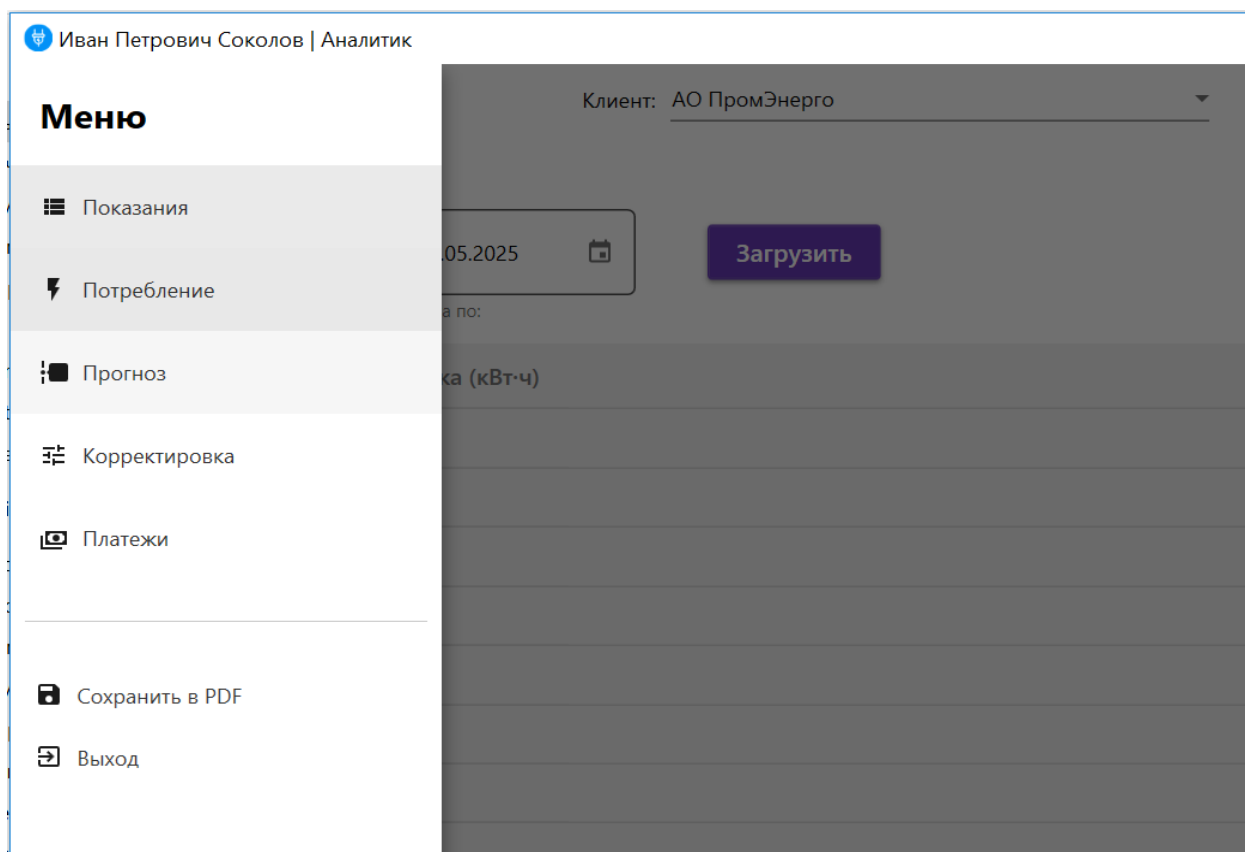


Рисунок 25 – Выход из системы

Автоматизация процесса проведения анализа точности прогнозов обеспечит аналитикам компании получать точные данные о потреблении электроэнергии.

Внедрение системы в процесс аналитического отдела требует дополнительных ресурсов и инфраструктуры. Перед внедрением специалистам необходимо подготовить рабочие места сотрудников, имеющих отношение к информационной системе и задействованных в процессе анализа точности прогнозов.

