

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)

Цифровая трансформация бизнеса

(направленность (профиль) / специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему «Разработка проекта по созданию умного офиса торговой компании с использованием IoT-технологий»

Обучающийся

И. Басыров

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Доктор социологических наук, доцент, Е.В. Желнина

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

Тольятти 2025

## **Аннотация**

Бакалаврская работа выполнена на тему «Разработка проекта по созданию умного офиса торговой компании с использованием IoT-технологий».

Цель данной работы – разработка проекта по созданию умного офиса торговой компании с использованием IoT-технологий.

Во введении раскрываются актуальность исследования, объект и предмет работы, а также ее цель и поставленные задачи.

Первая глава посвящена анализу компании ООО «Оптовик», моделированию бизнес-процесса, описывающего работу умного офиса торговой компании с использованием IoT-технологий. Проведено описание готовых программных решений и составлено техническое задание на разработку проекта.

Во второй главе представлено проектирование программного продукта: разработаны UML-диаграммы, а также построены концептуальная и логическая модели базы данных.

Третья глава включает реализацию нескольких сценариев функционирования системы, а также анализ экономической эффективности от внедрения проекта.

Бакалаврская работа состоит из 51 страницы и включает 18 рисунков, 6 таблиц, 22 источника.

## Оглавление

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                                                                                                  | 4  |
| Глава 1 Анализ предметной области.....                                                                                         | 6  |
| 1.1 Характеристика предприятия .....                                                                                           | 6  |
| 1.2 Анализ бизнес-процессов компании.....                                                                                      | 8  |
| 1.3 Анализ лучших практик в предметной области и обоснование<br>выбора решения по оптимизации.....                             | 10 |
| 1.4 Требования к проекту .....                                                                                                 | 20 |
| Глава 2 Проектирование системы .....                                                                                           | 23 |
| 2.1 Обоснование и описание архитектуры проекта.....                                                                            | 23 |
| 2.2 Построение и описание информационной модели.....                                                                           | 24 |
| 2.3 Проектирование диаграмм.....                                                                                               | 29 |
| Глава 3 Разработка проекта по созданию умного офиса торговой компании с<br>использованием IoT-технологий .....                 | 34 |
| 3.1 Разработка умного офиса торговой компании с использованием<br>IoT-технологий.....                                          | 34 |
| 3.2 Определение методики расчета экономической эффективности<br>проекта и расчёт фактических затрат на реализацию проекта..... | 38 |
| Заключение .....                                                                                                               | 45 |
| Список используемой литературы и используемых источников.....                                                                  | 46 |

## **Введение**

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка проекта по созданию умного офиса торговой компании с использованием IoT-технологий».

IoT (Internet of Things, Интернет вещей) – это сеть физических устройств, оснащённых датчиками, программным обеспечением и подключением к интернету для обмена данными. IoT позволяет автоматизировать процессы, улучшать управление ресурсами и создавать «умные» экосистемы.

Создание умного офиса с помощью IoT становится всё более актуальным по нескольким причинам, первая - оптимизация ресурсов - интеллектуальные системы управления освещением, климатом и энергопотреблением помогают снизить затраты. Вторая, повышение комфорта сотрудников – автоматизированные рабочие места, управление микроклиматом и бронирование переговорных повышают продуктивность. Третья, безопасность – IoT-камеры, системы контроля доступа и датчики мониторинга обеспечивают защиту офиса. И последняя причина, гибкость и удалённое управление – администраторы могут контролировать офисные процессы из любой точки мира.

С учётом роста гибридного формата работы и требований к эффективности офисного пространства, умные офисы становятся важным трендом для бизнеса.

В работе объект исследования – умный офис торговой компании с использованием IoT-технологий.

Предмет исследования – процесс создания проекта умного офиса с использованием IoT-технологий.

Цель работы – разработка проекта по созданию умного офиса торговой компании с использованием IoT-технологий.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие

задачи:

- изучение деятельности организации;
- изучение нормативных правовых актов, организационной структуры управления, кадрового состава, процесса планирования деятельности объекта производственной практики;
- изучение предметно-ориентированных информационных системам, которые используются работниками организации;
- разработка проекта «Умный офис» для торговой компании;
- расчет экономической эффективности проекта.

Бакалаврская работа включает введение, три главы, в которых рассматриваются вопросы постановки задачи, проектирования и реализации системы автоматизированного тестирования, а также заключение, список литературы и источников.

## **Глава 1 Анализ предметной области**

### **1.1 Характеристика предприятия**

Основная миссия компании – обеспечение российского производства бесперебойными поставками высококачественного стекла для дальнейшей переработки. Ключевой особенностью является то, что данная компания сотрудничает со многими зарубежными фирмами-производителями, где изготавливается стекло, деловые отношения с которыми позволяют завозить на территорию России продукцию даже несмотря на санкции.

Среди целей компании можно выделить следующие:

- расширение ассортимента реализуемого стекла для удовлетворения нужд различных производственных компаний и продавцов на территории РФ;
- обеспечение гарантий высокого качества продукции и услуг для поддержания репутации надёжного партнёра;
- развитие долгосрочных отношений с производителями стекла и поставщиками стекла для поддержания стабильности поставок и выгодных условий, что особенно актуально в текущей экономической ситуации в РФ;
- развитие информационных технологий и использование современных методов маркетинга для привлечения новых клиентов и расширения рынка сбыта;
- соблюдение законодательства в части чистоты сделок, уплаты налогов и соблюдения условий договоров с поставщиками и с покупателями.

Среди задач компании можно выделить следующие:

- поиск и анализ информации о потенциальных поставщиках и производителях стекла по России и за рубежом, изучение их предложений и условий сотрудничества;
- заключение договоров с выбранными поставщиками, оформление

таможенных деклараций и иных документов, необходимых для ввоза продукции на территорию РФ;

- организация правильного хранения и учёта товаров на собственных складских помещениях, распределение и маркировка стекла, а также организация своевременной доставки до заказчика;
- создание и соблюдения комфортных условий труда для сотрудников всех отделов, работающих в компании.

Рассмотрим организационную структуру предприятия, для этого удобнее всего построить структурную схему.

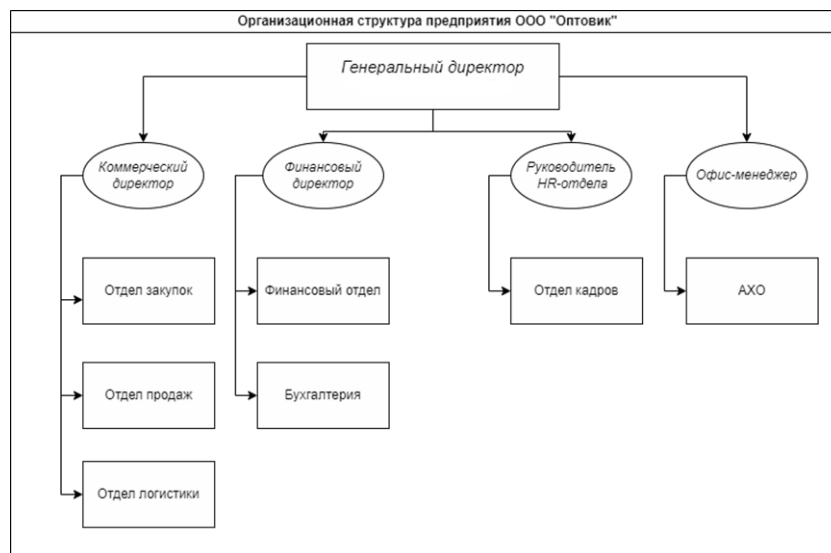


Рисунок 1 – Организационная структура предприятия

Как видно из схемы, во главе организации стоит генеральный директор, ему непосредственно подчиняются коммерческий директор, финансовый директор, руководитель HR-отдела и офис-менеджер, которые в свою очередь руководят соответствующими назначенными отделами. Например, коммерческий директор руководит сразу тремя отделами - отделом закупок, отделом продаж и отделом логистики.

Между собой отделы тоже сообщаются, например, отдел закупок при приеме заказа отправляет задачу в финансовый отдел - оплатить счёт на

поставку, а также задачу в отдел логистики - запланировать забор груза у поставщика. По аналогии работает и отдел продаж, который при приёме заказа ставит задачи финансовому отделу на выставление счета, а отделу логистики - на вывоз стекла контрагенту.

## 1.2 Анализ бизнес-процессов компании

Деятельность отделов закупок, продаж, логистики, финансового отдела, бухгалтерии и отдела кадров достаточно оптимизирована за счёт внедрения CRM системы в компании и не нуждается в доработке и оптимизации. В выпускной квалификационной работе рассматривается подробно деятельность отдела АХО, так как только деятельность этого отдела не автоматизирована. Для изучения бизнес-процессов отдела АХО построим функциональную модель «как есть» для сотрудников данного отдела, согласно нотации ARIS (функционально-событийное древо) (рисунок 2).

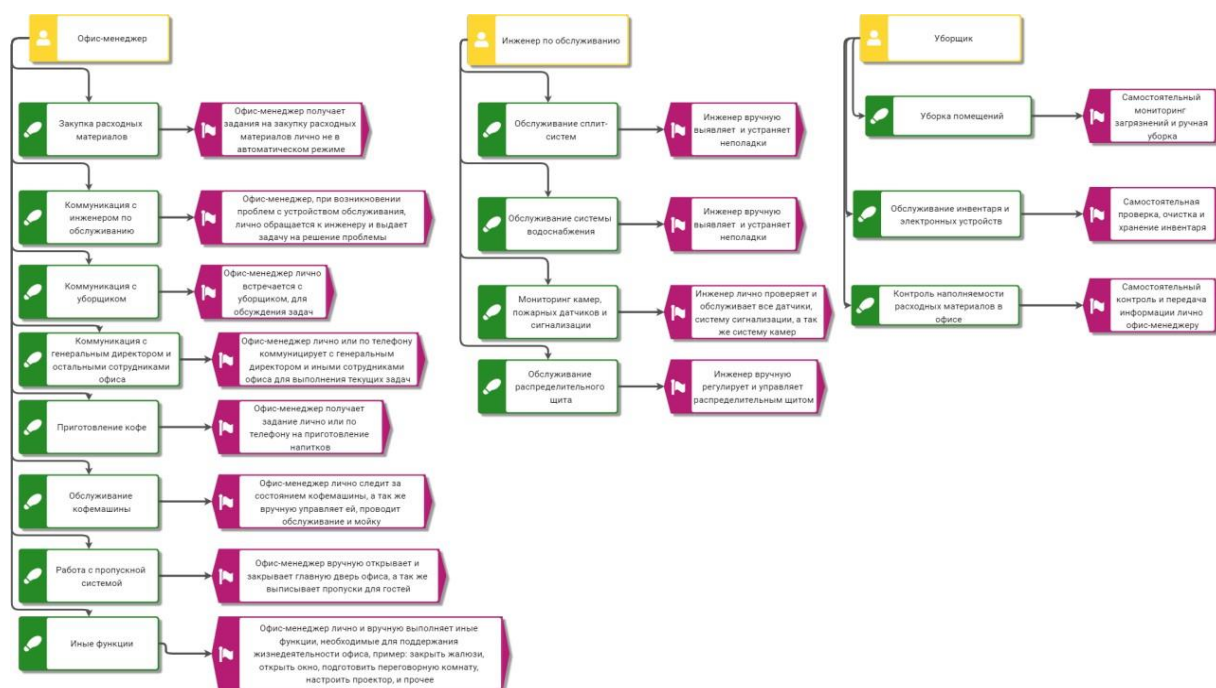


Рисунок 2 – Функционально-событийное древо АХО «как есть»

На данной диаграмме можно увидеть, что все рутинные бытовые дела, необходимые для поддержания жизнедеятельности офиса выполняются вручную, что отнимает очень много рабочего времени. Например, при возникновении неисправностей в сплит-системе, офис-менеджеру сначала информация передаётся офис менеджеру от сотрудника, обнаружившего неисправность, далее офис-менеджер передаёт информацию инженеру по обслуживанию, а инженер по обслуживанию вручную выявляет неисправность и исправляет её. На весь этот процесс может уйти несколько часов рабочего времени, что в свою очередь повлияет на дневную продуктивность в целом.

После внедрения в офис компании систему «Умный офис» на основе IoT, то это позволит не только решить множество повседневных рутинных задач, но также и положительно повлияет на физическое состояние всех офисных сотрудников (рисунок 3).

