

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**
Разработка проекта «Умный офис» на основе применения
технологии Интернета вещей

2021

РЕФЕРАТ

Тема магистерской диссертации: Разработка проекта «Умный офис» на основе применения технологии Интернета вещей.

Магистерская диссертация выполнена на 91 странице, содержит 19 таблиц, 36 рисунков, 69 использованных источников.

Актуальность магистерской диссертации обусловлена возрастающим спросом на внедрение автоматизированных систем управления помещениями для создания умной инфраструктуры из имеющихся устройств. Управление инфраструктурой офисного помещения необходимо для создания комфортного и эффективного рабочего пространства, что будет влиять на эффективность бизнеса в целом.

Целью магистерской диссертации является разработка проекта по реализации информационной системы «Умный офис», для автоматизации и повышения эффективности управления Интернет вещами для применения в офисном помещении.

Для выполнения этой цели были выполнены следующие задачи:

- проведен литературный обзор и анализ инженерного оборудования Умного офиса, концепции Интернета вещей, рассмотрены существующие решения на рынке, изучены технологии для разработки платформ;
- разработан бизнес-план реализации системы, включающий в себя, описание предметной области, устав проекта, жизненный цикл информационной системы на каждом этапе разработки, календарное планирование в MS Project;
- описано развитие архитектуры предприятия и выполнено экономическое обоснование реализации проекта;

- составлены требования и описан функционал информационной системы для управления технологией Интернета вещей.
- спроектирована архитектура и разработано техническое задание для информационной системы «Умный офис».

Объект исследования – технология Интернета вещей.

Предмет исследования – разработка информационной системы «Умный офис».

Результатом выпускной квалификационной работы являются архитектура для информационной системы «Умный офис» и техническое задание на ее разработку. Данную разработку могут использовать компании, занимающиеся разработкой интеллектуальных систем управления офисом.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 Обзор и анализ проектов с применением технологии Интернета вещей.....	6
1.1 Концепция технологий связанных с Интернетом вещей.....	6
1.2 Стандартизация систем Интернета вещей.....	17
1.3 Анализ существующих система для работы с Интернет вещами.....	25
1.4 Выводы по главе.....	34
2 Разработка проекта на основе технологии Интернета вещей.....	35
2.1 Бизнес-план проекта по реализации информационной системы «Умный офис»	35
2.2 Развитие архитектуры предприятия.....	58
2.3 Экономическое обоснование проекта.....	69
2.4 Выводы по главе.....	78
3 Разработка архитектуры информационной системы «Умный офис».....	79
3.1 Требования к системе «Умный офис»	79
3.2 Сетевая архитектура системы.....	82
3.3 Разработка архитектуры информационной системы «Умный офис» ...	85
3.4 Выводы по главе.....	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	91
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	92
ПРИЛОЖЕНИЕ А	101

ВВЕДЕНИЕ

С каждым днем стремительно развиваются передовые технологические системы, позволяющие автоматизировать бытовые задачи. Сегодня многие люди используют различные бытовые приборы, устройства и датчики, это так называемые Интернет вещи, которые являются частью системы «Умный Дом». Данная система обеспечивает связь между бытовыми приборами и пользователями, а также расширяет возможности автоматизации, мониторинга и дистанционного управления девайсами.

Аналогично для создания более продуктивной и гибкой рабочей среды, адаптированной к соответствующей деятельности в компании также существуют системы на основе технологии Интернет вещей, такие решения называют «Умный офис». При реализации систем «Умный офис» используются современные технологии, которые повышают производительность сотрудников и обеспечивают эффективное и экономичное использование помещений.

Актуальность магистерской диссертации обусловлена возрастающим спросом на внедрение автоматизированных систем управления помещениями для создания умной инфраструктуры из имеющихся устройств. Управление инфраструктурой офисного помещения необходимо для создания комфортного и эффективного рабочего пространства, что будет влиять на эффективность бизнеса в целом.

Объектом исследования данной работы является технология Интернета вещей, предметом исследования — разработка информационной системы «Умный офис».

Целью магистерской диссертации является разработка проекта по реализации информационной системы «Умный офис», для автоматизации и повышения эффективности управления Интернет вещами для применения в офисном помещении.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести литературный обзор и анализ инженерного оборудования Умного офиса, концепции Интернета вещей, рассмотреть существующие решения на рынке, изучить технологии для разработки платформ.
2. Разработать бизнес-план реализации системы, включающий в себя, описание предметной области, устав проекта, жизненный цикл информационной системы на каждом этапе разработки, календарное планирование в MS Project.
3. Выполнить оценку эффективности разрабатываемой методологии по реализации и внедрения информационной системы «Умный офис».
4. Составить требования и описать функционал информационной системы для управления технологией Интернета вещей.
5. Разработать архитектуру и техническое задание для информационной системы «Умный офис».

При написании данной работы будут использованы следующие методы исследования: эмпирические (сравнение, эксперимент), теоретические (поиск, анализ, моделирование) и математические (расчёт) методов исследования.

Степень разработанности темы магистерской диссертации обусловлена использованием научных трудов и практических исследований следующих авторов: Д.В. Байгозин, Д.Н. Первухин, Г.Б. Захарова. Исследования содержат основы понятий и концепции технологий, соответствующих теме данной работы.

Научная новизна работы обосновывается вкладом в уже существующие решения технологий Умного офиса и Интернета вещей. Предложенная концепция представляет возможность использовать ее при разработке систем для проактивного управления интеллектуальным офисным помещением.

Практическая значимость исходит из экономической эффективности, преимуществ возможности использования для конечного пользователя и перспективности технологий Интернета вещей.

Магистерская диссертация выполнена на 91 странице, содержит 19 таблиц, 36 рисунков, 69 использованных источников.

Первая глава работы будет содержать литературный обзор и анализ источников по предметной области интеллектуального здания. В данной главе приведены общие сведения о технологиях «Умный дом» и «Интернет вещей». Описаны протоколы и различные архитектуры, которые используются для работы с Интернет вещами. Также рассмотрены подобные системы.

Во второй главе будет описан бизнес-проект по реализации системы «Умный офис», который включает в себя описание предметной области, устав проекта, описание жизненного цикла развития системы, календарное планирование работ, риски проекта. А также будет выполнено описание развитие архитектуры компании и проведена оценка эффективности разработки системы для автоматизации процессов в офисе.

В третьей главе будет представлен практический результат работы: требования к системе, архитектура системы и техническое задание.

1 Обзор и анализ проектов с применением технологии Интернета вещей

В данной главе магистерской диссертации рассмотрено общее понятие технологий, в которых используется Интернет вещей, их концепция и назначение. В данной главе будет представлено описание используемых алгоритмов и методов, необходимых для реализации системы «Умный офис», а также выполнен обзор имеющихся на рынке подобных решений.

1.1 Концепция технологий связанных с Интернетом вещей

Концепция системы Умный дом предполагает новый подход в организации жизнедеятельности в доме, при котором на основе комплекса высокотехнологичного оборудования создается единая автоматизированная система управления, позволяющая значительно увеличить эффективность функционирования и надежность управления всех систем жизнеобеспечения [33].

Умный дом — система, которая обеспечивает безопасность, ресурсосбережение и комфорт для всех пользователей. В простейшем случае она должна уметь распознавать конкретные ситуации, происходящие в здании, и соответствующим образом на них реагировать: одна из подсистем может управлять поведением других по заранее выработанным алгоритмам. Кроме того, от автоматизации нескольких подсистем обеспечивается синергетический эффект для всего комплекса.

Под «умным домом» понимается такая концепция взаимодействия человека с жилым пространством, когда работа всех инженерных систем и электроприборов регулируется автоматически из единого центра, в соответствии с заранее заданными параметрами. Такая система обеспечивает пользователям несколько преимуществ: комфорт, безопасность и экономию

ресурсов. Система подразумевает слаженную работу системы отопления и кондиционирования, а также контроль факторов, влияющих на необходимость включения или отключения указанных систем. Иными словами, в автоматизированном режиме в соответствии с внешними и внутренними условиями задаются и отслеживаются режимы работы всех инженерных систем и электроприборов [45].

В развитых странах Умный дом пересекается с концепцией экологичности и устойчивости, поскольку данная технология помогает рационально использовать ограниченные природные ресурсы, минимально негативно воздействовать на окружающую среду и благосостояние людей. Основная задача Умного дома - повысить комфорт жильцов и облегчить повседневную жизнь [62].

История развития технологии «Умный дом» началась в прошлом веке. Понятие «Умный дом» впервые появилось в штате Вашингтон в Институте интеллектуального здания в 1970-х годах: «Здание, обеспечивающее продуктивное и эффективное использование рабочего пространства ...»; где разрабатывались революционные для того времени проекты, предполагавшие возможность передачи по одному проводу различных видов информации, что позволило бы управлять разными устройствами [23].

Одним из первых проектов умного дома стал дом американского инженера Эмиля Матиаса. В 1950 году Э. Матиас оборудовал свое жилье множеством различных устройств, инженер управлял ими с кнопочной панели. Например, Матиас нажатием кнопок мог открывать дверь гаража, дистанционно включать и выключать радио. Кроме этого, в доме инженер установил автоматические системы сигнализации. Для реализации проекта Матиас потратил более двух километров кабеля, спрятав все провода, моторы и другие использованные датчики и устройства в стенах и полу.