3.4 Расчет показателей экономической эффективности проекта

Оценка экономической эффективности играет важную роль в оценке проекта внедрения программного продукта в процессы компании для

мониторинга и корректировки прогноза продаж. В данном разделе проводится анализ экономической эффективности внедрения разработанной информационной системы.

В ходе исследования был «проведен анализ себестоимости, учитывая внедрение разработанной информационной системы в компанию. Таблица 3 представляет данные, на основе которых производится расчет себестоимости внедрения системы для мониторинга и корректировки прогноза продаж» [16].

Таблица 3 – Данные для вычисления себестоимости системы

«Наименование показателя	Единицы измерения	Обозначение	Значение
Амортизации компьютера	%	H_A	20
Затраты на покупку компьютера	руб.	C_K	250000
Стоимость 1 кВт электроэнергии	руб.	C_{KB}	5,20
Мощность компьютера	кВт/ч	M_K	0,6
Оклад программиста	руб.	C_{Tpc}	175000
Фонд рабочего времени в месяц	ч	Φ_{BM}	164,9
Фонд рабочего времени в год	ч	Φ_{BG}	1979» [17]

Затраты на машинное время рассчитывается по формуле (1):

$$C_{M/ч} = A_{M_K} + C_{эл}, \quad (1)$$

где A_{M_K} – амортизация компьютера за 1 м/ч (машино-час), руб.;

$C_{эл}$ – стоимость электроэнергии за 1 час работы, руб.

Амортизация компьютера за 1 м/ч вычисляется по следующей формуле (2):

$$A_{M_K} = \frac{C_K \cdot H_A}{\Phi_{BG} \cdot 100\%}, \quad (2)$$

где C_K – стоимость компьютера, руб.;

N_A – норма амортизации компьютера;

$\Phi_{вг}$ – фонд рабочего времени в год, ч.

Следовательно, амортизация компьютера за 1 м/ч равна:

$$A_{M_K} = \frac{250000 \cdot 20\%}{1979 \cdot 100\%} = 25,26 \text{ руб.}$$

«Стоимость электроэнергии за 1 час работы вычисляется по следующей формуле (3):

$$C_{эл} = M_K \cdot C_{кв}, \quad (3)$$

где M_K – мощность компьютера, кВт/ч.;

$C_{кв}$ – стоимость 1 кВт электроэнергии, руб.;

$$C_{эл} = 0,6 \cdot 5,20 = 3,12 \text{ руб.}$$

Используя теперь полученные значения, можно рассчитать стоимость 1 м/ч:

$$C_{м/ч} = 25,26 + 3,12 = 28,38 \text{ руб.}$$

Затраты труда специалиста на разработку системы рассчитывается с помощью данных, которые представлены в таблице 4» [17].

Таблица 4 – Затраты времени на разработку системы

Наименование этапов работы	Время выполнения
Разработка системы	456 часов
Тестирование и исправление ошибок	90 часов
Опытная эксплуатация	70 часов
Доработка системы по результатам эксплуатации	52 часа

Продолжение таблицы 4

Наименование этапов работы	Время выполнения
Разработка документации	72 часов
Всего	740 часов

Расчет затрат на заработную плату программисту, разрабатываемому веб-систему по формуле (4):

$$C_{pc} = Z_{пр} \cdot T_{pc}, \quad (4)$$

где $Z_{пр}$ – зарплата работника за час;

T_{pc} – время разработки системы.