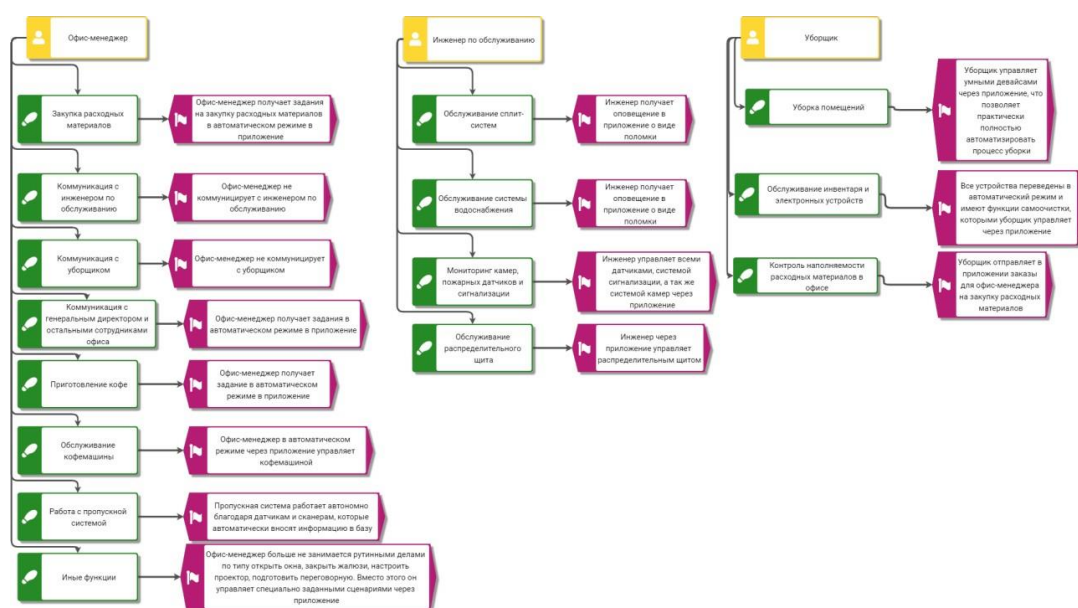


Рисунок 3 – Функционально-событийное дерево АХО «как должно быть»

Итак, по функционально-событийному дереву «ка должно быть», можно увидеть, что внедрение «Умного офиса» полностью автоматизирует

множество функций работников. Например, уборщик больше не будет в автоматическом режиме производить уборку всех помещений и обслуживание инвентаря, так как «умные» приспособления будут иметь функции самоочистки и работы в автономном режиме, без вмешательства человека. Это позволит сократить рабочее время уборщика в несколько раз, тем самым для компании это будет выгодно с точки зрения затрат на зарплату.

### **1.3 Анализ лучших практик в предметной области и обоснование выбора решения по оптимизации**

«Умный офис» становится всё более популярным термином в бизнес-сфере. «Умный офис» похож на систему «Умный дом» и представляет собой интегрированную систему управления различными системами в офисе, включая освещение, климат, безопасность и мультимедиа. Интеллектуальное управление этими системами обеспечивает оптимальные условия для эффективной работы и сокращает затраты на обслуживание офиса.

Автоматизация рабочего пространства позволяет оптимизировать использование ресурсов компании и снизить расходы на содержание офиса до 30 %, особенно в части электроэнергии и водоснабжения. Автоматизированные сценарии управления офисными системами способствуют этому. Например, режим «До свидания», который активируется при уходе сотрудников из офиса, переводит все устройства и системы в энергосберегающий режим, опускает шторы и гасит свет. Режим «Рабочий день» поднимает шторы, включает верхний свет и активирует дневной режим работы систем и так далее.

«Концепция интернета вещей (Internet of Things, IoT) предполагает создание сети передачи данных между физическими объектами, оснащёнными встроенными средствами для взаимодействия друг с другом и с внешней средой. Эта концепция была сформулирована в 1999 году и стала

актуальной благодаря развитию беспроводных сетей, облачных вычислений, межмашинного взаимодействия и переходу на IPv6»[1]. В интернете вещей используются различные технологии, такие как средства идентификации, измерения и передачи данных, для организации экономических и общественных процессов без участия человека.

Таким образом, «Умный офис» и интернет вещей связаны через концепцию интернета вещей (IoT). В умном офисе IoT используется для интеграции различных интеллектуальных устройств, таких как датчики, умная мебель, сплит-система, интерактивные инструменты, в единую систему, повышающую производительность труда и улучшающую условия работы сотрудников. Современные разработки позволяют: объединить всю инженерную составляющую бизнес-центра в единую систему управления, которая контролирует доступ на территорию сотрудников, посетителей и автотранспорта, работу энергоснабжения, теплоснабжения и водоснабжения, пожарной сигнализации. Рассмотрим существующие на рынке решения.

«Умный офис» от «Ростелекома» – это система беспроводных датчиков и устройств, которая устанавливается в помещении и работает по заданному сценарию» [2]. Преимущества этого решения включают:

- безопасность: датчики дыма, протечки, движения и открытия дверей или окон обеспечивают контроль над возможными чрезвычайными ситуациями;
- энергосбережение: умные лампочки и розетки позволяют настроить оптимальный режим освещения и потребления электроэнергии;
- мониторинг температуры и влажности: датчики фиксируют показатели микроклимата в помещении и передают данные в личный кабинет клиента;
- контроль доступа: умные замки и турникеты обеспечивают безопасность и контроль доступа в помещения;
- управление устройствами: контроллер управляет приборами по заданным настройкам и передаёт данные в личный кабинет

заказчика.

«Комплексное решение «Умный офис» ПАО «Ростелеком» позволяет решить важную задачу безопасности. Остановимся подробнее на преимуществах использования системы «Умный офис» в организациях.

- контроль протечек средство, используемое в случаях непредсказуемого прорыва труб. Если датчика касается вода, он отправляет сообщения на смартфон владельца и подает звуковой либо световой сигнал. В последующем появятся датчики протечек, которые способны сами ликвидировать аварию – при экстренной ситуации в трубах перекрывается подача воды. В новых офисах датчики смогут контролировать счетчики воды или тепла, загружать в смартфоны показания и сигнализировать, если цифры превышают, к примеру, среднемесячные объемы;
- новый уровень безопасности. Датчик открытия ставится на двери и окна и смотрит за тем, открыты они или нет. Такой датчик хорош при охране офиса: если внутрь пробрался нежелательный гость, то он оповестит вас сообщением на смартфон, включит громкую сирену либо же отправит сигнал тревоги в охранное агентство. Датчик открытия также фиксирует температуру и освещенность помещения. Датчик движения – незаметное устройство оповестит вас о том, что в доме кто-то есть в ваше отсутствие. «Умный офис» пришлет вам оповещение, включит камеры наблюдения и покажет, стоит ли волноваться по этому поводу. Датчик дыма подает звуковой сигнал и связывается со смартфоном владельца;
- внешнее и внутреннее видеонаблюдение: камера с легкостью устанавливается в любом месте, что способствует повышению безопасности. Видеопоток можно смотреть в приложении на смартфоне или в личном кабинете на ПК. Все, что камера снимает, хранится в облачном хранилище «Ростелекома»;
- сердце всей «экосистемы» «умного дома» – это контроллер,

устройство, которое связывает все датчики, камеры и лампочки в офисе, дает им команды. С помощью контроллера можно прописывать «сценарии» взаимодействия между устройствами» [2].

Следующее популярное решение от компании Майкрософт.

«Microsoft Azure» – облачная платформа, которая сочетает в себе как решения вычислительной инфраструктуры IaaS (серверы, хранилища данных, сети, операционные системы), так и набор инструментов и сервисов, облегчающих разработку и развертывание облачных приложений (PaaS). Данные решения позволяют разработчикам быстро создавать, разворачивать и управлять масштабными приложениями для удовлетворения потребностей конкретных организаций. Сервисы Microsoft Azure позволяют заказчикам избежать сложностей и дополнительных затрат, связанных с заменой существующего оборудования, управлением базовой инфраструктурой и, соответственно, обеспечивают более эффективное управление ИТ-бюджетами: заказчики платят только за те ресурсы, которые им необходимы. Проще говоря, решение Интернета вещей состоит из устройств Интернета вещей, взаимодействующих с облачными службами» [2].

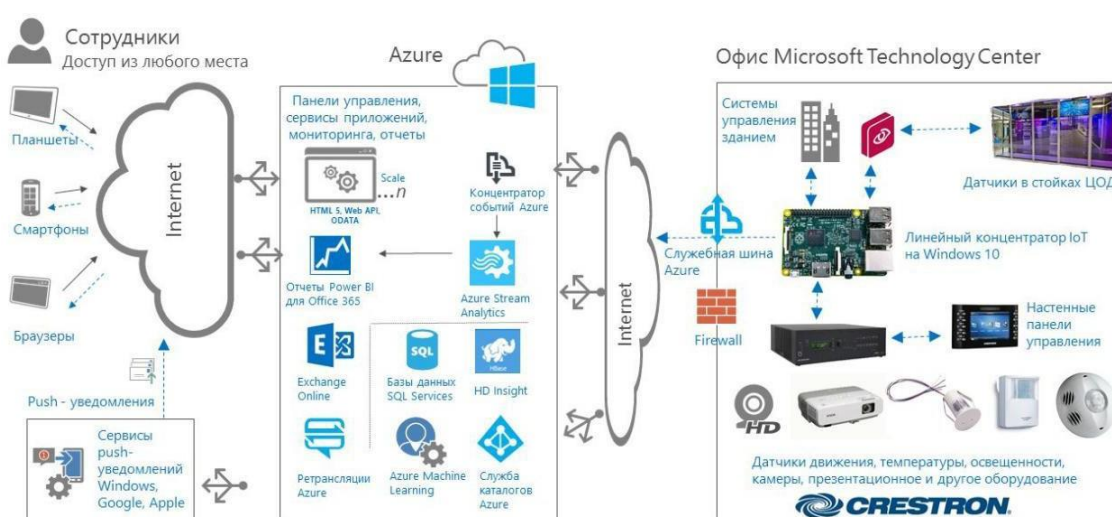


Рисунок 4 – Архитектура «Умного офиса» от Майкрософта

И, наконец, рассмотрим разработку Российских IT-специалистов. INTELVISION – Российский системный интегратор и ИТ компания, специализирующаяся на SMART инженерных решениях. Данная компания работает на рынке цифровой трансформации с 2006 года, в том числе по направлениям «Умный офис» и «Умный дом». Российское программное обеспечение для систем автоматизации и диспетчеризации.

«Работает «Умный офис» от INTELVISION благодаря SmartUnity IoT/SCADA. SmartUnity IoT/SCADA – интеграционная платформа для развёртывания современных комбинированных (проводных и беспроводных решений на базе технологии LoRa) решений по автоматизации, диспетчеризации, телеметрии, бизнес-аналитики и удалённого мониторинга и обслуживания IoT и M2M систем, обеспечивающая цифровую трансформацию промышленных предприятий, ИТ компаний и городов. Платформа и созданные на её основе вертикальные решения (например, SmartUnity Building Management System) также помогают системным интеграторам, производителям оборудования, операторам и поставщикам услуг разрабатывать и внедрять собственные решения Интернета вещей и Умного Города, работающие как на локальных серверах, так и в облаке» [4].

«Российская IoT/SCADA система SmartUnity сочетает современных технологии и все ключевые функции западных IoT решений, одновременно является более дешёвым и функциональным решением» [4].

«Исполнительная программа с поддержкой реального времени SmartUnity устанавливается на промышленные контроллеры и поддерживает протоколы MQTT, LoRaWAN, NB-IoT, KNX, LON, Bacnet, TCP/IP, DALI, Modbus, Beckhoff ADS (K-Bus, E-Bus), JSON и др. SmartUnity легко интегрируется с оборудованием ведущих компаний производителей систем автоматизации и диспетчеризации OBEH, Wirenboard, AGAVA, Beckhoff, Schneider Electric, ABB, Trend, Wago, Siemens, Honeywell, Sauter и другими» [4].

Назначение IoT/SCADA платформы: «SmartUnity IoT обеспечивает функции по сбору, накоплению, хранению, обработке и предоставлению информации об инженерных и ИТ системах, системах безопасности, обеспечивающих жизнедеятельность и успешное функционирование всего оборудования и решений, установленного на объекте. Также, обеспечивает информационный обмен с другими информационными системами» [4].