Еще одним примером развития данной технологии является Дом будущего Монсанто – аттракцион 1957 года. Компания «Монсанто» предложила Массачусетскому технологическому институту совместно

создать жилой дом нового типа: целиком из пластмассы. Преимуществом пластика была легкость, что позволяло без особых усилий автоматизировать все системы в доме. В доме Монсанта была оборудована ультразвуковая посудомоечная машина, система кондиционирования в полу, телефон с громкой связью, полки, исчезающие в кухонном потолке, а также подключенная автоматизированная раковина, которая меняла уровень в зависимости от роста человека.

Популяризация концепции умного дома началась в конце 1990-х годов. Например, в 1999 студия Disney выпустила фильм «Умный дом», рассказывающий об автоматизированном доме во главе с роботом-горничной. В новом тысячелетии эта тема поднималась в кино, прессе всё чаще и чаще.

«Умный дом» — это автоматизация домашнего быта с помощью объединения электроприборов и бытовой техники в доме в единую экосистему [17]. Рассмотрим примерную архитектуру «Умного дома» (рис. 1). При разработке системы удаленного управления обычно выделяют следующие основные компоненты: приложения для пользователя, веб-сервер, сервер «Умного дома», а также контроллер для управления датчиками и сенсорами.

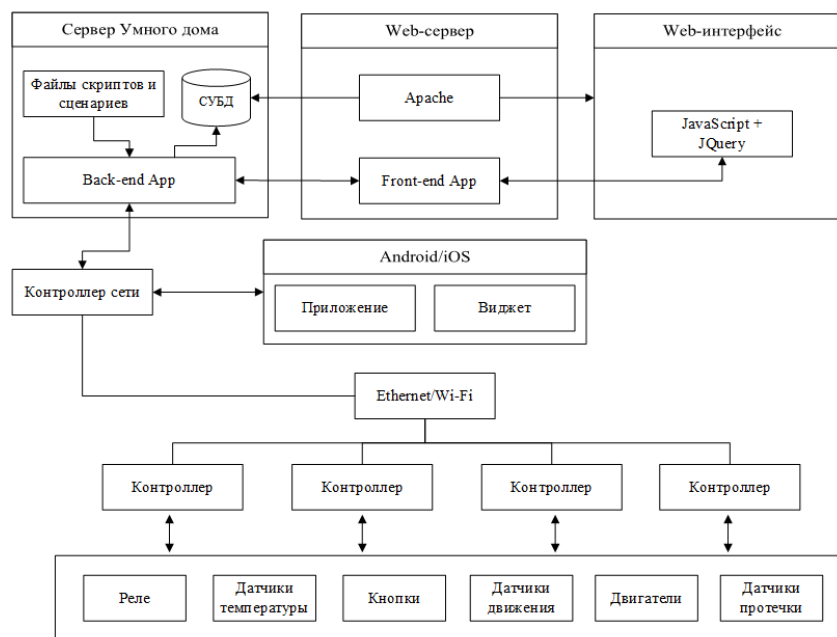


Рисунок 1 — Структура технологий Умного Дома¹

¹ Составлено автором по [59]

Система «Умный дом» включает в себя:

1. Мобильное приложение или веб-браузер необходимы для удаленного управления устройствами Умного дома. С помощью данного компонента осуществляется передача команд на облачные сервер, а также получение оттуда информации о состоянии датчиков [42].
2. Веб-сервер предназначен для хранения данных о состоянии датчиков и устройств в БД. Он выступает также в качестве посредника между удаленными устройствами управления и сервером Умного Дома. Данная функция осуществляется путем передачи команд, например, с мобильных устройств в облако, где они обрабатываются и передаются дальше на домашний сервер.
3. Сервер Умного Дома предназначен для получения команд от веб-сервера и их дальнейшей передачи на контроллеры, а также передачи в обратном порядке данных с датчиков, поступающих на контроллер.
4. Контроллер — это устройство, соединяющее элементы умного дома в единое целое [35]. Контроллер управляет подключенными датчиками, принимает команды с сервера и отправляет ему информацию об изменении состояния датчика. На центральном контроллере регистрируются все имеющиеся устройства, а он уже обеспечивает и веб-интерфейс, и сценарии, и передачу команд между устройствами.
5. Датчики — это приборы, получающие информацию о состоянии окружающей среды и бытовой техники, подающие ее на контроллер [22]. Примером является термодатчик, включающий в зависимости от температуры в доме обогреватель или кондиционер.
6. Актуаторы — исполнительные устройства, непосредственно исполняющие команды. Это самая многочисленная группа, в которую входят умные выключатели, умные розетки, сирены, климат-контроллеры и так далее.

7. Устройство умного дома – это прибор, состоящий из контроллера, датчика и бытового прибора, например, холодильника, термометра, жалюзи. Их называют Интернет вещами или IoT устройствами.

Интернет вещей (от английского internet of things, IoT) — это огромное количество «вещей», которые подключены к Интернету для обмена данными с другими вещами-приложениями IoT, подключенными устройствами, промышленными машинами и многим другим. Устройства, подключенные к Интернету, используют встроенные датчики для сбора данных и, в некоторых случаях, воздействуют на них. Примеры применения Интернета вещей: от умного дома, который автоматически регулирует отопление и освещение, до умной фабрики, которая контролирует промышленные машины для поиска проблем, а затем автоматически настраивается, чтобы избежать сбоев [30].

Концепция Интернета вещей базируется на принципе межмашинного общения: без вмешательства человека электронные устройства «общаются» между собой. Интернет вещей — это автоматизация, но более высокого уровня. В отличие от «умных» домов узлы системы используют TCP/IP-протоколы для обмена данными через каналы глобальной сети Интернет. В статье «Архитектура сетевого управляющего комплекса здания на базе IoT-устройств» [12] авторами рассматривается задача проектирования киберфизической системы, применяемой в качестве сервиса для управления интеллектуальными зданиями с использованием технологий Интернета вещей.

Интернет вещей - это сеть физических объектов, подключенных к Интернету и способных идентифицировать себя с другими устройствами. Хорошо продуманное приложение «Интернет вещей» может снизить потребление электроэнергии, повысить безопасность в зданиях и в городе или повысить комфортность в помещении [67].

Интернет вещей дает организациям абсолютно новые способы управления и мониторинга удаленно выполняемых операций. Данная технология позволяет полностью контролировать удаленно расположенные

объекты и постоянно поставляет информацию приложениям и в хранилища данных.

Отдел стандартов связи МСЭ (Международный союз электросвязи, International Telecommunication Union) опубликовал Рекомендацию Y.2060, озаглавленную «Обзор интернета вещей» (Overview of the Internet of Things) [61]. В этом документе содержатся следующие определения, описывающие охват Интернет вещей:

1. Интернет вещей: глобальная инфраструктура для информационного общества, которая обеспечивает возможность предоставления более сложных услуг путем соединения друг с другом (физических и виртуальных) вещей на основе существующих и развивающихся функционально совместимых информационно-коммуникационных технологий.
2. Вещь: применительно к интернету вещей означает предмет физического мира (физические вещи) или информационного мира (виртуальные вещи), который может быть идентифицирован и интегрирован в сети связи.
3. Устройство: применительно к интернету вещей означает элемент оборудования, который обладает обязательными возможностями связи и дополнительными возможностями измерения, срабатывания, а также ввода, хранения и обработки данных.

Как показано на рис. 2, в технологии Интернет вещей информационно-коммуникационные технологии, которые уже обеспечивают связь "в любое время" и "в любом месте", получают новый аспект – "связь с любой вещью".



Рисунок 2 — Новое измерение, появившееся в интернете вещей [21]

Применительно к IoT вещи – это предметы физического мира (физические вещи) или информационного мира (виртуальные вещи), которые могут быть идентифицированы и интегрированы в сети связи. Вещи имеют относящуюся к ним информацию, которая может быть статической и динамической. Физические вещи существуют в физическом мире, и их можно измерить, привести в действие и подключить. Примеры физических вещей включают окружающую среду, промышленных роботов, товары и электрическое оборудование. Виртуальные вещи существуют в информационном мире, и их можно хранить, обрабатывать, а также получать к ним доступ. Примеры виртуальных вещей включают мультимедийный контент и прикладное программное обеспечение [62].

Исследователи отмечают, что к технологии интернета вещей проявляют интерес правительства разных стран, они поддерживают ученых и предприятия, которые занимаются ее внедрением и развитием. Интернет вещей в России развивается медленнее, но также растет: в 2019 году рост составил 9%. Сейчас 20% расходов промышленности приходится именно на

внедрение и обслуживание промышленного Интернета вещей. В 2019 году «Ростех» посчитал, что выгода IoT для российской экономики оценивается в 5,5 трлн рублей. Наибольшую выгоду IoT дает в области добычи полезных ископаемых и несырьевой промышленности, также он полезен в сельском хозяйстве, электроэнергетике и логистике [24].