Зарботная плата разработчика за час определяется по следующей формуле (5):

$$Z_{пр} = \frac{C_{Tpc}}{\Phi_{вм}}, \quad (5)$$

где C_{Tpc} – ставка разработчика, руб.;

$\Phi_{вм}$ – фонд рабочего времени в месяц, ч.

$$Z_{пр} = \frac{175000}{164,9} = 1061,25 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда разработчика составили:

$$C_{pc} = 1061,25 \cdot 740 = 785325,00 \text{ руб.}$$

Себестоимость разработанной системе рассчитывается по формуле (6):

$$C_c = C_{м/ч} \cdot T_{pc} + C_{pc}, \quad (6)$$

где $C_{м/ч}$ – стоимость машинного часа работы, руб.;

T_{pc} – время разработки системы;

C_{pc} – затраты на оплату труда разработчика системы.

$$C_c = 28,38 \cdot 740 + 785325,00 = 806326,20 \text{ руб.}$$

Экономическая эффективность также включает затраты на предполагаемые риски и колебания при внедрении информационной системы [18].

Исходные данные представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Затраты времени на разработку системы

«Наименование показателя	Единицы измерения	Обозначение	Значение
Затраченное время при мониторинге и корректировке прогнозов до внедрения системы	Ч	T_p	1,50
Затраченное время при мониторинге и корректировке прогнозов после внедрения системы	Ч	T_c	0,20
Стоимость компьютера	руб.	C_k	250000
Оклад сотрудника	руб.	$CT_{стс}$	60000
Фактическое время работы компьютера за год	Ч	$T_{фг}$	2000» [17]

Амортизация компьютера за 1 м/ч уже вычислена и составляет

$$Am_k = 25,26 \text{ руб.}$$

Рассчитаем часовую заработную плату сотрудника отдела аналитики по следующей формуле (7):

$$З_c = \frac{CT_{стс}}{\Phi_{вм}}, \quad (7)$$

где $CT_{стс}$ – ставка сотрудника, руб.;

$\Phi_{вм}$ – фонд рабочего времени в месяц, ч.;

$$З_c = \frac{60000}{164,9} = 363,86 \text{ руб.}$$

Затраты за 1 час работы сотрудника на ПК (8):

$$C_{\text{м/ч}} = A_{\text{мк}} + Z_{\text{с}} + C_{\text{эл}}, \quad (8)$$

где $A_{\text{мк}}$ – амортизация компьютера за 1 м/ч, руб.;

$Z_{\text{с}}$ – часовая зарплата сотрудника;

$C_{\text{эл}}$ – стоимость электроэнергии за 1 ч работы компьютера;

$$C_{\text{м/ч}} = 25,26 + 363,86 + 3,12 = 392,24 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от внедрения новой информационной системы рассчитывается по формуле (9):

$$\mathcal{E} = C_1 - C_2, \quad (9)$$

где C_1 – стоимость базового варианта системы;

C_2 – стоимость процесса после внедрения системы;

Стоимость первого варианта рассчитывается по формуле (10):

$$C_1 = (C_{\text{тстс}} \cdot \frac{T_{\text{р}}}{\Phi_{\text{вм}}} + C_{\text{м/ч}} \cdot T_{\text{р}}) \cdot K_{\text{с}} \cdot 12, \quad (10)$$

где $C_{\text{тстс}}$ – ставка сотрудника отдела;

$T_{\text{р}}$ – затраченное время для анализа до внедрения системы, ч;

$\Phi_{\text{вм}}$ – фонд рабочего времени в месяц, ч.;

$C_{\text{м/ч}}$ – стоимость одного часа сотрудника, проведенного за компьютером, ч.;

$K_{\text{с}}$ – количество сотрудников отдела;

$$C_1 = (60000 \cdot \frac{1,5}{164,9} + 392,24 \cdot 1,5) \cdot 100 \cdot 12 = 1360968,00 \text{ руб./год.}$$

«Стоимость работы сотрудника с использованием новой системы вычисляется по формуле (11):

$$C_2 = \left(\frac{C_{T_{CTC}} \cdot T_c}{\Phi_{BM}} + C_{M/ч} \cdot T_c \right) \cdot K_c \cdot 12 + C_c, \quad (11)$$

где $C_{T_{CTC}}$ – ставка сотрудника;

Φ_{BM} – фонд рабочего времени в месяц, ч.;

T_c – затраченное время для анализа после внедрения системы, ч.;

$C_{M/ч}$ – стоимость одного машинного часа сотрудника отдела аналитики, ч.;

K_c – количество сотрудников компании;

C_c – стоимость внедренной системы, руб.;

$$C_2 = \left(\frac{60000 \cdot 0,20}{164,9} + 392,24 \cdot 0,2 \right) \cdot 95 \cdot 12 + 806326,20 = 978714,72$$

руб./год.