«Основные задачи:

- оперативный контроль состояния инженерных систем жизнеобеспечения, обеспечивающих жизнедеятельность и успешное функционирование коммерческого оборудования, установленного на объекте;
- сохранение информации об истории изменения состояния инженерных систем;
- хранение информации о динамике изменения характерных физических параметров;
- предоставление информации по динамике изменения характерных параметров, о ключевых событиях и нештатных ситуациях;
- учет использования ресурсов;
- передача (предоставление) актуальных данных об использовании ресурсов в биллинговые (расчетные) системы» [4].

«Структурно IoT платформа SmartUnity делится на программную и аппаратную составляющие. Программная часть системы диспетчеризации строится на решении SmartUnity, основными компонентами которой являются:

- среда исполнения микропрограммы автоматизации (PLC runtime);
- центральный сервер мониторинга (SmartUnity IoT Cloud/Enterprise Server)» [4];

«Функции ПО контроллера (SmartUnity IoT Server):

- сбор данных с подключенных к контроллеру устройств;

- программная поддержка протоколов LoRaWAN, Modbus, KNX, LON, JSON, DALI, RS232/485, Ethernet TCP/IP, SMTP и др.;
- первичная обработка данных;
- исполнение алгоритмов управления;
- передача на центральный сервер данных об изменении параметров» [4].

«Функции ПО центрального сервера (SmartUnity IoT Cloud/Enterprise Server):

- мониторинг за контроллерами автоматизации;
- администрирование пользователей системы;
- сбор и хранение данных;
- визуализация данных – предоставление web-доступа к системе;
- кеширование актуального состояния системы для визуализации;
- бизнес-аналитика» [4].

Состав модулей ПО SmartUnity IoT Cloud/Enterprise:

Модуль архивирования (Historian server)

- «архивирование данных в базе реального времени MongoDB (2.4.8 и выше). В состав данных могут входить события произошедших в системе (аварии, недоступность контроллеров), а также действия пользователей в системе» [4];
- «возможность параллельного считывания и записи данных в базу» [4];
- «определение состояния объектов для архивирования по принципу вычисления изменений с возможностью настройки чувствительности по каждому объекту» [4];
- «возможность настройки списка объектов, данные о которых исключены из архивации» [4];
- «возможность резервного копирования информации на внешние носители с возможностью восстановления» [4];
- «поддержка до 1 000 000 точек мониторинга на один сервер» [4].

«Модуль трендов:

- выборка данных и построение графиков;
- сравнение данных;
- экспорт данных в CSV, XML;
- поиск событий по объектам;
- бизнес-аналитика и предикативный анализ» [4].

«Модуль безопасности:

- администрирование пользовательских учетных записей;
- добавление новых пользователей и групп;
- разграничение прав доступа;
- запись действий пользователей» [4].

«Центр аварий:

- в центр аварий выводятся сообщения об отклонении параметров системы от заданных;
- разграничение аварий по уровням: критическая, важная, предупреждение;
- возможность изменения пороговых значений параметров. Права на изменения задаются для групп пользователей;
- вывод аварий в табличном виде с возможностью сортировки и фильтрации;
- возможность сброса аварии пользователем системы. Сброшенные аварии запоминаются в системе с указанием пользователя, сбросившего аварию, времени сбрасывания аварии, а также обязательного комментария пользователя при сбрасывании аварии;
- при возникновении каждого типа аварии система воспроизводит звуковой сигнал, отличный для каждого типа аварии;
- при возникновении аварии, система генерирует и отправляет push, e-mail, sms с описанием аварии на адресный лист, который подлежит редактированию определённой группой пользователей. Возможность

назначения разных адресных листов для разных параметров» [4].

«Веб-сервер визуализации. Предоставление удаленного защищённого доступа к системе через веб-интерфейс

Стандартный интерфейс системы предоставляется посредством веб-сервера (nginx), запущенного на центральном сервере (SmartUnity IoT Cloud/Enterprise Server). Доступ к интерфейсу системы осуществляется через веб-браузер с любого компьютера в локальной сети/Интернет, а также с любого компьютера через удаленный доступ. Доступ осуществляется с любого компьютера под управлением ОС Windows, MacOS или Linux, с браузера не ниже Chrome 31.0, Safari 7.0, IE 11.0, Mozilla 26.0.

Возможность одновременного подключения авторизованных пользователей в системе может достигать 1000 сессий.

В системе существуют три основных способа представления информации

- «унифицированный» вид – для вывода информации о разнотипных объектах в едином представлении;
- «кастомный» вид – для отображения объектов и текущей информации о них на схемах, планах, эскизах (мнемосхемы, картографические планы и планы помещений и т.п.);
- «табличный» вид – для вывода информации об однотипных объектах с возможностью сортировки и фильтрации.

Возможности по графическому отображению данных системы:

- вывод графика с данными по любому из объектов, который архивируется в системе;
- вывод нескольких графиков на одном экране для сравнения;
- возможность задать временной период, за который выводится информация;
- возможность сохранения табличного вида представления данных, в том числе таблицы аварий, с учетом выбранных фильтров и сортировки в общедоступный электронный формат «.csv»;

- функция сохранения снимка любого экрана в формат .jpg;
- тип выводимых графиков функция X от времени. Защита от несанкционированного доступа» [4].

«Программные средства системы диспетчеризации обеспечивают многоуровневую систему защиты, как функционального программного обеспечения, так и защиты данных. Доступ пользователей к системе осуществляется только после авторизации. Вход осуществляется по набору логин/пароль. Требование к паролю пользователя – не менее 9 символов, из них не менее двух арабских цифр, не менее одного символа отличного регистра. Существует разграничение прав доступа для групп пользователей, также возможно назначение пользователю нескольких групп доступа. Возможно создание и редактирования групп пользователей, пользователям, принадлежащим определенной группе» [4].

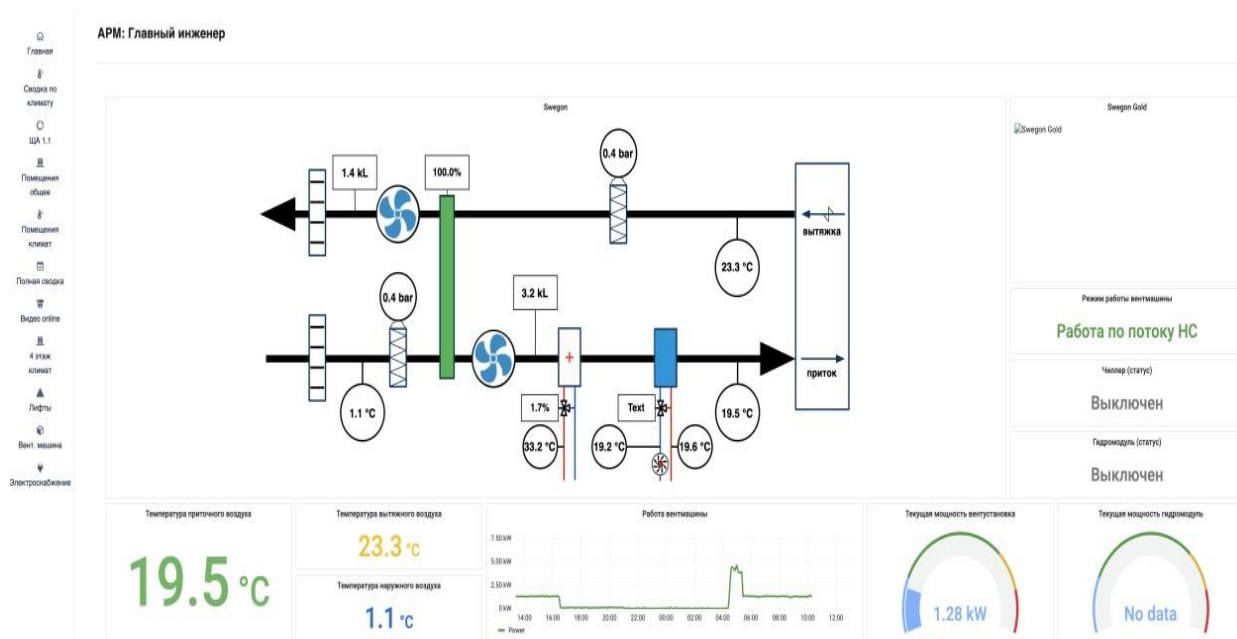


Рисунок 5 – Пример интерфейса SmartUnity IoT

Для рассмотренных программных продуктов приведем сравнение и результат сравнения представим в таблице 1.

Проанализированные программные продукты будут оценены по критериям (простота управления, безопасность, удобство навигации, юзабилити, функциональность) по шкале, где «1» – полное несоответствие критерию, а «5» – полное соответствие.

Таблица 1 – Анализ программных продуктов

| Критерий            | «Умный офис» от «Ростелекома» | «Умный офис» от Майкрософта | SmartUnity IoT |
|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|
| Простота управления | 4                             | 4                           | 4              |
| Безопасность        | 4                             | 5                           | 3              |
| Удобство навигации  | 3                             | 3                           | 4              |
| Юзабилити           | 3                             | 4                           | 3              |
| Функциональность    | 2                             | 1                           | 3              |
| Итого               | 16                            | 17                          | 17             |

«В результате сделан вывод, что программное обеспечение, представленное на рынке, не соответствует поставленной задаче и требуется разработать собственный программный продукт» [4].

#### 1.4 Требования к проекту

Функциональные требования к программному обеспечению – это совокупность утверждений, характеризующих поведение системы. Были выявлены следующие функциональные требования:

- обеспечение связи всех коммуникаций в офисном помещении;
- мониторинг и анализ показателей условий помещения;
- обеспечение удаленного управления устройствами в помещении;
- реализация функции управление климатом, освещением и электроприборами;
- реализация сбора данных с устройств и датчиков;
- обеспечение офиса безопасностью и контролем доступа;
- реализация функции отчетов.

Создание системы мониторинга и управления интеллектуальными устройствами внутри офисов с помощью IoT-технологий обусловлено тем, что это позволит любому пользователю задать нужный сценарий взаимодействия «умных» устройств между собой, тем самым сократив время и силы на все отвлекающие факторы и сосредоточиться на работе. Исходя из этого, на выходе организация получит большую продуктивность от своих сотрудников, а также значительную экономию на услугах водоснабжения, газоснабжения и электричества. Организация не будет получать прямую экономическую выгоду и увеличение продаж, но сможет сэкономить на некоторых специалистах и счетах за услуги. Таким образом, цель проекта – создание удобного «Умного» рабочего пространства, в котором будет повышаться продуктивность работников и будут создаваться условия для экономии на услугах, что в свою очередь положительно скажется на прибыли и затратах компании.

Для начала стоит отметить, что вся система будет использоваться на трех различных, дополняющих друг друга, уровнях, а именно: физический объект (непосредственно «Умные» устройства), цифровой уровень (база данных, серверы, сеть) и интерфейс (пользовательский интерфейс).

На физическом уровне происходит автоматический учет энергии, потребляемой оборудованием с помощью счетчиков, сбор, преобразование и отправка измерений параметров окружающей среды в офисе в систему, а также прочее взаимодействие IoT-устройств (работа «Умных» замков, жалюзи, роботов-пылесосов, кофе-машины и так далее).

На Цифровом уровне будет производиться анализ полученных данных с датчиков и устройств, прогнозирование поведения системы, оптимизация энергопотребления, создание специальных отчетов для пользователя. «В общем, на этом уровне будет происходить все, что касается управления данными: хранение, обработка, удаление, изменение, структуризация, составление отчетов и сбор информации» [5].

На уровне пользовательского интерфейса происходит взаимодействие

между пользователем и самой системой. Здесь сотрудники офиса с помощью интерфейса могут влиять на систему, менять сценарии, просматривать и запускать составление отчетов, уточнять статус того или иного устройства и иным способом оказывать воздействие на систему.

#### Выводы по Главе 1

В первой главе выпускной квалификационной работы рассмотрены общие вопросы бизнес-процессов работы отдела АХО предприятия, которые необходимо автоматизировать.

Проведен анализ лучших практик в предметной области и обоснование выбора решения по оптимизации, рассмотрены российское и зарубежное программное и аппаратное решение.

## Глава 2 Проектирование системы

### 2.1 Обоснование и описание архитектуры проекта

Системная архитектура проекта разработки умного офиса должна включать следующие компоненты.

Клиентская часть: отвечает за отображение интерфейса для взаимодействия с пользователем; предоставляет доступ к функциям умного офиса, таким как управление устройствами, мониторинг состояния окружающей среды и т. д.; В нашем случае она будет реализована в виде мобильного приложения и веб-приложения в браузере.