Однако, данная технология все же имеет и некоторые недостатки. Использование интернета вещей может привносить некоторые проблемы. В первую очередь — это проблемы безопасности. Компании должны заботиться о сохранности конфиденциальных данных. Также стоит обратить внимание на вопрос защищенности используемых устройств от хакерских атак. Вторым серьезным препятствием на пути развития технологий Интернета вещей является многообразие различных протоколов и отсутствие общепринятых стандартов [3].

Основная проблема Интернета вещей заключается в том, что нет ясных и согласованных архитектур для построения подключенных автоматизированных систем. У одного переключателя света может быть один уровень шифрования данных, в то время как у пульта дистанционного управления используются другие алгоритмы шифрования. Беспроводные протоколы могут также отличаться: одно устройство может использовать ZigBee, в то время как другие полагаются на Bluetooth или Wi-Fi [19]. Мосты для подключения по всем этим параметрам будут дублироваться. И даже если независимые системы будут безопасными, вместе они образуют уязвимую для внешнего воздействия сеть.

Для безопасности Интернета вещей в бытовой области ситуация не так сложна. Умные домашние устройства выходят в интернет через обычные каналы. Информация, которую они передают, требует только базовой защиты от вирусов и киберугроз. Даже если случится массовая кибератака, к катастрофе это не приведет. Кроме того, домашние устройства обычно выпускают большими партиями, и избыточная защита слишком сильно увеличит стоимость устройств — их никто не будет покупать [18].

В бизнесе и промышленности ситуация гораздо серьезнее — злоумышленники могут попытаться получить доступ к умным устройствам предприятия, что грозит миллионными убытками, а иногда и промышленной катастрофой. Поэтому в сетях IoT уделяют повышенное внимание безопасности [29].

Для защиты используют следующие методы:

1. Изоляция от интернета, работа только в сети внутри офиса или завода.
2. Шифрование промышленных данных, например, алгоритм AES-256. Чтобы его взломать, нужно подобрать ключ длиной 256 бит — даже современному суперкомпьютеру для этого потребуется больше времени, чем предполагаемый возраст нашей вселенной [34].
3. Защита программного обеспечения и операционных систем.
4. Системы детектирования и предотвращения вторжений — они оповещают, если кто-то посторонний пытается получить доступ к системе [24].

В настоящее время происходит глобальная цифровизация процессов бизнеса в целях улучшения производительности труда, качества работ и безопасности производства. Цифровизация – это современная тенденция, работы по улучшению и автоматизации рабочего пространства ведутся большими темпами. Цифровизация основывается на понятии цифровые технологии «Интернет вещей» – это концепция сети из физических и виртуальных объектов, которые связаны с интернетом и внешним миром, способные передавать друг другу получаемые данные, чтобы выполнять на их основе различные действия для развития системы управления, экономики, бизнеса, социальной сферы [51].

Умный офис – это автоматизированная система управления, которая предназначена для контроля и управления освещением, отоплением, вентиляцией, водоснабжением, безопасностью, аудио/видео аппаратурой и другими инженерными системами помещения. Система имеет возможность подстройки и модификации по желанию владельца. Умный офис позволяет интегрировать различные подсистемы, обеспечивая их слаженную работу и

высокую функциональность всего комплекса [15]. Это позволяет не только исключить конфликты при их функционировании, но и обеспечить гармоничное взаимодействие. Например, кондиционер не будет охлаждать помещение в то время, когда будет работать отопление.

Интеграция вышеперечисленных технологий обеспечивает комфорт в помещении. Управление параметрами всего комплекса помещения умный офис берет на себя. При необходимости умный офис управляет освещением, шторами, кондиционером, теплым полом, видео аппаратурой и другим оборудованием [55].

В настоящее время для российского рынка умных технологий характерно:

1. Преобладание решений для интеллектуального офиса, внедрение которых, по оценкам экспертов, значительно увеличивает результативность деятельности и окупается со временем.
2. Увеличение практики внедрения умных технологий в обслуживания офисных зданий в городах на этапе строительства при ранее наблюдавшейся тенденции интеллектуализации: комплексность готовых решений, их модульность и возможность персонального конфигурирования [1].

В целом умная инфраструктура здания включает в себя два компонента: ИТ-инфраструктура и умные инженерные системы (рис. 3). ИТ-инфраструктура объединяет все информационные технологии и ресурсы, используемые конкретной организацией либо компанией. Умные инженерные системы – это системы здания или помещения, предназначенные для жизнеобеспечения, выполнения технологических процессов, поддержания комфорта, энерго- и ресурсосбережения, обеспечения безопасности.



Рисунок 3 — Инфраструктура интеллектуального здания [2]

Умная инфраструктура предполагает возможность получения клиентом необходимой услуги при соблюдении требований безопасности с исключением обращения к поставщику услуги.

Основные преимущества внедрения системы:

1. Снижение издержек на содержание офиса: система «умный офис» как раз позволяет в половину сократить расходы на электроэнергию и сэкономить на водо- и теплоснабжении, благодаря этому уменьшаются как арендные ставки, так и эксплуатационные расходы [26].
2. Повышение производительности: например, упрощается выполнение рутинных задач, как поиск и бронирование комнат для переговоров, благодаря чему тратится меньше времени на действия, не связанные с работой.

3. Комфорт: система обеспечивает в помещении комфортные условия для работы, например, поддерживает параметры температуры, влажности и циркуляции свежего воздуха снаружи и внутри помещений
4. Безопасность: система безопасности Умного офиса представляет собой комплекс функций по обеспечению комфорта, например, охранная и пожарная сигнализация, контроль доступа, состояния инженерных подсистем, видеонаблюдение [32].
5. Лучшее использование офисной площади: умные решения для офиса помогают освободить рабочее пространство путем оптимизации его использования.

1.2 Стандартизация систем Интернета вещей

Наибольшую популярность системы Интернета вещей приобрели в 2010–2017 гг., когда удешевились оконечные устройства, появились технологии для безопасной и быстрой передачи данных, а также активно развивались Интернет и протоколы взаимодействия. Данные факторы благотворно сказались на появлении большого числа относительно недорогих и простых оконечных устройств, которые в короткие сроки можно было собрать в готовое решение. Наряду с простыми решениями на рынке стали появляться профессиональные системы с достаточно сложной и разветвленной логикой, к возникновению которых причастны уже целые компании и международные комитеты (например, Концепция промышленности 4.0 и Industrial Internet Consortium, Консорциум промышленного Интернета).

Проблемы выбора и построения систем Интернета вещей наиболее полно описаны в зарубежной литературе. Среди основных исследований в данной области можно выделить работы [59, 60, 69]. Проблемы разработки систем Интернета вещей в России и теоретические основы данной технологии

изложены в [41, 52], а перспективы становления технологии, а также потенциальные вопросы стандартизации, адресации и сетевых коммуникаций – в [5]. Некоторые исследователи сходятся во мнении, что для приложений Интернета вещей не может быть единого стандарта программной архитектуры, так как сам по себе термин не несет какую-либо контекстную информацию для принятия даже предварительных проектировочных решений [60].

Однако в 2015 году Консорциумом индустриального Интернета был разработана методика применительно к системам промышленного Интернета вещей, которая включает создание средства поддержки проектирования для конкретных типов систем Интернета вещей. Среди опубликованных документов можно выделить [63] – стандарт, регламентирующий уровни построения, сложность, технические детали и особенности внедрения подобных систем на производстве. Подобные системы имеют сложную программную архитектуру и логику работы, что позволяет им одновременно получать данные и управлять многими сложными устройствами, сохраняя при этом возможность расширения и взаимодействия в реальном времени. Указанный документ принимали к сведению большинство западных компаний при разработке систем промышленного Интернета вещей, что показало высокую применимость методологии на практике [53].

Интеллектуальное здание имеет следующую специфику, обозначенную в работах ряда авторов [13]:

- возможность динамического развития инженерных систем — наращивание и видоизменение;
- значительное количество датчиков для сбора оперативной информации о состоянии здания [25];
- программные и аппаратные элементы системы не должны быть привязаны к одному производителю;

- применение типовых устройств — контроллеров, шин связи, модулей ввода-вывода, систем отображения информации [7].

Из перечисленных свойств следует, что все системы безопасности и инженерные системы в интеллектуальном помещении должны быть интегрированы на базе единой информационной системы — автоматизированной системы управления зданием.

В Рекомендации Y.2060 приведена также эталонная модель IoT, которая очень похожа на модель NGN и также включает четыре базовых горизонтальных уровня (рис. 4):

- уровень приложений IoT;
- уровень поддержки сервисов и приложений;
- сетевой уровень;
- уровень устройств.