Экономический эффект от внедрения системы составляет:

$$\mathcal{E} = 1360968,00 - 978714,72 = 382253,28 \text{ руб./год.}$$

Определим срок окупаемости капиталовложений (12)» [17]:

$$T_{cp} = \frac{C_k + C_c}{\mathcal{E}}, \quad (12)$$

где C_k – стоимость компьютера, руб.;

C_c – стоимость системы, руб.;

$\mathcal{E}$ – экономический эффект, руб./год.;

$$T_{cp} = \frac{250000 + 806326,20}{382253,28} = 2,76 \text{ года, т.е. приблизительно через 3 года.}$$

Определим экономическую эффективность от вложенных средств (13):

$$\mathcal{E}_\phi = \frac{1}{T_{cp}}, \quad (13)$$

$$\mathcal{E}_\phi = \frac{1}{2,76} = 0,36$$

Анализ ключевых показателей, полученных в результате тщательной оценки экономической эффективности инвестированных средств и определения срока окупаемости проекта, позволяет сделать вывод о том, что первоначальная фаза возврата вложенных инвестиций будет характеризоваться умеренной динамикой. Тем не менее, результаты расчетов демонстрируют, что по прошествии трехлетнего периода с момента начала внедрения, система полностью себя окупит и начнет генерировать ощутимую прибыль, являющуюся прямым следствием внедрения новых процессов в деятельность компании. Таким образом, инвестиции в данный проект представляются оправданными и стратегически важными для долгосрочного развития организации.

Заключение

При выполнении выпускной квалификационной работы были выполнены все поставленные задачи для достижения основной цели работы. Целью работы являлась разработка информационной системы анализа точности прогнозов.

При выполнении задачи было проведено исследование деятельности компании «Многоотраслевое производственное объединение энергосетей», что позволило рассмотреть структуру управления и бизнес-процесс по ведению анализа точности прогнозов. На основе выявленных проблем и недостатке информации для проведения анализа были разработаны требования для автоматизации процесса.

Требования к системе стали основой при проектировании системы и базы данных для хранения информации. Выбранная монолитная архитектура и инструменты разработки системы такие как язык программирования C# и СУБД Microsoft SQL 2022, среда разработки Visual Studio 2022 позволили реализовать информационную систему проведения анализа точности прогнозов.

Готовая информационная система содержит базу данных, где храниться и обрабатывается вся поступающая информация, которая представляется пользователю на интерфейс.

При внедрении автоматизированная информационная система повысит прозрачность потребления электроэнергии потребителями и позволит вести анализ точности прогнозов потребления электроэнергии населением.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Битрикс24. [Электронный ресурс]. – URL: https://skillbox.ru/media/code/entity_framework/ (дата обращения: 20.05.2025)
2. ГОСТ 34.003-90 Автоматизированные системы. Термины и определения.
3. ГОСТ 24.702-85 Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Эффективность автоматизированных систем управления. Основные положения.
4. Горбаченко В. И. Проектирование информационных систем с СА ERwin Modeling Suite 7.3: учебное пособие / В. И. Горбаченко, Г. Ф. Убиенных, Г. В. Бобрышева – Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. – 154 с.
5. Гусов К. Н., Андреев А. А., Бондаренко Э. Н. Трудовое право России. Учебник для бакалавров. – М.: Проспект, 2021. 592 с.
6. Еременко, В.Т. Программно-аппаратные средства защиты информации: учебное пособие для высшего профессионального образования / В.Т. Еременко, А.П. Фисун. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2015. – 165 с.
7. Жмуров, Денис Борисович Программно-аппаратные средства защиты информации: учебное пособие / Д.Б. Жмуров, С.В. Жуков. – Самара: Издательство Самарского университета, 2022. – 80 с.
8. Инюшкина О.Г. Проектирование информационных систем (на примере методов структурного системного анализа): учебное пособие / О.Г. Инюшкина, Екатеринбург: «Форт-Диалог Исеть», 2014. 240 с.
9. Как использовать Entity Framework. [Электронный ресурс]. – URL: https://skillbox.ru/media/code/entity_framework/ (дата обращения: 20.05.2025)
10. Концептуальное логическое и физическое моделирование данных. [Электронный ресурс]. – URL: <https://frameworx.ru/SID/datamodelling.html> (дата обращения: 20.05.2025).