Серверная часть: она, как уже было отмечено, отвечает за все манипуляции с данными (сбор, хранение, структуризация и т.д.) для того, чтобы дальше передать эти данные на уровень пользователя через пользовательский интерфейс, или же передать на физический уровень на конкретное устройство. Взаимодействие и обмен сообщениями между IoT-устройствами здания, в свою очередь, реализуется с помощью брокера запросов – MQTT Mosquitto.

«Подключение к базам данных обеспечивается уровнем данных, содержащим MS SQL Server, БД временных рядов (Time Series Data Base - Influx DB). Модуль сбора данных должен осуществлять сбор и передачу параметров с контроллеров в таблицу в InfluxDB, в которую будут складывать под правильными названиями фактические значения с контроллеров и соответствующие им характеристики, хранящиеся в другой БД. Структура датчиков и контроллеров с их характеристиками хранится в БД Microsoft SQL, MS SQL будет содержать данные о датчиках, контроллерах и устройствах» [6].

В конечном счете, концептуальная модель архитектуры будет выглядеть так, как показано на рисунке 6.

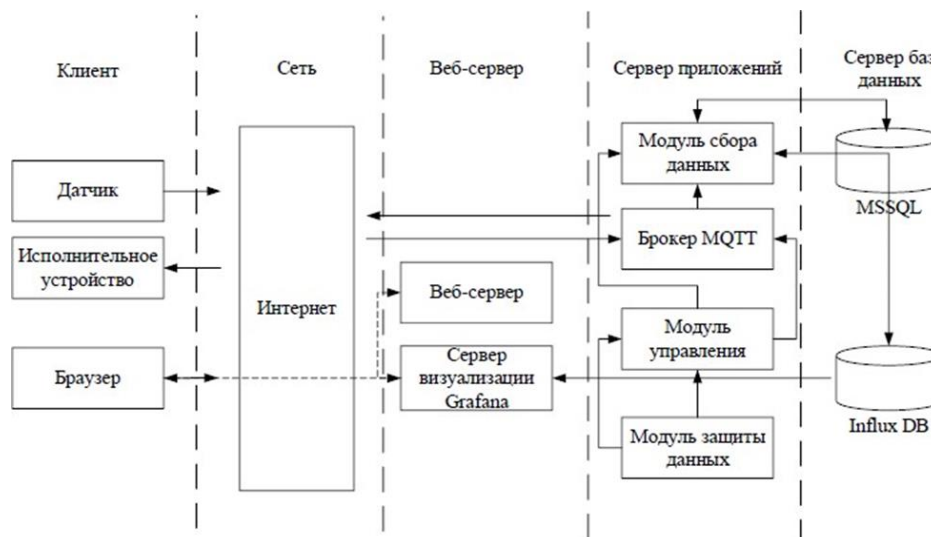


Рисунок 6 – Концептуальная модель архитектуры проекта

Обоснование выбора такой архитектуры проекта заключается в следующем:

- Разделение компонентов системы на функциональные блоки, что обеспечивает надёжность и масштабируемость проекта;
- Использование различных технологий и языков программирования, что позволит выбрать оптимальный подход для каждого компонента, учитывая специфику его работы;
- Взаимодействие между компонентами будет осуществляться через веб-сервер и сервер приложений, что упростит разработку и поддержку системы;
- Хранение данных на сервере баз данных, что обеспечит быстрый и надёжный доступ к информации для всех компонентов системы.

## 2.2 Построение и описание информационной модели

Для построения информационной модели проектируемой системы удобнее всего будет построить диаграмму классов.

«Диаграмма классов определяет типы классов системы и различного

рода статические связи, которые существуют между ними. На диаграммах классов изображаются также атрибуты классов, операции классов и ограничения, которые накладываются на связи между классами» [6].

Класс «Здание»: класс, включающий информацию о здании. Атрибуты: личный номер (int), название (string), адрес (string).

Класс «Помещение»: класс, включающий информацию о помещении. Атрибуты: личный номер (int), название (string).

Класс «Устройство»: класс, включающий информацию об устройстве. Атрибуты: личный номер (int), название (string).

Класс «Контроллер»: класс, включающий информацию о контроллере. Атрибуты: личный номер (int), название (string).

Класс «Настройки»: класс, включающий информацию о настройках контроллера.

Атрибуты: личный номер (int), название (string), значение (string).

Класс «Состояние»: класс, включающий информацию о состоянии контроллера.

Атрибуты: личный номер (int), название (string), значение (string).

Класс «Переменные»: класс, включающий информацию о переменных с контроллера.

Атрибуты: личный номер (int), название (string), значение (string).

Класс «Входящие переменные»: класс, включающий информацию о входящих переменных с контроллера.

Атрибуты: личный номер (int), номер (int).

Класс «Датчик»: класс, включающий информацию о датчике.

Атрибуты: личный номер (int), тип (string), максимальное значение (int), минимальное значение (int).

Класс «Исходящие переменные»: класс, включающий информацию об исходящих переменных на контроллер.

Атрибуты: личный номер (int), номер (int).

Класс «Актуатор»: класс, включающий информацию об актуаторе.

Атрибуты: личный номер (int), тип (string), максимальное значение (int), минимальное значение (int).

В построенной диаграмме классов отражается статическая модель базы данных Менеджера сценариев с точки зрения ее проектирования. Связь между классами отображена с использованием композиции (\*-1), что означает, что один класс может содержать несколько экземпляров другого. Например, "Здание" может содержать несколько "Помещений". Связь между «Контроллером» и «Устройством» осуществляется через класс-посредник «Переменные».

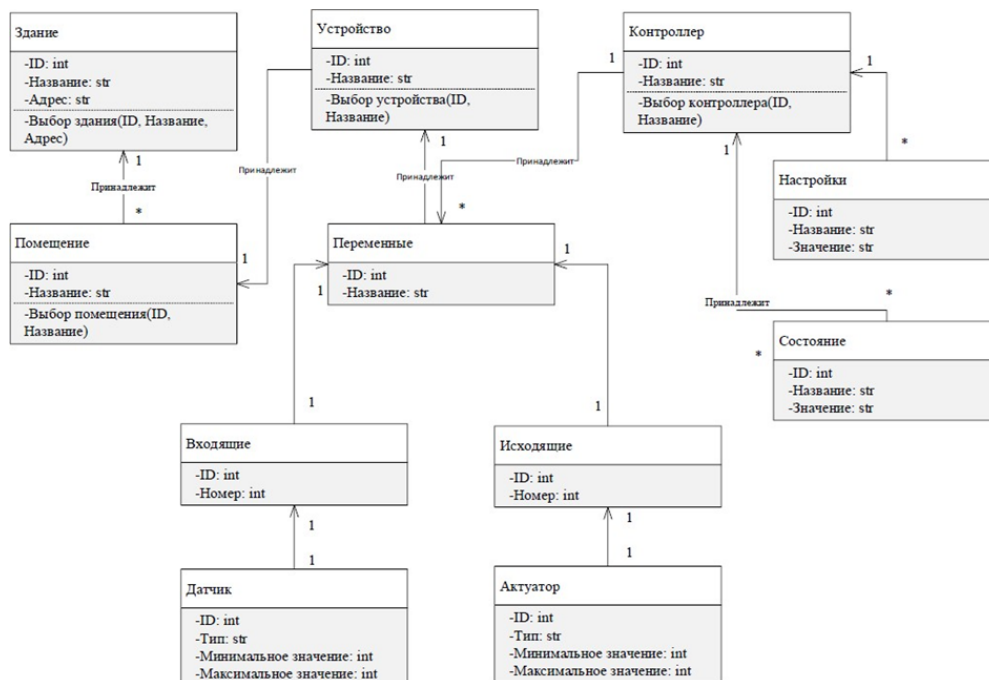


Рисунок 7 – Диаграмма классов системы.

Помимо диаграммы классов, стоит уточнить сетевую модель системы, которая показывает, как компоненты будут взаимодействовать между собой на основе IoT-технологий. Данная модель представлена на рисунке 8.

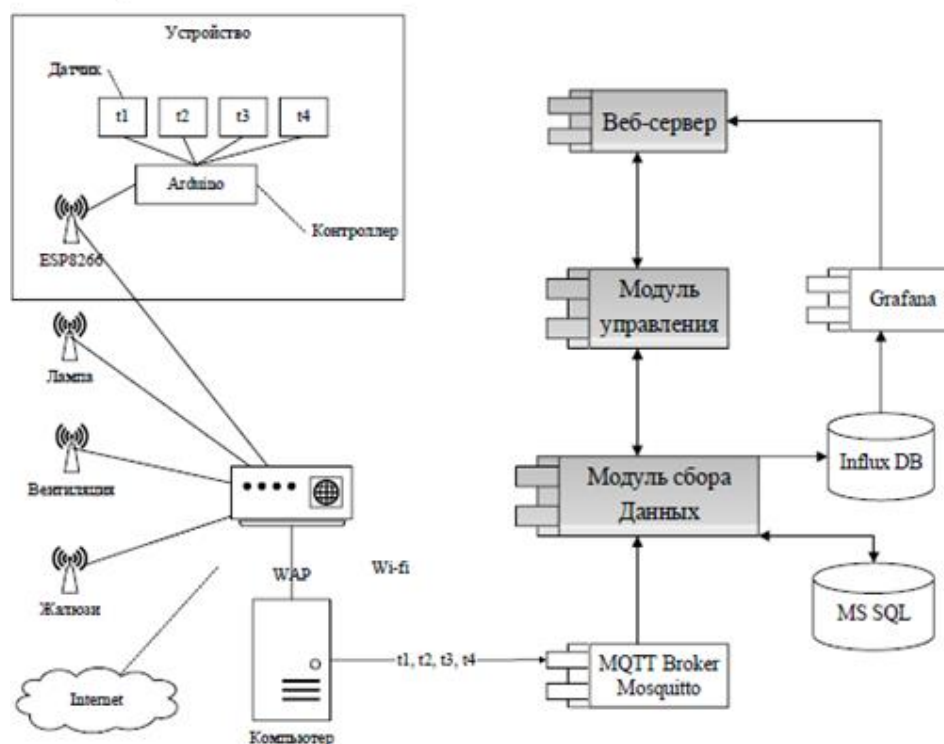


Рисунок 8 – Сетевая модель системы

«Имеются четыре датчика температуры типа read-only (только чтение), которые подключаются к контроллеру Arduino и передают в него свои значения. Вместе датчики и контроллер образуют устройство «Термометр». А также имеются актуаторы – устройства управления, например, это - лампа, жалюзи и веб-камера, при подключении к общей сети Internet они получают свой IP-адрес. Все контроллеры подключены к Wi-Fi, который в свою очередь подключается к компьютеру, на котором будет реализован модуль сбора данных. Данный компьютер подключен к серверу, на котором установлены брокер MQTT Mosquitto, модуль сбора данных и модуль управления, кроме этого имеются такие инструменты как InfluxDB и Grafana» [6].

Далее создадим прототип базы данных. Для реализации модели данных использована технология .Net Entity Framework. Модель EDM (Рисунок 9) определяет концептуальную модель базы данных.