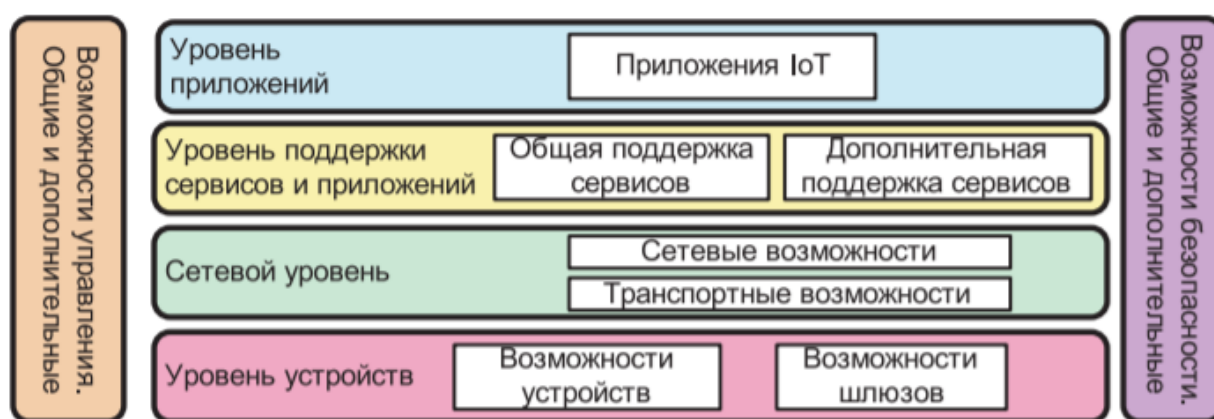


Рисунок 4 — Эталонная модель IoT [16]

Существует еще два вертикальных уровня — уровень управления и уровень безопасности, они охватывают все четыре горизонтальных уровня [61]. Уровень приложений IoT в Рекомендации Y.2060 детально не рассматривается. Уровень поддержки сервисов и приложений включает общие возможности для различных объектов IoT по обработке и хранению данных. Сетевой уровень объединяет сетевые (функция управления ресурсами сети доступа и транспортной сети, управления мобильностью, функции

авторизации, аутентификации и расчетов). Наконец, уровень устройств – это возможности устройства и шлюза. Функциональность устройства нацелена на прямой обмен с сетью связи, обмен через шлюз, обмен через беспроводную динамическую adhoc-сеть, а также временный останов и возобновление работы устройства для энергосбережения. Возможности шлюза предполагают поддержку множества интерфейсов для устройств (шина CAN, ZigBee, Bluetooth, WiFi) и для сетей доступа/транспортных сетей (2G/3G, LTE, DSL). Шлюз также поддерживает конверсию протоколов, если протоколы интерфейсов устройств и сетей отличаются друг от друга [54].

В Российской Федерации существует комплекс стандартов СТО НП «АВОК», который был разработан на основе ISO 16484 (Building Automation and Control Systems). В указанных стандартах выделены три уровня автоматизации, которые поддерживаются автоматизированной системой управления. Данные уровни обеспечивают:

- взаимодействие между системой и персоналом с помощью человеко-машинного интерфейса;
- управление инженерными системами посредством контроллеров;
- управление периферийными устройствами.

Д.В. Байгозин, Д.Н. Первухин, Г.Б. Захарова в своей работе сформулировали принципы построения программно-аппаратного комплекса для осуществления управления инженерным оборудованием здания в системе «Умный дом». Помимо выделения трех уровней управления, они предлагают использовать:

- стандартное оборудование;
- открытые протоколы передачи данных;
- распределенную базу знаний с дистанционным управлением [7].

О. Л. Викентьева, А.В. Кычкин, А.И. Дерябин, Л.В. Шестакова выделяют три уровня компонентов в архитектуре информационной системы управления интеллектуальным (рис. 5):

- уровень клиента;
- уровень приложения;
- уровень данных.

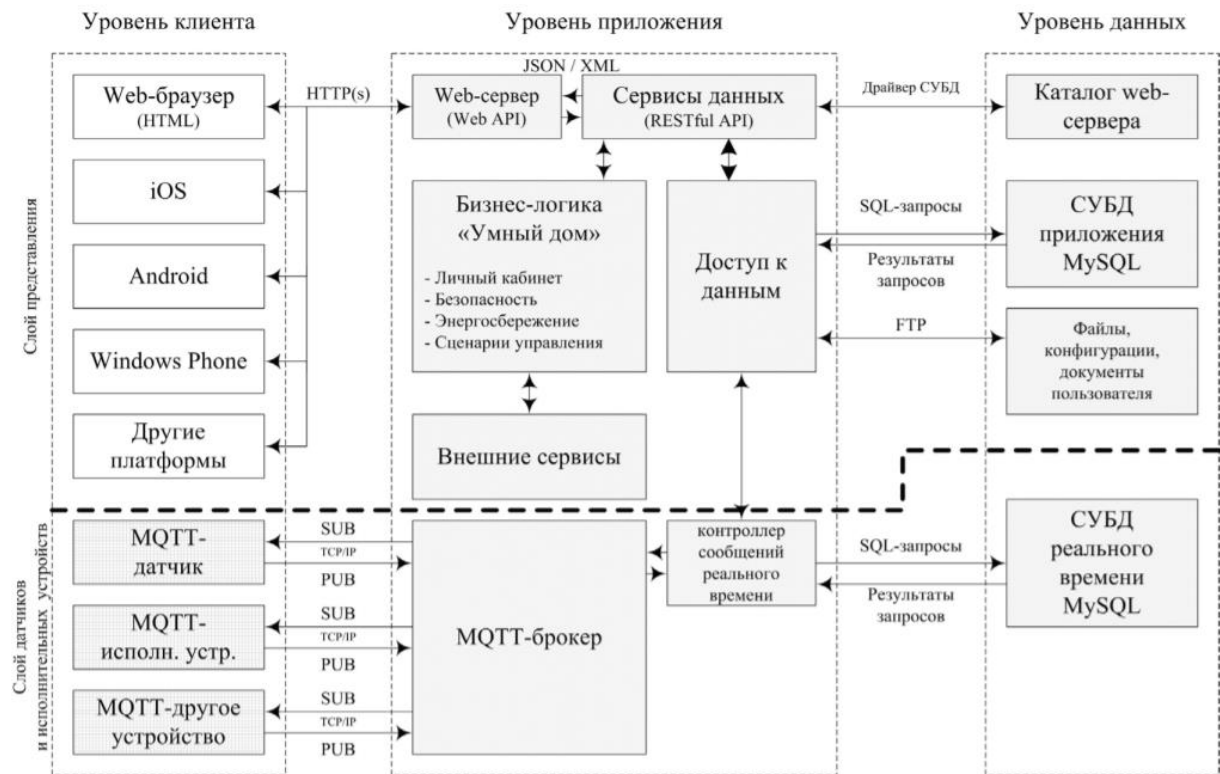


Рисунок 5 — Архитектура информационной системы управления [13]

Уровень клиента предполагает наличие датчиков и исполнительных механизмов (слой исполнительных устройств), а также устройств и программного обеспечения для реализации функций управления и контроля со стороны субъекта управления (слой представления).

Уровень приложения включает в себя средства сбора и обработки информации с датчиков, а также контроллер для управления исполнительными механизмами (слой исполнительных устройств). Слой представления уровня приложения включает сервер для взаимодействия пользователя (субъекта управления) с информационной системой через Интернет, внешние сервисы для реализации бизнеслогики интеллектуальным зданием (личный кабинет пользователя, механизмы авторизации и

регистрации). Для доступа к данным, хранящимся в базе данных, реализованы различные механизмы доступа.

Уровень данных содержит каталог сервера, в котором размещается информация, отображаемая на веб-страницах, базы данных, хранящие информацию о работе системы управления, и базу данных, хранящая информацию, обрабатываемую контроллером (Система управления базами данных реального времени) [12].

В представленной архитектуре можно выделить две информационных модели. Первая — это модель уровня датчиков и исполнительных механизмов (датчики, контроллер, БД для хранения информации, обрабатываемой контроллером). Данная модель дает возможность управления в автоматическом режиме с помощью контроллера. Контроллер забирает информацию с датчиков, сравнивает значения параметров, полученные с датчиков, с пороговыми значениями параметров установленных норм, и при необходимости отправляет управляющую команду на датчик для корректировки показателей. Информация, полученная с датчиков, сохраняется в БД реального времени. Вторая информационная модель — это модель логики интеллектуального здания, например, интерфейс, бизнес-логика интеллектуального здания, база данных, коммуникационные элементы. Данная модель организует взаимодействие пользователя с устройствами.

Для отображения и контроля информации, поступающих с датчиков и устройств используются различные веб-сервисы и SCADA-системы (Supervisory Control And Data Acquisition). Чтобы передать эти данные серверу нужны протоколы. Имеющиеся на данный момент протоколы на базе HTTP не подходят для концепции Интернета вещей и межмашинного взаимодействия (Machine to Machine). Для этого был разработан новый протокол – MQTT (Message Queue Telemetry Transport) [28].

MQTT или Message Queueing Telemetry Transport — это открытый протокол обмена данными. Брокер осуществляет сбор данных от множества узлов и передачу на сервер. Основывается на модели издатель-подписчик с

использованием промежуточного сервера – брокера. В качестве транспорта – TCP [50].

Протокол MQTT требует обязательного наличия брокера данных. Это центральная идея технологии. Все устройства посылают данные только брокеру и принимают данные тоже только от него. Брокер — это программа, выполняющая функции TCP сервера с динамической базой данных [56].

Протокол создавался, чтобы обеспечить открытость, простоту, минимальные требования к ресурсам и удобство внедрения. MQTT располагается поверх TCP/IP и работает с моделью «клиент/сервер», где каждый датчик является клиентом и подключен к серверу, который является брокером. Протокол MQTT требует обязательного наличия брокера, который управляет распределением данных подписчикам. Все устройства или актуаторы посылают данные только брокеру и принимают данные тоже только от него [27].