11. Микросервисная и монолитная архитектура в разработке приложений. [Электронный ресурс]. – URL: <https://selectel.ru/blog/microservices-and-monolith/> (дата обращения: 20.05.2025)
12. Отличия, достоинства и недостатки базы данных PostgreSQL: что такое PostgreSQL. [Электронный ресурс]. – URL: <https://oracle-patches.com/common/3214-что-такое-postgresql> (дата обращения: 20.05.2025)
13. Си Шарп: Достоинства и недостатки языка [Электронный ресурс]. - URL: <https://helpiks.org/6-21879.html> (дата обращения: 20.05.2025).
14. Си Шарп: описание и особенности языка [Электронный ресурс]. - URL: <https://otus.ru/journal/si-sharp-opisanie-i-osobennosti-yazyka/> (дата обращения: 20.05.2025)
15. Современное положение энергетики. [Электронный ресурс]. – URL: <http://elibrary.ru> (дата обращения: 20.05.2025)
16. Сухомлинов, А.И. Анализ и проектирование информационных систем: учебное пособие: для студентов, обучающихся по направлению 09.03.03. «Прикладная информатика» / А.И. Сухомлинов. – 2-е издание, испр. и доп. – Владивосток: Издательство Дальневосточного федерального университета, 2021. – 1 CD-ROM; [360 с.]. – Загл. с титул. экр. – ISBN 978-5-7444-5003-8.
17. Терехова, Н. Ю. Методология дизайн-проектирования: учебное пособие / Н.Ю. Терехова. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019.
18. Учебно-методическое пособие «Проектирование информационных систем» / Сост. Шамсутдинов Т.Ф. Казань: КГАСУ, 2018. - 110 с.
19. Худяков Г.А., Проектирование информационных систем / Г.А. Худяков. Учебное пособие, М.– Омега–Л, 2021. – 432 с.
20. Яндекс Tracker. [Электронный ресурс]. – URL: <https://tracker.yandex.ru/> (дата обращения: 20.05.2025)

21. Cross-Platform Desktop GUI Application using .Net Core [Электронный ресурс]. - URL: <https://yasar-yy.medium.com/cross-platform-desktop-gui-application-using-net-core-5894b0ad89a8> (дата обращения: 20.05.2025)

22. Download Visual Studio 2022 Web Installer / ISO (Community / Professional / Enterprise). [Электронный ресурс]. – URL: <https://developerinsider.co/download-visual-studio-2022-web-installer-iso-community-professional-enterprise/> (дата обращения: 20.05.2025)

23. Download and Install Visual Studio 2022. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itechtics.com/visual-studio-2022/> (дата обращения: 20.05.2025)

24. Model-View-ViewModel (MVVM). [Электронный ресурс]. – URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/maui/mvvm> (дата обращения: 20.05.2025)

25. SQL Server 2022. [Электронный ресурс]. – URL: <https://download-original-windows.ru/msdn-sql-server/sql-server-2022/> (дата обращения: 20.05.2025)

26. Strive. [Электронный ресурс]. – URL: <https://striveapp.ru/> (дата обращения: 20.05.2025)