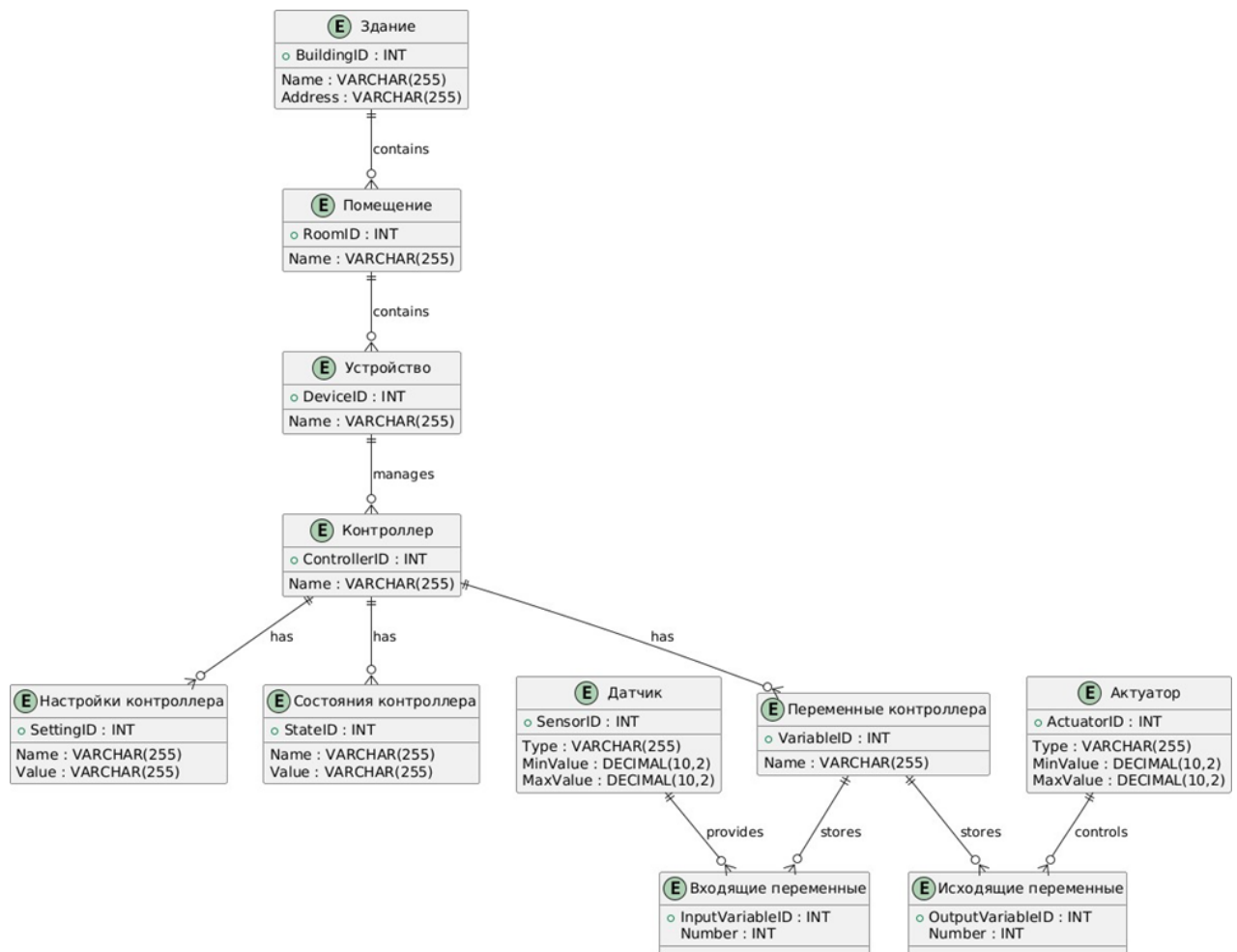


Рисунок 9 – Модель EDM

«Имеется здание, в нем находятся помещения, в которых имеются устройства реального мира с подключенными к ним контроллерами. Контроллеры имеют свои настройки, состояния (включен, выключен, в ожидании, сбой работы) и переменные (температура, влажность). Переменные могут быть двух типов, входящие (in) и исходящие (out). Входящие переменные необходимы для хранения измерений, поступающих с датчика, а исходящие переменные отправляются на контроллер для изменений параметров устройства, например, настройка определенной температуры отопления» [6].

В базе данных MS SQL должна храниться информация:

- о здании: код здания, название, адрес;

- о помещении: код помещения, название;
- об устройстве: код устройства, название;
- о контроллере: код контроллера, название;
- о настройках контроллера: код настройки, название, значение;
- о состоянии контроллера: код состояния, название, значение;
- о переменных контроллера: код переменной, название;
- о входящих переменных: код переменной, номер;
- о датчике: код датчика, тип, минимальное значение, максимальное значение;
- о исходящих переменных: код переменной, номер;
- об актуаторе: код актуатора, тип, минимальное значение, максимальное значение.

## 2.3 Проектирование диаграмм

После выявления системной архитектуры и выделения классов системы, мы представим, как система должна работать после ее разработки. Для этого построим следующие виды диаграмм: диаграмма прецедентов, диаграмма активностей и диаграмма последовательностей.

«Диаграмма прецедентов, описывает возможные ситуации или процессы, которые могут возникать при работе в системе. Она описывает, как те или иные элементы системы взаимодействуют между собой» [6]. Диаграмма прецедентов изображена на рисунке 10.

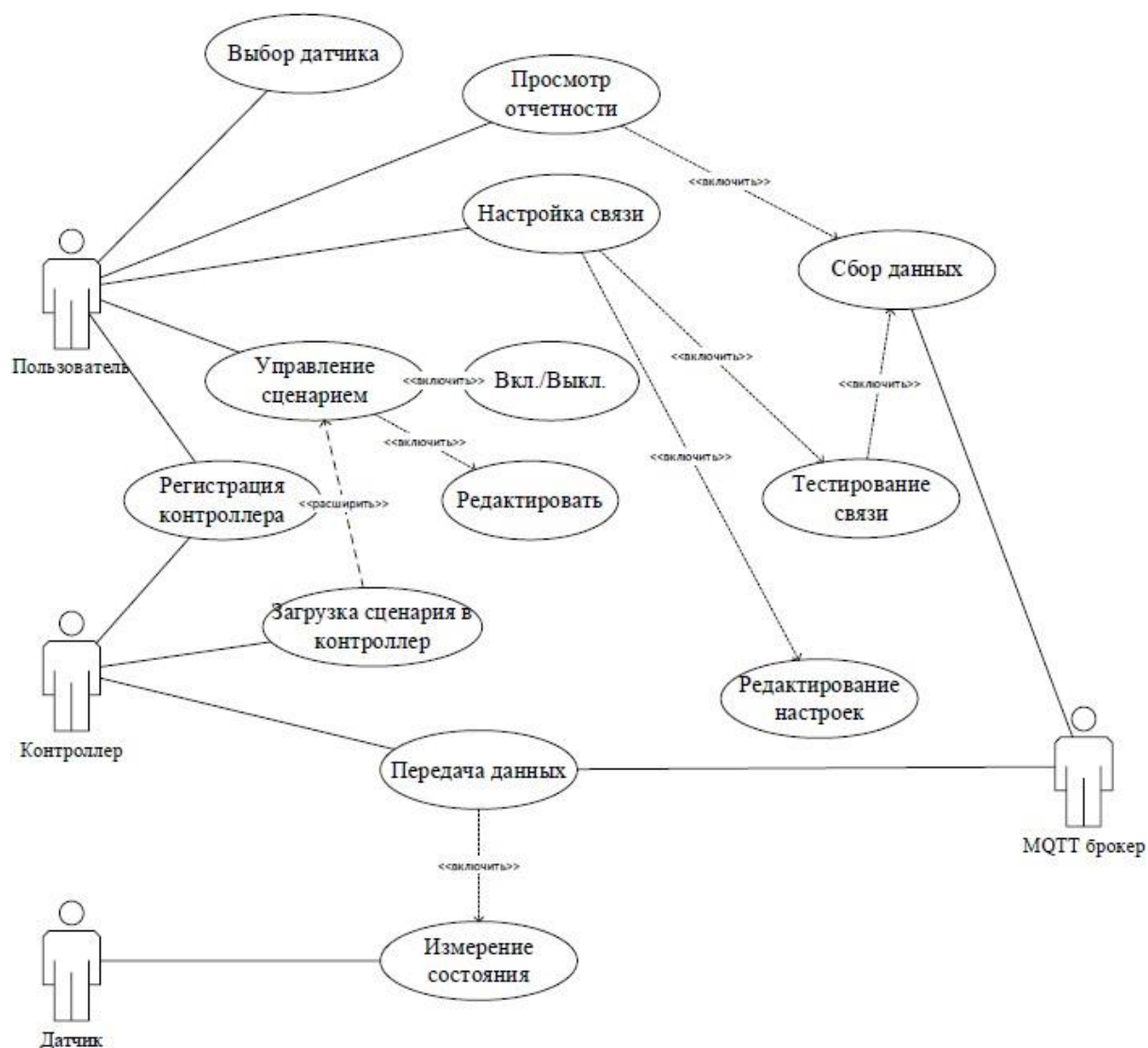


Рисунок 10 – Диаграмма прецедентов

«Для того, чтобы описать процессы предметной области модуля сбора данных, наглядно будет удобнее использовать диаграмму активностей, языка UML. Диаграмма активностей позволит понять контекст возникновения прецедентов, которые были описаны в диаграмме прецедентов. Данная диаграмма представляет собой блок-схему, которая наглядно показывает, как поток управления переходит от одной деятельности к другой» [7].

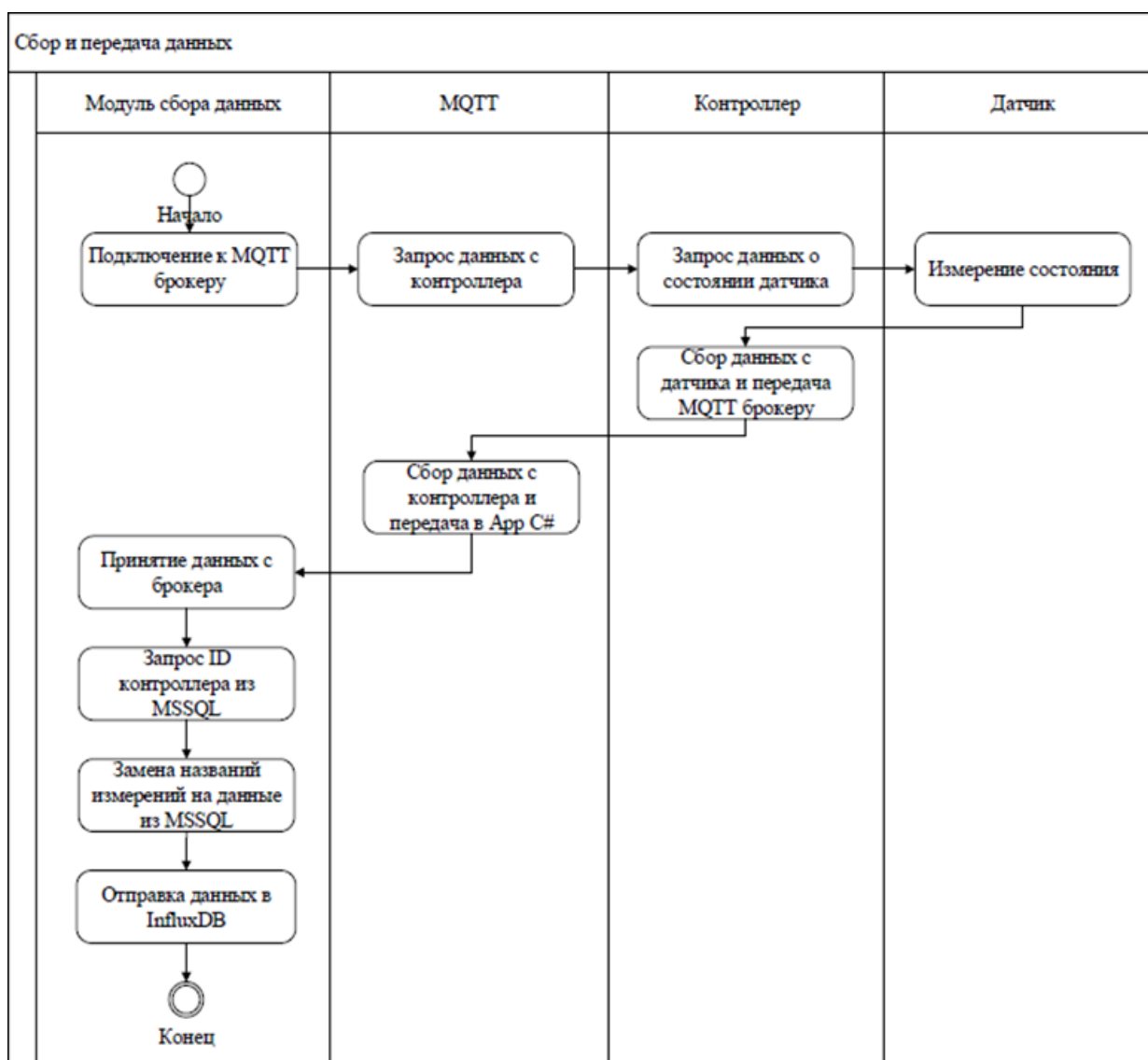


Рисунок 11 – Диаграмма активностей

Прецеденты «Передача данных» и «Сбор данных», а также весь процесс работы модуля представлены на рисунке 11. «Сначала модуль сбора данных подписывается на рассылку с MQTT брокера, который отправляет параметры, собранные с датчиков через контроллеры. Далее модуль сбора данных проверяет базу данных MS SQL на наличие информации о выбранном пользователе датчике и записывает данные в преобразованном виде в InfluxDB» [6].

«Чтобы описать последовательность действий каждого прецедента, построим диаграмму последовательностей языка UML. Эта диаграмма

показывает нам жизненный цикл конкретного объекта на единой временной оси и взаимодействие каждого участника в рамках одного конкретного прецедента» [7]. Диаграмма последовательностей изображена на рисунке 12.