В сети на базе протокола MQTT различают следующие объекты:

1. Издатель (Publisher) – MQTT-клиент, который при возникновении определенного события передает брокеру информацию о нём, публикуя соответствующие топики.
2. Брокер (Broker) – MQTT-сервер, который принимает информацию от издателей и передает ее соответствующим подписчикам, в сложных системах может выполнять также различные операции, связанные с анализом и обработкой поступивших данных. Разные брокеры могут соединяться между собой, если они подписываются на сообщения друг друга.
3. Подписчик (Subscriber) – MQTT-клиент, который после подписки к брокеру большую часть времени «слушает» его и постоянно готов к приему и обработке входящего сообщения на интересующие топики от брокера [64].

Схема простого взаимодействия между подписчиком, издателем и брокером представлена на рис. 6.

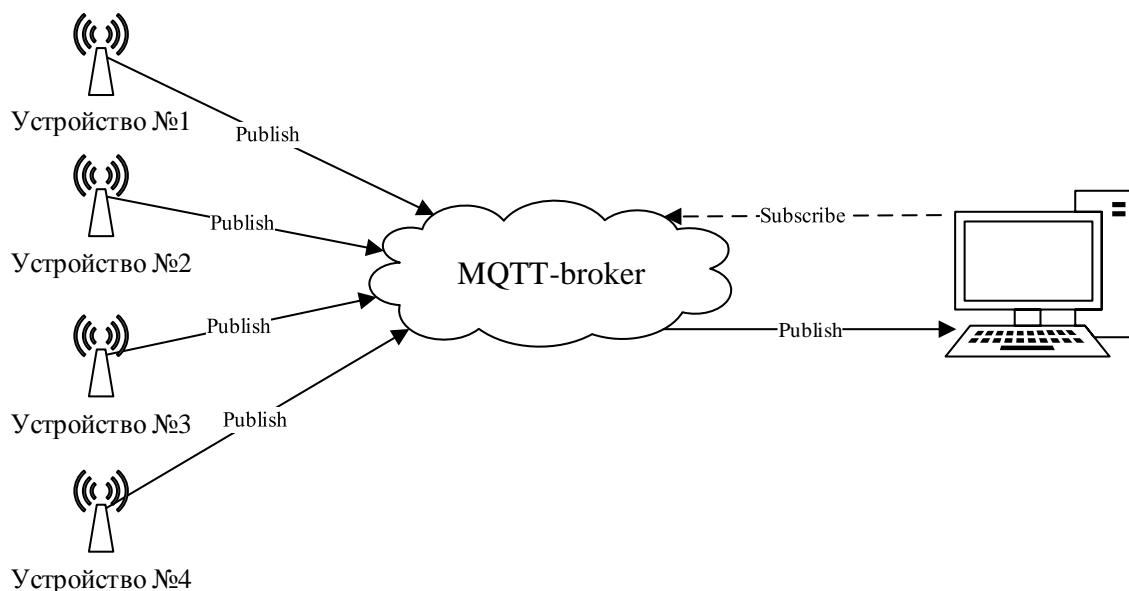


Рисунок 6 — Основная структура работы MQTT брокера [64]

Датчики температуры являются «издателями», так как они могут только передавать параметры о своем состоянии и не могут принимать никакие управляющие команды. Компьютер является «подписчиком», поскольку он принимает данные с MQTT брокера о состоянии датчиков.

Временные ряды – один из наиболее часто встречающихся в аналитической практике объектов. Временной ряд – это статистика серии наблюдений за одним и тем же явлением, параметром какого-либо процесса, на протяжении некоторого времени. Каждому результату измерения соответствует определенное время, когда это измерение было сделано, или его порядковый номер по шкале времени [14].

InfluxD кластеризуемая база данных, специально разработанная для хранения временных рядов и метрик. InfluxDB полностью написан на Go и компилируется в один двоичный файл без внешних зависимостей. Он предоставляет возможности для пользователя выполнять запись данных и отправлять запросы в БД к через командную строку [39].

В числе преимуществ InfluxDB в первую очередь нужно выделить следующие:

- отсутствие зависимостей;

- возможность работы в кластерном режиме;
- возможность сохранять миллиарды точек измерений;
- классификация данных по тегам для быстрой и эффективной выборки;
- наличие библиотек для большого числа языков программирования.
- SQL-подобный язык запросов, с помощью которого можно производить различные операции с временными рядами.

InfluxDB предназначена для хранения метрик DevOps мониторинга, данных от датчиков сенсоров (sensor data), данных для on-line аналитики временных рядов.

Данные в InfluxDB представлены в виде временных рядов, которые содержат измеряемые значения. Ряд представляет из себя набор точек «points», которое отражает значение в определенный момент времени. «Points» структура имеет следующие поля:

- time — временной штамп (timestamp), хранит метки времени;
- measurement — строковое обозначение ряда;
- fields — непосредственное значение в формате «ключ-значение»;
- tags — мета-данные о значении, формат тоже — «ключ-значение».

Концептуально можно сравнить «measurement» с таблицей в SQL, где первичным индексом всегда является время, а «tags» и «fields» фактически являются столбцами в таблице. «Tags» проиндексированы, а «fields» нет. Разница в том, что в InfluxDB могут быть записаны миллионы измерений, и нет необходимости заранее определять схемы. Точки записываются в InfluxDB с использованием линейного протокола.

1.3 Анализ существующих система для работы с Интернет вещами

Само понятие «Умный офис» эксперты делят на две составляющие — технологическую и концептуальную. Технологически «Умный офис» мало

чем отличается от «Умного дома» [44]. 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.

Для арендаторов или покупателей способ эксплуатации офисной недвижимости играет вторичную роль. Их больше волнуют конкретные финансовые затраты на содержание помещения и способы их минимизации. Система «умный офис» как раз позволяет вполнину сократить расходы на электроэнергию и 30–40% сэкономить на водоснабжении и теплоснабжении. В конечном итоге благодаря этому уменьшаются как арендные ставки, так и эксплуатационные расходы [31].

«Умный офис» ПАО «Ростелеком» — это программно-аппаратный комплекс для автоматического управления системами и устройствами. В комплексе используется интегрированный в абонентские устройства контроллер «Умный офис», который позволяет создать сеть беспроводных датчиков, управляемый пользователем со смартфона, планшета или веб-браузера (рис. 7).

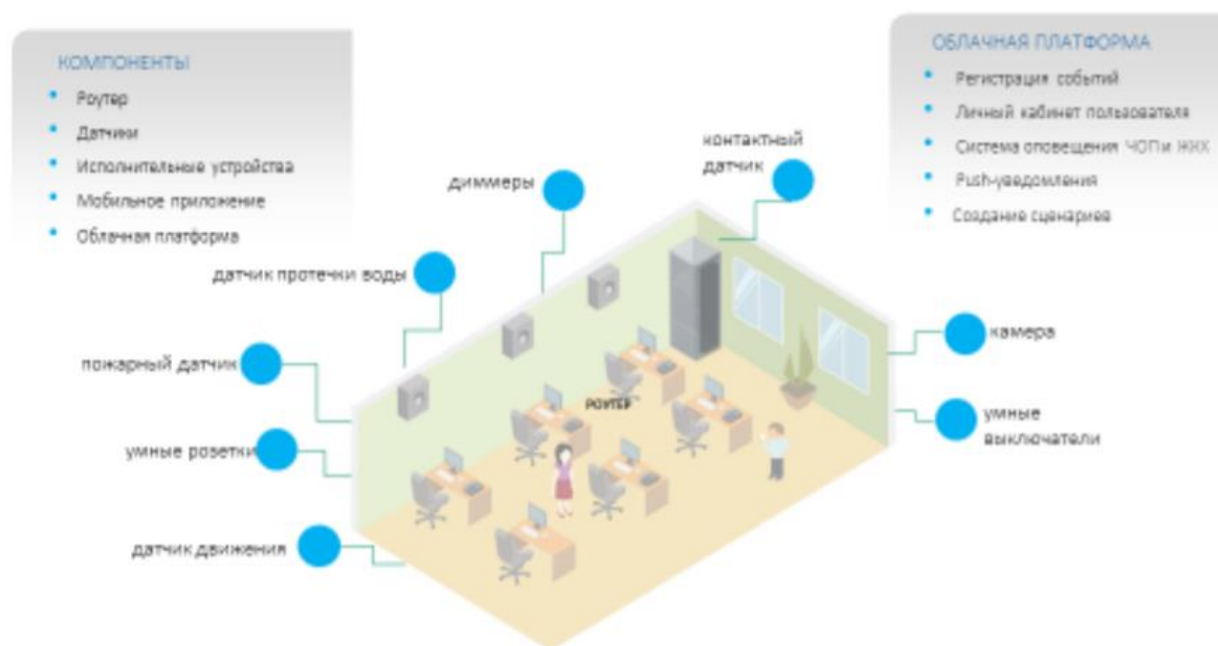


Рисунок 7 — Состав решения «Умный офис» Ростелеком [31]

Возможности системы «Умный офис»:

1. Обеспечение безопасности в помещении — система удаленного наблюдения за состоянием помещения через Wi-Fi камеру.
2. Для дистанционного контроля и управления состоянием датчиков системы, существует рассылка уведомлений на установленное приложение:
 - уведомление о несанкционированном открытии дверей;
 - уведомление о протечке воды;
 - уведомление о задымлении;
 - уведомление с датчиков движения.
3. Для максимального комфорта и удобства все оборудование можно запрограммировать на последовательную или одновременную работу в нужном режиме с указанием времени и даты.
4. Для рационального пользования услугами снабжения в системе имеются датчики учета потребления ресурсов.