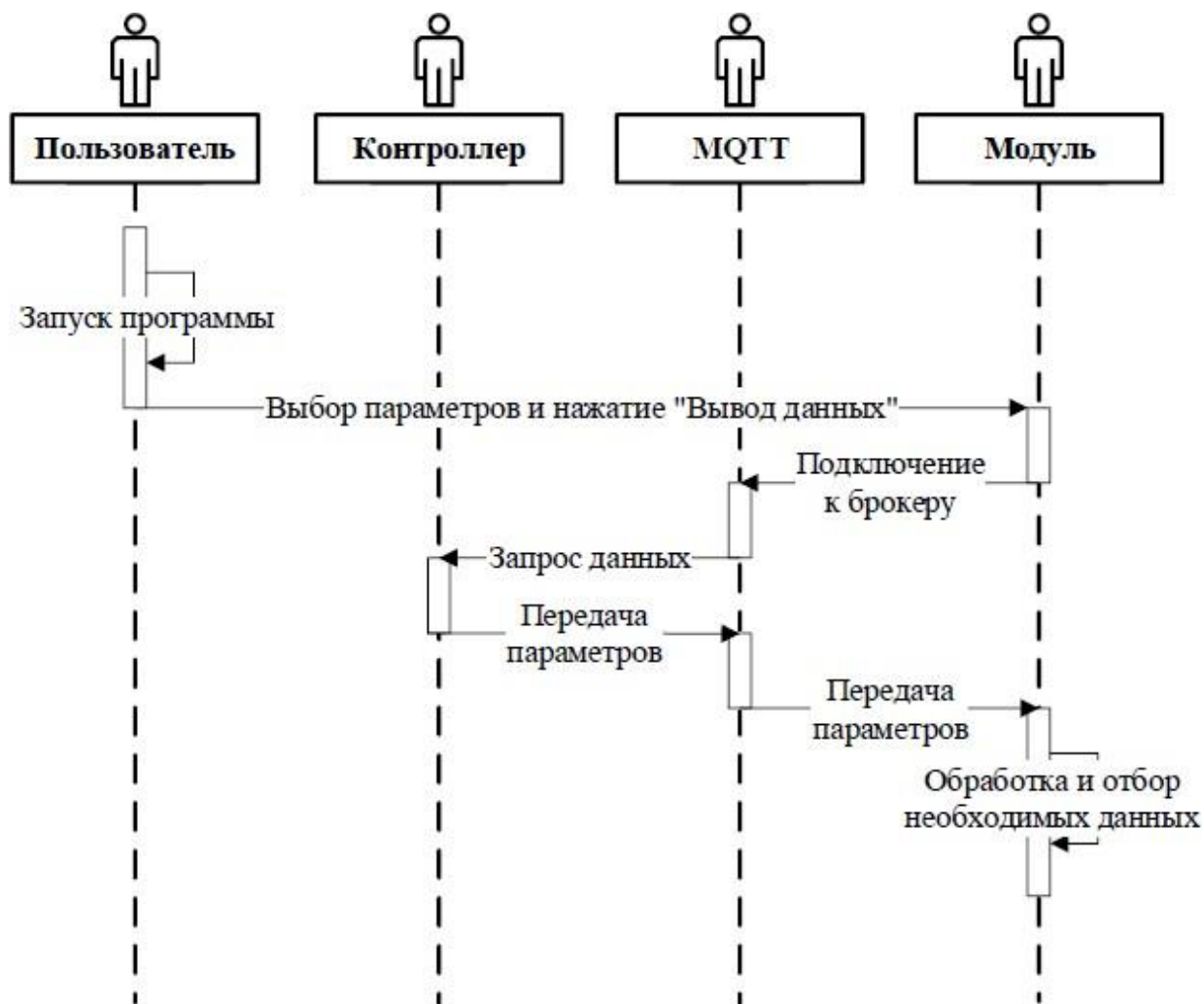


Рисунок 12 – Диаграмма последовательностей

«Пользователю необходимо выбрать здание, помещение, устройство, контроллер и переменные, по которым необходимо просмотреть показатели. Данная информация поступает в модуль из БД MS SQL. Далее модуль подписывается на MQTT брокер, который собирает с контроллера параметры. MQTT брокер отправляет данные в модуль сбора данных, где идет отбор данных по выбранным пользователем показателям. После этого модуль записывает все данные в таблицу в InfluxDB» [6].

## Выводы по главе 2

Во второй главе были рассмотрены вопросы концептуального моделирования проекта по созданию умного офиса торговой компании с использованием IoT-технологий.

На функциональной схеме выделены пользователи системы и основные функции. На диаграмме последовательности определен порядок ввода и вывода данных.

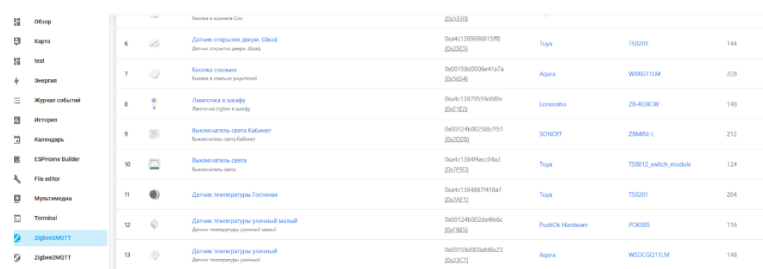
Проведено инфологическое проектирование базы данных.

## Глава 3 Разработка проекта по созданию умного офиса торговой компании с использованием IoT-технологий

### 3.1 Разработка умного офиса торговой компании с использованием IoT-технологий

Далее покажем проект автоматизации умного офиса в приложении и приведем проект дизайна форм, для подключения датчиков, контроля и аналитики.

Вначале необходимо подключить все устройства. Сводная форма подключаемых устройств показана на рисунке 12.



| ID | Имя                                | Тип   | Статус |
|----|------------------------------------|-------|--------|
| 6  | Датчик температуры датчик (BME280) | Typa  | 144    |
| 7  | Блок питания                       | Agave | 215    |
| 8  | Датчик температуры датчик          | Typa  | 145    |
| 9  | Блок питания датчик                | Typa  | 212    |
| 10 | Блок питания датчик                | Typa  | 124    |
| 11 | Датчик температуры датчик          | Typa  | 204    |
| 12 | Датчик температуры датчик          | Typa  | 116    |
| 13 | Датчик температуры датчик          | Typa  | 148    |

Рисунок 12 – Форма отображения подключенных устройств

О каждом подключенном устройстве должна быть дополнительная информация, форма предоставления информации показана на рисунке 13-15.

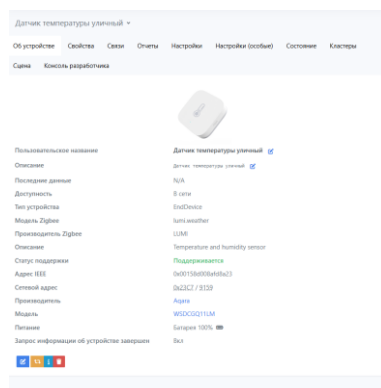


Рисунок 13 – Форма отображения информации об устройстве. Общие сведения

| Датчик температуры уличный ▾                                                      |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Об устройстве                                                                     | Свойства           |
| Связи                                                                             | Отчеты             |
| Настройки                                                                         | Настройки (особые) |
| Состояние                                                                         | Кластеры           |
| Сцена    Консоль разработчика                                                     |                    |
| <b>Battery</b><br>Remaining battery in %, can take up to 24 hours before reported |                    |
|                                                                                   | 100 %              |
| <b>Temperature</b><br>Измеренное значение температуры                             |                    |
|                                                                                   | 9.19 °C            |
| <b>Humidity</b><br>Измеренная относительная влажность                             |                    |
|                                                                                   | 78.23 %            |
| <b>Pressure</b><br>Измеренное атмосферное давление                                |                    |
|                                                                                   | 991.8 hPa          |
| <b>Voltage</b><br>Напряжение аккумулятора в милливольтках                         |                    |
|                                                                                   | 3615 mV            |
| <b>Linkquality</b><br>Качество связи (мощность сигнала)                           |                    |
|                                                                                   | 144 lqi            |

Рисунок 14 – Форма отображения информации об устройстве. Свойства

| Датчик температуры уличный ▾                                                                                                                                            |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Об устройстве                                                                                                                                                           | Свойства           |
| Связи                                                                                                                                                                   | Отчеты             |
| Настройки                                                                                                                                                               | Настройки (особые) |
| Состояние                                                                                                                                                               | Кластеры           |
| Сцена    Консоль разработчика                                                                                                                                           |                    |
| <pre> {   "battery": 100,   "humidity": 78.23,   "linkquality": 144,   "power_outage_count": 20,   "pressure": 991.8,   "temperature": 9.19,   "voltage": 3615 } </pre> |                    |

Рисунок 14 – Форма отображения информации об устройстве. Состояние

Подключенные устройства должны отображаться на карте устройств, форма отображения показана на рисунке 15

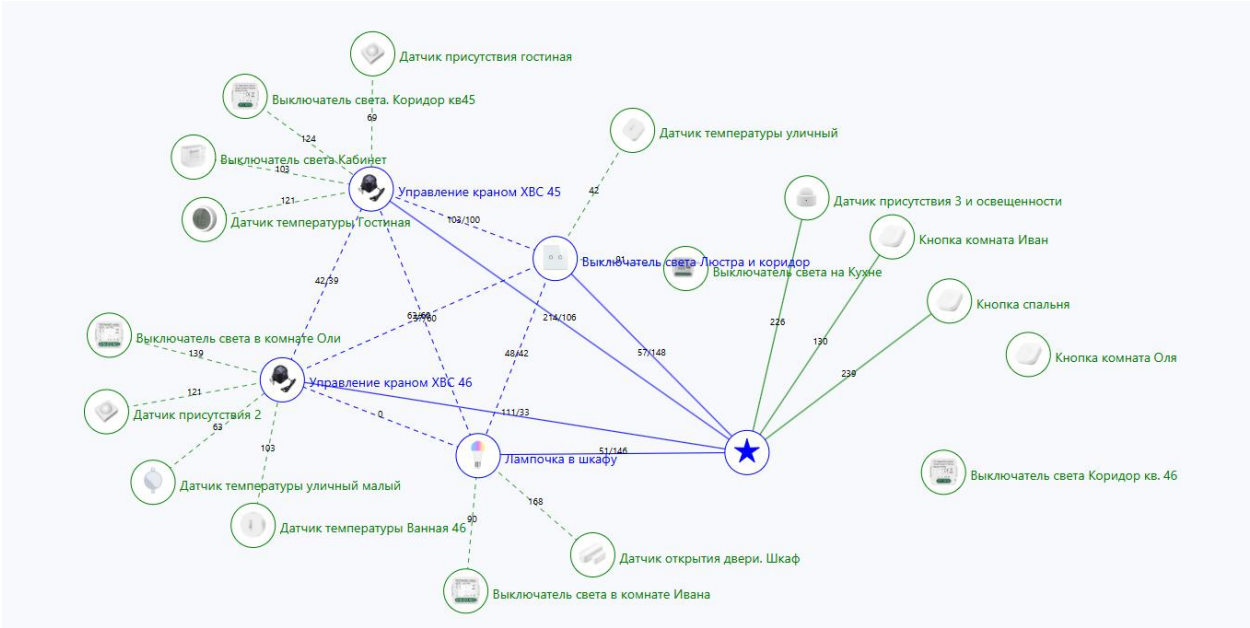


Рисунок 15 – Карта устройств умного офиса

Все действия с умными устройствами должны фиксироваться в журнале событий, пример отображения в журнале показан на рисунке 16

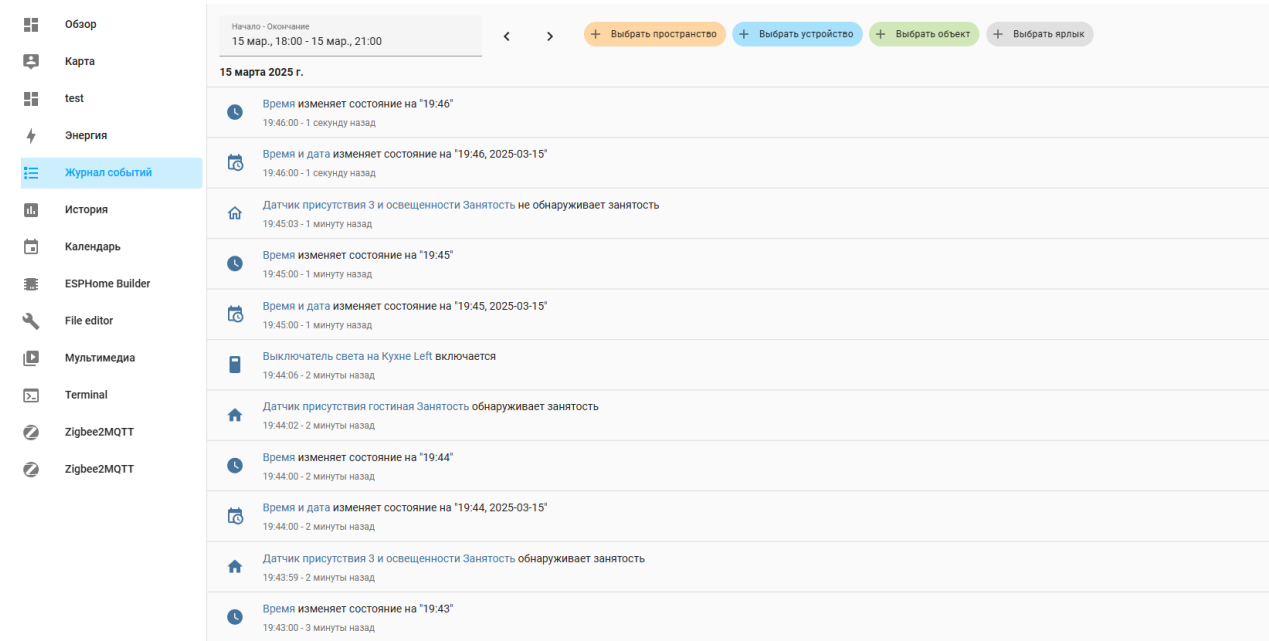


Рисунок 16– Журнал событий

Также можно вести отдельный мониторинг потребления энергии и воды в офисе, с возможностью контроля фильтров или расхода потребления, форма отображения мониторинга представлена на рисунке 17

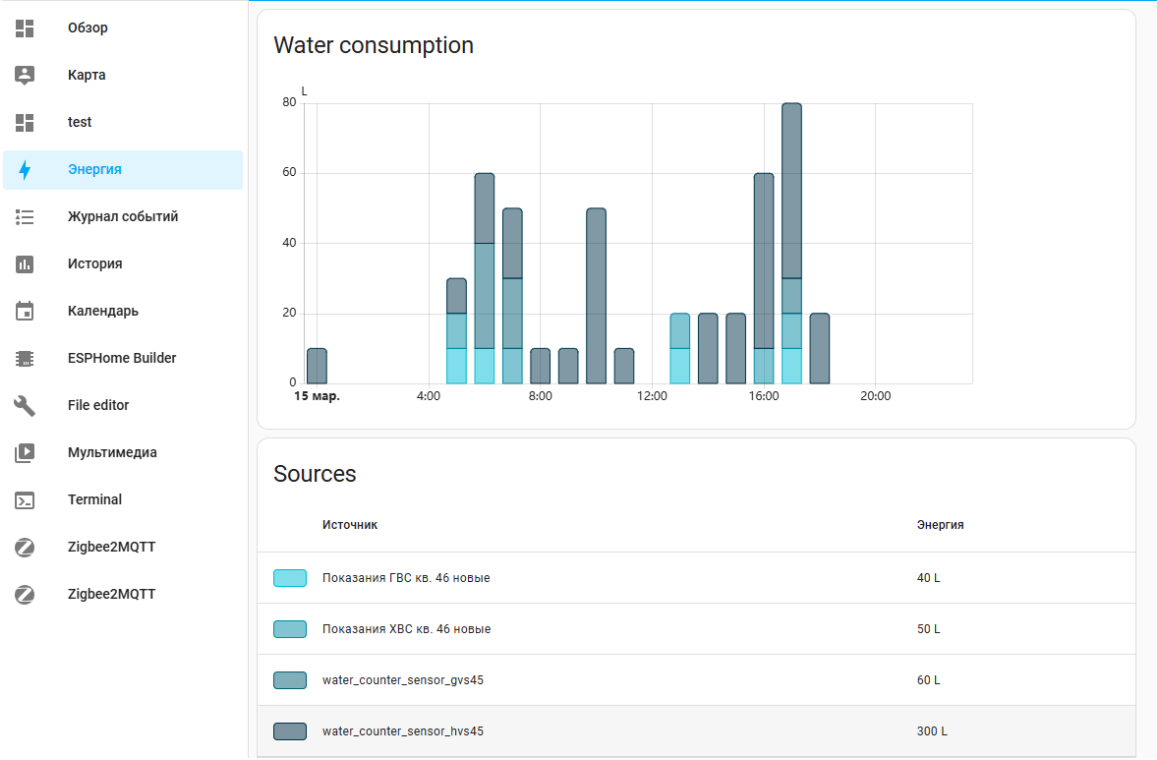


Рисунок 17– Мониторинг потребления

Состояние всех системы должно отображаться на вкладке Обзор и внешний вид данной вкладки представлена на рисунке 18

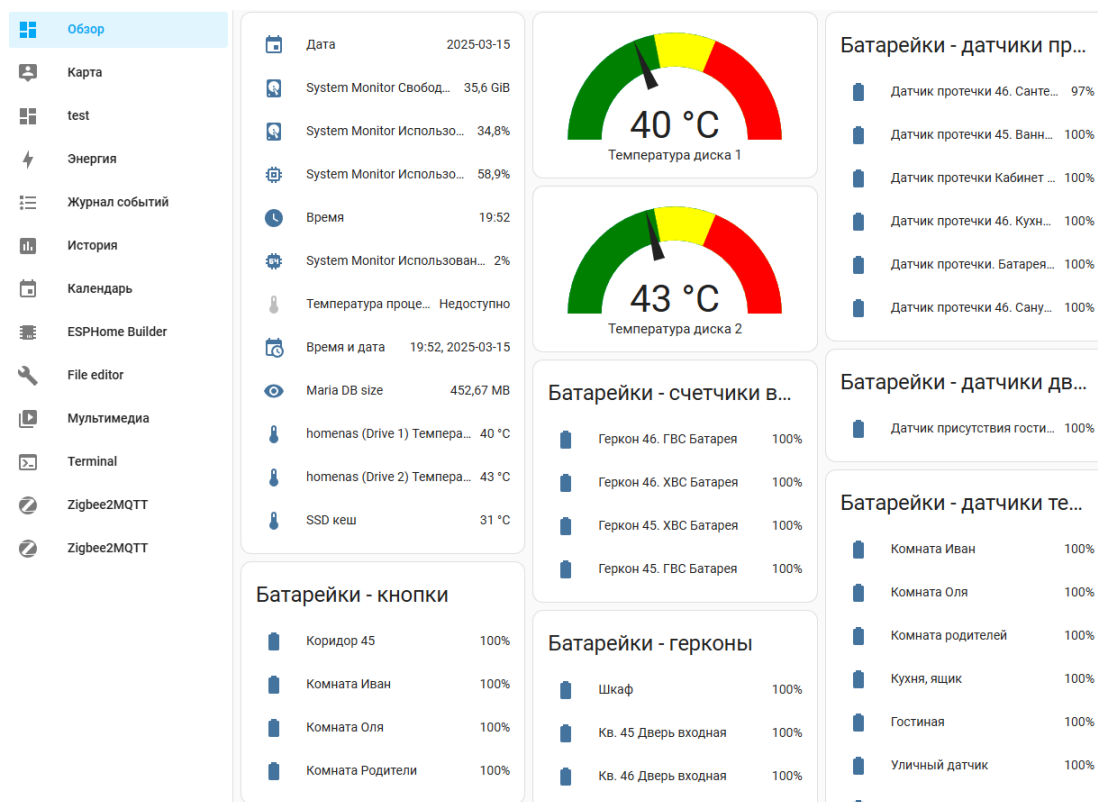


Рисунок 18– Мониторинг состояния умного офиса

После определения дизайна проекта умного офиса торговой компании с использованием IoT-технологий перейдем к расчету экономической эффективности проекта

### 3.2 Определение методики расчета экономической эффективности проекта и расчёт фактических затрат на реализацию проекта

Перед тем, как приступить к расчету экономической эффективности проекта, нужно сразу обозначить несколько важных моментов. Первое – от внедрения «Умного офиса» не стоит обращать внимание на прямую прибыль организации, поскольку данный проект не затрагивает выручку предприятия напрямую. Таким образом, нужно смотреть и высчитывать именно возможную экономию после внедрения проекта, а не наращивание выручки.

Как уже было сказано выше, внедрение системы «Умный дом» помогает предприятию экономить на счетах за электроэнергию,

водоснабжение и газоснабжение. А также, благодаря всевозможным датчикам протечки и мониторинга умных IoT-устройств, данная система помогает экономить на некоторых специалистах, например, в нашем случае это сантехник, специалист по сплит-системам, специалист по обслуживанию кофе-машин и даже уборщик помещений.

Эта экономия возникает благодаря тому, что, допустим, если возникает неполадка в сплит-системе, то не нужно вызывать мастера для диагностики неисправностей, т.к. датчики сами выявят неполадку и отправят оповещение пользователю, останется только вызвать мастера непосредственно для ремонта, без диагностики.

Или, например, подключив моющие роботы-пылесосы, и выставив их на автоматический режим уборки в заданное время, можно будет сэкономить на зарплате самому уборщику помещений, т.к. вместо ручной уборки всей площади, ему нужно будет только раз в день обслуживать робота.

Итак, на первом этапе расчета эффективности, нам нужно посчитать все затраты на покупку и установку оборудования, а также на разработку приложения для управления умным домом. В нашей торговой компании есть 3 комнаты. В первой комнате установлено 6 рабочих мест, имеется 2 окна, 1 санузел, 1 дверь. Во второй комнате 3 рабочих места, 2 окна, 1 санузел и 1 дверь. А третья комната – переговорная, в ней 1 рабочее место, мультимедийный проектор, 1 окно и 1 дверь. Таким образом, для снабжения всей офисной площади нашей торговой компании понадобится количество оборудования, указанное в таблице 1 вместе со стоимостью.

Таблица 2 – Расходы на оборудование

| Название устройства                                             | Стоим., руб. |
|-----------------------------------------------------------------|--------------|
| Контроллер «Умное реле Zigbee» – 2 штуки                        | 2 600        |
| Датчик температуры и влажности «Яндекс Zigbee» – 3 штуки        | 6 000        |
| Датчик протечки «Яндекс Zigbee YNDX-00521» – 2 штуки            | 4 000        |
| Датчик движения «Яндекс с Zigbee YNDX-00522» – 2 штуки          | 5 000        |
| Сплит-система «Daichi Alpha Unlim A50AVQ2/A50FV2_UNL» – 2 штуки | 130 000      |
| Мотор для жалюзи «Smart Life TuYa Zigbee» – 5 штук              | 16 000       |
| Робот-пылесос «ECOVACS DEEBOT Y1 Pro» – 1 штука                 | 15 000       |
| Умная розетка «Camelion Smart Home» – 10 штук                   | 8 000        |
| Умный замок Philips EasyKey DDL610-5HBS – 1 штука               | 20 000       |
| Умная лампочка «Sber с адаптивным светом» - 10 штук             | 4 800        |
| Итого:                                                          | 211 400      |

Согласно таблице 2, мы потратим 211 400 рублей на закупку оборудования. Цены действительны на конец 2024 года, и взяты из онлайн-магазина «Яндекс Маркет». При желании, количество оборудования можно сократить или наоборот увеличить, в зависимости от потребностей организации. Помимо этого, можно будет без особых проблем внедрить совсем новый тип оборудования, если офису это понадобится (например, умную аварийную систему и т.п.).

Далее, помимо оборудования, нам нужно учесть зарплаты сотрудников для реализации проекта. На этапе внедрения нам понадобятся следующие специалисты: Разработчик ПО, Инженер, Тестировщик. На внедрение всей системы мы закладываем срок 1 месяц – этого будет достаточно для того, чтобы разработать и протестировать приложение, а также произвести установку и наладку всего оборудования, стоимость заработной платы будет указана в таблице 3.

Таблица 3 – Расходы на специалистов

| Специалист  | Зарплата за месяц, руб. |
|-------------|-------------------------|
| Разработчик | 70 000                  |
| Инженер     | 50 000                  |
| Тестировщик | 30 000                  |
| Итого:      | 150 000                 |

Согласно таблице 3, мы потратим 150 000 рублей на выплату заработной платы сотрудникам. Эти расходы тоже при желании можно уменьшить, например, вместо разработчика и тестировщика привлечь студентов выпускных курсов для прохождения практики, с последующей разработкой программы для управления умным офисом.