Дополнительные возможности:

1. Управление микроклиматом позволяет регулировать температуру и влажность в помещении. При достижении оптимального микроклимата происходит автоматическое снижение мощности обогревателей или кондиционеров.
2. Управление системами освещения и электроприборами: в случае, когда уровень естественной освещенности помещения становится оптимальным, происходит автоматическое выключение света.

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 домах 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 [49].

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.

В 2009 году в Москве был открыт Технологический центр Microsoft — один из 35 работающих во всем мире. Его задача — тестирование сценариев внедрения продуктов Microsoft, проведение обучающих семинаров и брифингов для партнеров, а также конференций и презентаций. Microsoft Technology Center реализован на архитектуре решений IoT на базе анонсированного Microsoft сервиса Azure IoT Suite.

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 [9].

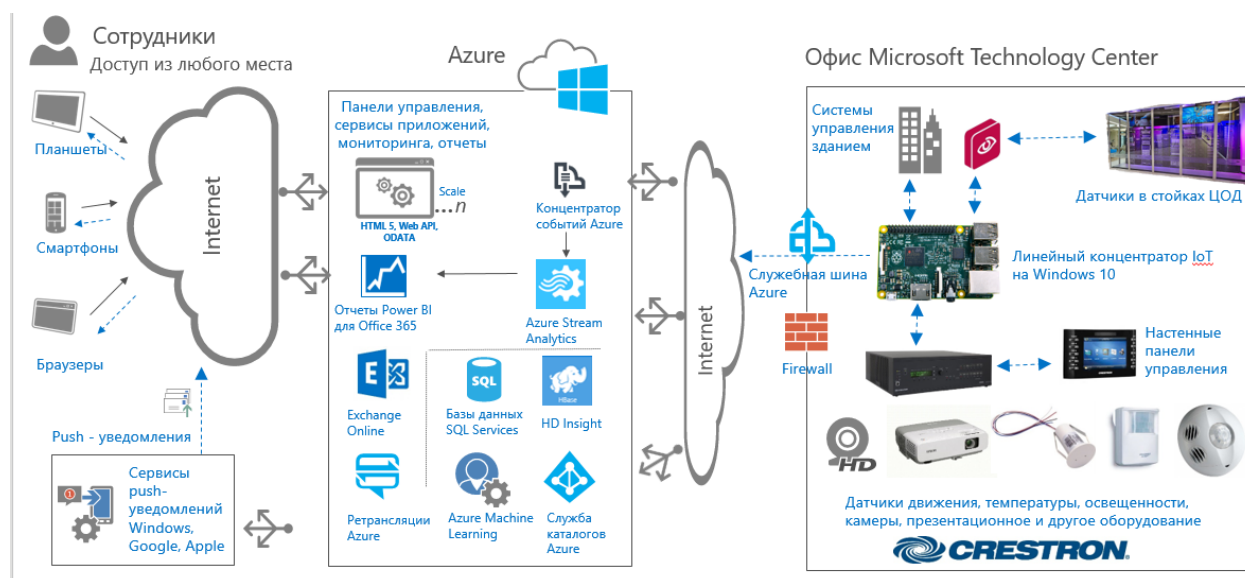


Рисунок 8 — Архитектура Microsoft Technology Center [46]

Работу инфраструктуры контролируют сотни датчиков и исполнительных механизмов. Источниками категориями сенсоров — поставщиков информации, являются:

- датчики Server Display Room (температура, влажность, параметры электроснабжения, охлаждения, видео наблюдение и др.);
- управления освещением;

- управление аудио-видео и презентационным оборудованием;
- управление расписанием, конфигурации и загрузкой помещений;
- управления климатом;
- управления доступом;
- повышения бизнес-продуктивности и объединенных коммуникаций.

16 марта 2015 года корпорация Microsoft анонсировала облачное решение Azure IoT Suite, призванное помочь корпоративным пользователям приспособиться к набирающему популярность «интернету вещей». Решение представляет собой набор облачных сервисов, интегрированных со средой Azure и позволяющих любым компаниям запускать собственные IoT-проекты. Azure IoT Suite позволяет подключить к облаку Microsoft Azure самые разные электронные изделия с сетевой функциональностью, получать от них подлежащие управлению, хранению и анализу данные, которые могут быть использованы для принятия важных бизнес-решений и автоматизации процессов.

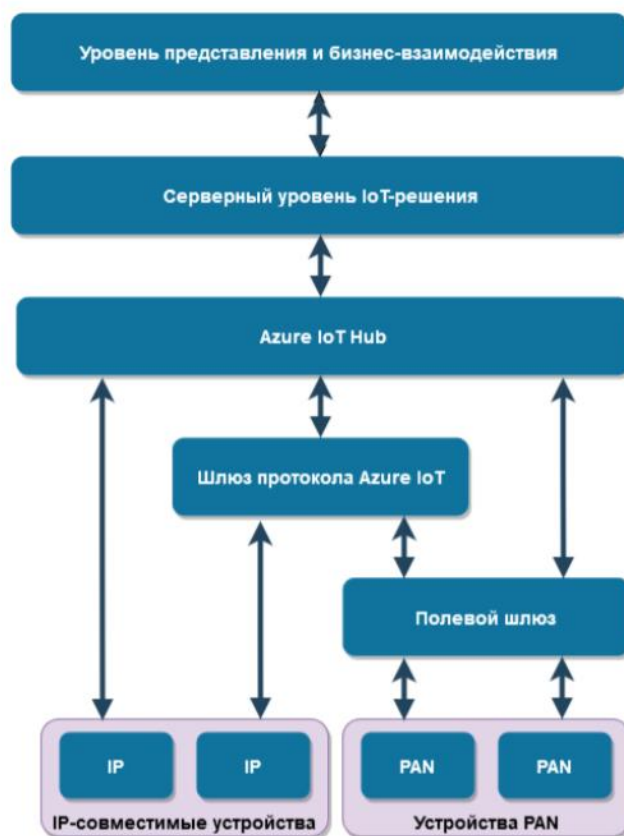


Рисунок 9 — Общая архитектура продукта Azure IoT [20]

Набор Microsoft Azure IoT — это решение корпоративного уровня, которое позволяет быстро приступить к работе с помощью набора расширяемых предварительно настроенных решений. Эти решения подходят для распространенных сценариев Интернета вещей, таких как удаленный мониторинг и прогнозное (упреждающее) обслуживание.

Предварительно настроенные решения являются полными, работающими, комплексными решениями, которые включают в себя следующее:

- виртуальные устройства, необходимые для начала работы;
- предварительно настроенные службы Azure;
- консоли управления определенного решения.

Предварительно настроенные решения содержат проверенный, готовый к работе код, который можно настраивать и расширять для реализации определенных сценариев IoT [58].

Основой пакета Azure IoT Suite является служба Центр Интернета вещей Azure. Эта служба предоставляет возможности обмена сообщениями между устройствами и облаком, а также выступает в качестве шлюза для облака и других ключевых служб IoT Suite. Служба позволяет получать сообщения от устройств в реальном времени и отправлять команды на устройства. Также служба позволяет управлять устройствами.

Azure Stream Analytics обеспечивает оперативный анализ данных: обработка входящих данных телеметрии, агрегирование и обнаружение событий. Предварительно настроенные решения также используют Stream Analytics для обработки информационных сообщений, содержащих, например, метаданные или ответы на команды от устройств. Эти решения используют Stream Analytics для обработки сообщений от устройств и доставки этих сообщений другим службам.

Возможности хранения данных предоставляются службой Azure DocumentDB. Для хранения данных телеметрии и их подготовки к

анализу предварительно настроенные решения используют хранилище BLOB-объектов. Эти решения используют DocumentDB для хранения метаданных устройства и включают возможности управления устройствами для решений.

Возможности визуализации данных предоставляются вебприложениями Microsoft Power BI. Гибкость Power BI позволяет быстро создавать интерактивные панели мониторинга на основе данных из пакета IoT Suite [46].

Существует платформа для работы с устройствами «Интернета вещей» — AWS IoT Core. Данная управляемая облачная платформа позволяет подключенным устройствам просто и безопасно взаимодействовать с облачными приложениями и другими устройствами [57].

Возможности:

1. AWS IoT Core поддерживает работу с миллиардами устройств и триллионами сообщений.
2. Платформа позволяет легко подключать устройства к облаку или друг к другу.
3. AWS позволяет выбрать операционную систему, язык программирования, платформу интернет-приложений, базы данных и прочие необходимые сервисы.
4. С помощью AWS IoT Core можно фильтровать данные устройств, а также преобразовывать их.
5. Система сохраняет последнее состояние устройства, что позволяет в любой момент считать или задать это состояние.
6. AWS использует комплексный подход к безопасности и укреплению инфраструктуры, включая физические, операционные и программные средства.