Как мы уже выяснили, мы будем рассчитывать экономию на коммунальных услугах и некоторых сотрудниках, которые не понадобятся компании после внедрения умного офиса. Поэтому, теперь приведем стоимость коммунальных услуг и стоимость заработной платы дополнительных сотрудников. Результаты представлены в таблицах 4 и 5 соответственно.

Таблица 4 – Расходы на коммунальные платежи

| Вид услуги                                   | Ед. изм. | Тариф руб./ед.изм | Расчет                     | Итог, руб. |
|----------------------------------------------|----------|-------------------|----------------------------|------------|
| ГВС                                          | м3       | 187,62            | 187,62 руб./м3 * 15 м3     | 2814,3     |
| ХВС                                          | м3       | 39,24             | 39,24 руб./ м3 * 7 м3      | 274,68     |
| Водоотведение                                | м3       | 28,37             | 28,37 руб./ м3 * 15 м3     | 425,55     |
| Электроэнергия                               | кВт/ч    | 4,63              | 4,63 руб./кВт/ч*1200 кВт/ч | 5556       |
| Отопление                                    | Гкал     | 2 431,39          | 2431,39 руб./Гкал* 4,82    | 11719,3    |
| Итого к оплате за расчетный период (1 месяц) |          |                   |                            | 20 789, 83 |

Таблица 5 – Расходы на дополнительных сотрудников

| Специалист                                             | Зарплата за месяц, руб. |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|
| Уборщик помещений                                      | 15 000                  |
| Сантехник (1 вызов в месяц)                            | 5000                    |
| Инженер по обслуживанию сплит-систем (1 вызов в месяц) | 5000                    |
| Итого:                                                 | 25 000                  |

«По данным за последние 6 лет, среднее увеличение услуг ЖКХ на 7,8% в год (на 2023 год - 7,5%, за 2022 год – 8%, за 2021 год – 9,5%, за 2020 год – 6,5%, за 2019 год – 7,7%). Как предусматривает Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов, подготовленный Минэкономразвития РФ, с учетом прогнозируемой индексации цен на газ и тарифов на электроэнергию для населения совокупный платеж граждан за коммунальные услуги, начиная с последнего месяца этого года, в среднем по стране в среднем по стране вырастет на 9%, с 1 июля 2024 года на 6,3% и с 1 июля 2025 года на 5,3%» [11].

Исходя из этого мы и будем определять экономию от использования системы «умный дом».

«Возможная экономия, при условии грамотного проектирования системы, может составить от 10% до 40% от ежемесячных расходов на услуги ЖКХ. Как показывает практика, чем больше объект и чем больше инженерных систем на нем используется, тем этот процент выше. Для расчета возьмем максимальный возможный процент экономии - 40%» [11]. Помимо этого, мы экономим на расходах на дополнительных сотрудников, и вместо 25 000 рублей в месяц организация будет платить всего лишь 5 000 рублей в месяц на сотрудника, который будет обслуживать робот-пылесос, а полноценный уборщик помещений и специалисты, которые проводят диагностику протечек (сантехник) и сплит- системы нам больше не понадобятся вовсе. Итоговый расчет указан в Таблице 6.

Таблица 6 – Расчёт расходов до и после установки системы

| Год                                                                          | 1        | 2        | 3        | 4         | 5         | 6          |
|------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|
| Расходы до установки системы «Умный офис»                                    |          |          |          |           |           |            |
| Коммунальные платежи с учетом роста тарифов (7,8%) руб./год                  | -249 477 | -268 936 | -289 913 | - 312 526 | - 336 904 | -363 182   |
| Расходы на дополнительных сотрудников                                        | -300 000 | -300 000 | -300 000 | - 300 000 | - 300 000 | -300 000   |
| Сумма затрат                                                                 | -549 477 | -568 936 | -589 913 | -612 526  | -636 903  | -663 182   |
| Итого                                                                        |          |          |          |           |           | -3 620 938 |
| Расходы после установки системы «Умный офис»                                 |          |          |          |           |           |            |
| Установка системы                                                            | -361 400 |          |          |           |           |            |
| Коммунальные платежи с учетом роста тарифов (7,8%) руб./год (- 40% экономии) | -149 686 | -161 362 | -173 948 | -187 516  | -202 142  | -217 909   |
| Расходы на дополнительных сотрудников                                        | -60 000  | -60 000  | -60 000  | -60 000   | -60 000   | -60 000    |
| Сумма затрат                                                                 | -571 086 | -221 362 | -233 948 | -247 516  | -262 142  | -277 909   |
| Итого                                                                        |          |          |          |           |           | -1 452 563 |
| Экономическая выгода                                                         | -21 609  | 347 574  | 355 965  | 365 010   | 374 761   | 385 273    |

«Оценка эффективности проекта осуществляется на основе Постановления Госстроя РФ № ВК 477. Об эффективности проекта судят на основании показателей: чистый дисконтированный доход (NPV), индекс доходности инвестиций, срок окупаемости. Для признания проекта эффективным с точки зрения инвестора необходимо, чтобы ЧДД проекта был положительным» [11].

Математическая формула для определения чистого дисконтированного дохода инвестиционного проекта (NPV):

$$NPV = \sum_{i=0}^{Nfe+1} \frac{NCF_i}{(1+RD)^i} \quad (1)$$

где

NCF<sub>i</sub> - чистый эффективный денежный поток на i-ом интервале планирования,

RD - ставка дисконтирования (в десятичном выражении, принята в размере 10 %),

Life - горизонт исследования, выраженный в интервалах планирования.

Отсюда:

$$NPV = -21609/(1+0,1)^1 + 347574/(1+0,1)^2 + 355965/(1+0,1)^3 + 365010/ \\ / (1+0,1)^4 + 374761/(1+0,1)^5 + 385273/(1+0,1)^6 = 1234528,87 \text{ руб.}$$

Математическая формула для определения рентабельности инвестиций (PI)

$$PI = 1 + \frac{NPV}{TIC} \quad (2)$$

где

TIC - полные инвестиционные затраты проекта. Под TIC понимаем затраты на установку системы. Тогда:  $PI = 1 + 1234528,87/361400 = 4,416$

Таким образом, можно сделать вывод, что наш проект эффективен, так как индекс доходности больше единицы. Проект окупится менее, чем через 5 лет, то есть это даже быстрее нормативного срока эксплуатации всех систем. «После срока окупаемости данная система переходит на чистую экономию денежных средств в период эксплуатации. Если учитывать непредвиденные обстоятельства, такие как: затопление, пожар или кражу, которые устройства системы «умный офис» может предотвратить, то установленная технология окупится очень быстро» [11].

### Выводы по Главе 3

В третьей главе были рассмотрены вопросы практической реализации проекта по созданию умного офиса торговой компании с использованием IoT-технологий.

Рассчитана экономическая эффективность проекта по созданию умного офиса торговой компании с использованием IoT-технологий

## Заключение

В ходе выполнения работы была подтверждена актуальность разработки проекта умного офиса для торговой компании с использованием IoT-технологий. Проведён детальный анализ существующих аналогов, в рамках которого выявлены их основные преимущества и недостатки. Это позволило определить оптимальные подходы и технологические решения для создания собственной системы.

На основе проведённого анализа разработано собственное решение поставленной задачи, включающее ключевые аспекты проектирования умного офиса. В рамках работы были созданы и описаны основные UML-диаграммы, отражающие структуру и логику работы системы:

- UML-диаграмма взаимодействия с пользователем, демонстрирующая процесс коммуникации между пользователем и системой;
- Диаграмма состояний, описывающая изменения состояний элементов системы в зависимости от различных условий;
- Диаграмма классов, структурирующая ключевые компоненты системы и их взаимосвязи.

В результате был разработан полный проект умного офиса, включающий не только программную, но и пользовательскую часть. Были созданы проекты интерфейсов, отображающих информацию о состоянии системы и обеспечивающих удобное взаимодействие пользователей с умным офисом.

Эффективность проекта подтверждена экономическими расчётами: индекс доходности превышает единицу, что свидетельствует о его рентабельности. Кроме того, срок окупаемости составляет менее 5 лет, что быстрее нормативного срока эксплуатации всех систем. Это делает проект высокорентабельным и перспективным для внедрения в торговых компаниях, стремящихся к повышению эффективности офисных процессов и снижению эксплуатационных затрат.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Интернет вещей: [сайт] – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/https://iot.ru/wiki/> (дата обращения 20.09.2024). – Текст: электронный.
2. «Умный офис» - Ростелеком: [сайт] – URL: <https://www.rst-com.ru/b2b/smartoffice/> (дата обращения 20.09.2024). – Текст: электронный.
3. «Умный офис» – MS Azure [сайт] – URL: <https://news.microsoft.com/ru-ru/features/smart-office-microsoft-russia/> (дата обращения 20.09.2024). – Текст: электронный.
4. Умный офис для современной компании: [сайт] - URL: <https://www.intelvision.ru/services/smart-office> (дата обращения 22.10.2024). – Текст: электронный.
5. Бендик Н.В. Системная архитектура информационных систем: Учебное пособие / Н.В. Бендик, С.А. Петрова – Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ, 2016. – 92 с.
6. Гололобов, В. Н. «Умный дом» своими руками / В. Н. Гололобов. - Москва: НТ Пресс, 2007. – 416 с. – ISBN: 5-477-00484-3.
7. Головицына М.В. Информационные технологии в экономике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Головицына М.В. – Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020.– 589 с.
8. Граничин О.Н. Информационные технологии в управлении [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Граничин О.Н., Кияев В.И. – Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020.– 400 с.
9. Прохоренков П.А. Информационные технологии в управлении [Электронный ресурс]: учебник/ Прохоренков П.А., Лаврова Е.В. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019.– 202 с.
10. Стешин А.И. Информационные системы в организации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Стешин А.И. – Саратов: Вузовское

образование, 2019.– 194 с.

11. Экономическая эффективность внедрения системы «умного дома»: [сайт] – URL: <http://publishing-vak.ru/file/archive-economy-2023-6/d6-lebedeva-alekseeva.pdf> (дата обращения 13.11.2024). – Текст: электронный.

12. Дунаев В. В. Базы данных. Язык SQL для студента [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Дунаев. - М.: БХВ-Петербург, 2017. – 288 с.

13. Гринченко Н.Н. Проектирование баз данных. СУБД Microsoft Access [Электронный ресурс]: учебное пособие / Гринченко, Н.Н. и. - М.: Горячая Линия Телеком, 2012. – 240 с.

14. Лазебная, Е. А. Методы и средства проектирования информационных систем и технологий: учебное пособие / Е. А. Лазебная. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. – 127 с. 21.

15. Лапыгин Ю.Н., Демидов В.В., Боровкова А.В. Управление проектами от планирования до оценки эффективности: учеб. пособие: ООО "Издательство "Омега-Л" 2007. – 252 с. ISBN 978-5-370-00985-3.

16. Лебедева И.М., Федорова А.Ю., Макроэкономическое планирование и прогнозирование / И.М. Лебедева, А.Ю. Федорова; под ред. А.Ю. Федоровой. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 54 с.

17. Лебедева, Т. Н. Методы и средства управления проектами: учебнометодическое пособие / Т. Н. Лебедева, Л. С. Носова. – Челябинск: Южно- 102 Уральский институт управления и экономики, 2017. – 79 с. – ISBN 978-5- 9909865-1-0.

18. Unified Modeling Language (UML) Diagrams [Электронный ресурс]. <https://www.geeksforgeeks.org/unified-modeling-language-uml-introduction/> (дата обращения: 25.10.2024).

19. Anam Amjad UML profile for business process modeling notation / Anam Amjad [Электронный ресурс] // researchgate : [сайт]. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/350931916\\_UML\\_Profile\\_for\\_Business\\_Process\\_Modeling\\_Notation](https://www.researchgate.net/publication/350931916_UML_Profile_for_Business_Process_Modeling_Notation) (дата обращения: 25.10.2024).

20. Sundaramoorthy S. UML Diagramming: A Case Study Approach. Abingdon : Taylor & Francis Group, 2022. 416 p.
21. Gould H. Systems Analysis and Design. Leeds : Howard Gould & bookboon.com, 2016. 147 p.
22. Allweyer T. BPMN 2.0: Introduction to the Standard for Business Process Modeling. Norderstedt : Books on Demand, 2015. 166 p.