AWS IoT Core позволяет подключить устройства IoT к AWS Cloud без необходимости выделения серверов и управления ими. AWS IoT Core поддерживает работу с миллиардами устройств и триллионами сообщений, позволяя надежно и безопасно обрабатывать, и направлять эти сообщения к адресам AWS и другим устройствам. С AWS IoT Core приложения могут

постоянно отслеживать все используемые устройства и взаимодействовать с ними, даже когда эти устройства находятся в автономном режиме.

AWS IoT Core также упрощает работу с такими сервисами AWS и Amazon, как AWS Lambda, Amazon Kinesis, Amazon S3, Amazon SageMaker, Amazon DynamoDB, Amazon CloudWatch, AWS CloudTrail, Amazon QuickSight и Alexa Voice Service. Кроме того, AWS IoT Core позволяет без труда создавать приложения IoT для сбора, обработки и анализа данных, генерируемых подключенными устройствами, а также для выполнения действий на основе этих данных без необходимости управления какой-либо инфраструктурой [57].

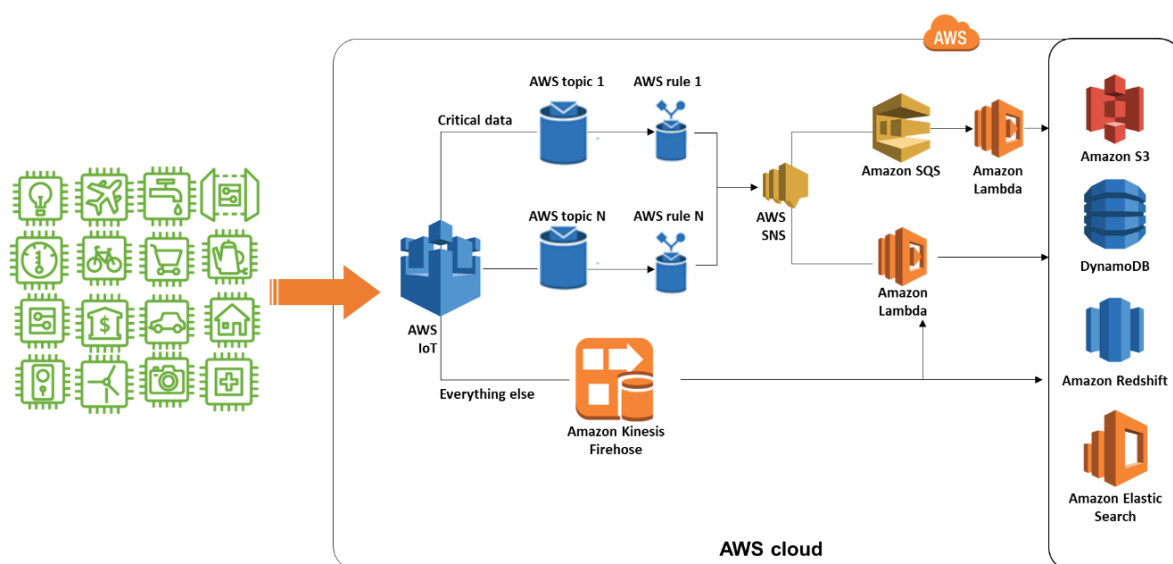


Рисунок 10 — Архитектура AWS IoT Core [57]

AWS IoT Core позволяет выбрать наиболее подходящий протокол подключения для конкретного примера использования для подключения устройств IoT и управления ими. AWS IoT Core поддерживает протоколы MQTT (очередь сообщений и телеметрическая передача), HTTPS (протокол передачи гипертекста с повышенным уровнем безопасности), MQTT через WSS (WebSockets с повышенным уровнем безопасности) и LoRaWAN (энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия, работающая на большом расстоянии).

Шлюз устройств служит точкой входа для устройств IoT, подключающихся к AWS. Шлюз устройств управляет всеми активными подключениями устройства и реализует семантику различных протоколов, чтобы обеспечить надежную и эффективную связь устройств с AWS IoT Core. В настоящий момент шлюз устройств поддерживает протоколы MQTT, WebSockets и HTTP 1.1. Для устройств, которые подключаются через MQTT или WebSockets, шлюз устройств поддерживает долговременные двунаправленные соединения, позволяя этим устройствам отправлять и получать сообщения в любое время с низкой задержкой.

Шлюз устройств полностью управляем и автоматически масштабируется для поддержки более миллиарда устройств без необходимости управления какой-либо инфраструктурой. Для клиентов, желающих осуществить миграцию данных в AWS IoT, шлюз устройств обеспечивает возможности по переносу инфраструктур с минимальным воздействием на существующую архитектуру и устройства IoT.

1.4 Выводы по главе

В ходе литературного обзора была рассмотрена концепция технологий «Умный дом» и «Интернет вещей», изучена история их возникновения. Был проанализирован комплекс научных исследований по методам и технологий, которые применяются при реализации платформ на основе Интернета вещей. Собранная теоретическая основа подтверждает целесообразность реализации информационной системы «Умный офис» на основе технологии «Интернет вещей», поскольку многие отрасли используют данное техническое решение для сокращения затрат, экономии времени, повышения оперативности, мгновенного улучшения качества машин и систем, оптимизации операций и поиска инновационных способов работы.

2 Разработка проекта на основе технологии Интернета вещей

Целью данного исследования является создание плана по реализации информационной системы «Умный офис» для применения данной технологии в офисных помещениях. Информационная система позволяет экономить затраты на содержание помещения, автоматизирует многие процессы для создания комфортных условий.

На сегодняшний день Интернет вещей становится реальностью. Постоянный и увеличивающийся обмен данными требует развития новых сервисов. С помощью Интернета вещей взаимодействие объектов, среды и людей будет во многом переплетено, что обещает сделать мир «умным» – более благоустроенным для человека. Для более быстрого развития и распространения данной технологии, каждый человек должен понимать ее концепцию.

В данной главе сформулированы требования к информационной системе и представлен устав проекта, бизнес-процессы, архитектура предприятия, жизненный цикл.

2.1 Бизнес-план проекта по реализации информационной системы «Умный офис»

2.1.1 Описание системы и предметной области проекта

Умный офис — это современный формат помещения, оснащенного интегрированными инженерными системами, интеллектуальным мультимедийным комплексом и информационными системами для комфортной и эффективной работы компании.

Информационная система «Умный офис» предназначена для управления интеллектуальным помещением. Управление подразумевает под собой сбор и анализ показателей датчиков, дальнейшее управление и

корректировка устройств для эффективного и экономически выгодного содержания здания.

Система умного офиса — это прежде всего комфорт, безопасность и экономия ресурсов. Экономия ресурсов играет, наиболее важную роль в решениях для такой системы, так как, например, энергоэффективность умного офиса в значительной степени влияет на эффективность бизнеса в целом.

Актуальностью разрабатываемой системы является то, что она будет подстроена и идеально внедрена в любое интеллектуальное помещение. Система является гибкой и предоставляет возможность пользователю с легкостью использовать для управления интеллектуальным зданием.

Преимуществами платформы выступают:

1. Автоматизация оборудования, что повысит продуктивность компании.
2. Экономия затрат на содержание офиса.
3. Предсказывание возможных проблем в техническом оборудовании, что позволит своевременно их предотвратить.
4. Создание комфортных условия для работников.

2.1.2 Устав проекта

1. Бизнес-цели компании.

Необходимость создания системы проактивного управления интеллектуальным зданием обуславливается возможностью управлять датчиками и системами интеллектуального здания с мобильного устройства, что означает не только удобство в использовании и облегчение жизни пользователей, но и возможность предотвращения аварийных ситуаций и экономии электроэнергии, водоснабжения, газоснабжения.

Компания будет получать коммерческую выгоду за счет получения прибыли от спроса на пользование системы. Пользователи будут заказывать внедрение системы «Умный дом» для возможности энергоэффективного управления инфраструктурой офисного помещения для создания

комфортного рабочего пространства, что будет влиять на эффективность бизнеса в целом.

2. Цели проекта.

Разработать систему, которая будет предоставлять пользователям возможность управления устройствами технологии Интернета вещей с помощью заранее подготовленных сценариев или самостоятельного изменения параметров устройств. Например, включать-выключать электричество в любой из комнат или менять его интенсивность, задвигать или раздвигать жалюзи, контролировать основные показатели в помещении и регулировать их с помощью автоматизированной работы кондиционера и отопления. Сценарий – это совокупность заранее согласованных с пользователем запрограммированных действий, которые система Умный офис выполняет по команде. Например, в начале рабочего дня раздвигаются жалюзи и включается освещение в помещении, а также можно настроить сценарий на закрытие окон шторами при ярком солнце.

Данная система должна обеспечивать экономию электроэнергии по разным показателям (электроэнергия, водоснабжение, газоснабжение – экономия за счет устранения перетопов и введения сценариев управления в зависимости от прогноза изменения погодных условий).

Данная система должна осуществлять автоматическое управление инженерным оборудованием офиса. В этом случае система сама принимает решения о тех или иных действиях, например, поддерживая постоянной температуру в помещении, ориентируясь на показатели термометра. Аналогичным образом можно управлять, например, освещением.

3. Ожидаемые результаты.

Компания, приобретающая систему «Умный офис», получает необходимый пакет решений для автоматизации своей практической деятельности.

4. Границы проекта.

Организационные границы:

- a) Заказчик: разработчик, инженер, тестировщик, аналитик, менеджер;
- b) Функциональные границы: планирование, разработка, дизайн, развёртывание, анализ.
- c) Географические границы: отсутствуют.

Менеджер проекта: распределять обязанности в команде, составлять расписание, выявлять требования для системы, следить за своевременным выполнением заданий в группе.

5. Заинтересованные стороны: компании.

6. Основные предположения и ограничения:

Предположения: участники проекта будут выполнять требования и соблюдать сроки выполнения проекта.

Допущения: заказчик может менять не критические требования во время выполнения проекта.

Ограничения: увеличение стоимости проекта не более чем на 10%.

Разрабатываемое приложение должно иметь клиент-серверную архитектуру, поэтому было принято решение разделить разработку на front-end и back-end разработку.

Для работы программы необходимо обеспечение бесперебойного интернет соединения.

Базы данных должны быть развернуты удаленно через облако, т.к. разработчики работают удаленно.

2.1.3 Модель жизненного цикла системы «Умный офис»

Информационная система — это взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, используемых для хранения, обработки и выдачи информации для достижения цели управления.

Информационная система «Умный офис» – это система автоматизации офисных помещений, включающая в себя контроль и управление светом, отоплением, вентиляцией и кондиционированием, безопасностью, а также

упрощение канала взаимодействия между работниками и инженерным оборудованием.

Для успешной реализации проекта необходимо наличие наиболее детального и актуального плана. Качественное планирование позволяет эффективно организовать весь рабочий процесс, дает возможность оперативного контроля и оценки результатов проекта.

В ходе данного проекта была выполнена декомпозиция основных задач на более мелкие.

Были выделены следующие основные этапы:

1. Анализ (анализ предметной области, разработка концепции, формирование требований, разработка технического задания).
2. Планирование (выполнение планирование работ в MS Project).
3. Исполнение (построение диаграмм, создание схемы базы данных, разработка архитектуры).
4. Завершение.

Модель жизненного цикла системы описывает процесс создания и сопровождения систем, представляя его как некоторую последовательность стадий и выполняемых на них процессов.

Модель ЖЦ системы «Умный офис» для автоматизации управления устройствами и датчиками в квартирах была построена и описана через надсистему, систему и подсистемы, которые проходят через четыре этапа: анализ, планирование, исполнение, завершение.

Надсистемой является интеллектуальное здание, например, офис, который оборудован устройствами Интернета вещей. Система – это платформа Умный офис. Подсистемы: база данных для хранения всей информации об устройствах и пользователях; front-end интерфейс системы; back-end - программно-аппаратная часть системы для обеспечения её работы; модуль сбора данных для обеспечения связи системы с датчиками и устройствами.

Таблица 1 – Жизненный цикл информационной системы «Умный офис»²

	Анализ	Планирование	Исполнение	Завершение
Надсистема: Офисное помещение	Анализ имеющихся и выявление необходимых устройств и датчиков.	Подготовка плана и бюджета.	Разработка схемы размещения датчиков и устройств. Разработка и настройка системы под помещение. Размещение и настройка датчиков и устройств.	Обеспечение оборудование м, создание рабочих мест. Контроль процесса обучения пользователей . Мониторинг бесперебойно й работы системы.
Система: ИС Умный офис	Анализ предметной области. Сравнение аналогов. Формирование требований. Разработка устава проекта. Оценка рисков и затрат. Формирование команды для реализации ИС.	Планирование работы над системой. Согласование с менеджером план проекта, включая календарный план, бюджет, план управления рисками, план коммуникаций.	Поддержка постоянной связи с группой. Контроль качественного выполнения работ по проекту. Разработка архитектуры системы и всей документации.	Соединение всех модулей в одну работающую систему. Внедрение системы. Тестирование системы. Исправление найденных ошибок.

² Составлено автором по [47]

Продолжение таблицы 1

	Анализ	Планирование	Исполнение	Завершение
Подсистема: 1.База данных	Анализ имеющихся технологий для создания БД. Выбор необходимой технологии.	Создание схемы базы данных. Подготовка данных для БД.	Разработка БД. Внесение данных в БД. Проверка данных.	Проверка работоспособ ности БД.
Подсистема: 2. Front-end	Анализ имеющихся сред разработки и языков программирован ия.	Разработка дизайна системы.	Разработка интерфейса и его настройка. Настройка связи интерфейса и функционала.	Тестирование интерфейса системы.
Подсистема: 3. Back-end	Выбор необходимой программы и языка.	Анализ требований по функционалу системы.	Разработка функционала системы. Настройка подключения к БД. Настройка связи интерфейса и функционала.	Тестирование функций.
Подсистема: 4.Модуль сбора данных	Анализ протоколов и брокеров передачи сообщений. Выбор брокера сообщений и протоколов для передачи данных с устройств.	Разработка сетевой архитектуры.	Разработка модуля сбора данных. Подключение брокера сообщений.	Тестирование модуля сбора данных.

На разработку информационной системы Умный офис потребуется 91 день.

Водопадная модель отображает последовательное выполнение этапов деятельности:

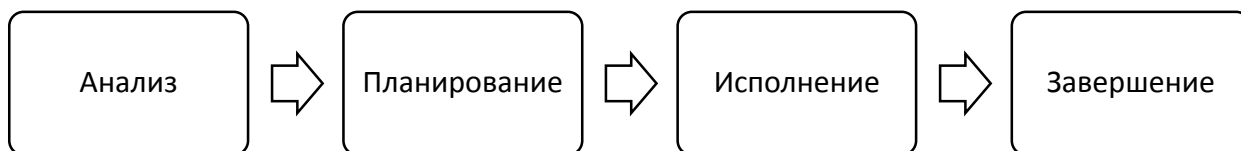


Рисунок 11 — Водопадная модель³

2.1.4 Методология Scrum

Scrum представляет собой гибкую методологию управления проектами. Scrum — это набор принципов, на которых строится процесс разработки, позволяющий в жёстко фиксированные и небольшие по времени итерации, называемые спринтами (sprints), предоставлять конечному пользователю работающее ПО с новыми возможностями, для которых определён наибольший приоритет. Новые возможности, над которыми предстоит работать в ходе спринта, определяются на этапе планирования и не могут изменяться на всём его протяжении. Время спринта регламентируется также на этапе планирования и неизменно, что делает процесс создания продукта предсказуемым и гибким.

Благодаря этому контроль за выполнением становится более гибким, а разработчики быстрее реагируют на возникающие проблемы. Традиционное планирование отходит на второй план, его место занимает журнал спринтов.

Методология была выбрана по следующим причинам:

- возможность быстрого запуска проекта с наиболее приоритетными функциями. Это поможет выявить ошибки на начальных стадиях, чтобы было время их исправить;

³ Составлено автором по [47]

- частые демонстрации проекта, постоянное получение обратной связи. Это позволяет улучшить качество системы, совершенствовать действительно необходимые функции.

Спринт №1 включает в себя сбор требований и разработку базы данных, а также основного функционала для минимального жизнеспособного продукта. Данный спринт будет включать анализ предметной области, формирование основных требований, разработку схемы БД, реализация БД и её заполнение, разработка рабочего кода основного функционала для проверки работы БД. Требования к БД: многофункциональность, хранение большого количества данных, постоянное обновление данных, совместимость с средой разработки Visual Studio. База данных будет разработана на платформе MSSQL с использованием языка программирования C#.

Таблица 2 – Спринт 1: разработка базы данных⁴

	Анализ	Планирование	Исполнение	Завершение
Надсистема: Офисное помещение	Анализ имеющихся устройств и датчиков.	Изучение схем расположения датчиков. Планирование внедрения датчиков и устройств.	Добавление новых датчиков и устройств. Проверка данных на соответствие требованиям по устройствам и датчикам.	БД проверена: все необходимые данные присутствуют.
Система: ИС Умный офис	Выявление требований к данным, которые необходимы для работы с системой. Разработка технического задания.	Анализ имеющихся данных. Определение сущностей и их атрибутов.	Заполнение данными. Проверка работоспособности БД.	БД спроектирована и реализована Необходимая документация разработана.

⁴ Составлено автором по [47]

Продолжение таблицы 2

	Анализ	Планирование	Исполнение	Завершение
Подсистема: 1.БД	Создание концептуальной модели данных. Определение типов данных. Генерация и редактирование кода для сущностей.	Планирование работ, для реализации БД.	Разработка кода для реализации работы БД.	БД заполнена данными. Исправлены ошибки.
Подсистема: 2.Front-end	Выбор данных необходимых для отображения пользователю.	Планирование работы над подключением БД.	Разработка кода для подключения к БД. Проверка интерфейса на наличие отображения всех необходимых данных.	Данный верно отображаются.

Конечным результатом спринта 1 будет прототип ИС.

На этапе второго спринта будет выполнена разработка конечного интерфейса для информационной системы, далее будут настраиваться все кнопки и функции.

Таблица 3 – Спринт 2: разработка интерфейса⁵

	Анализ	Планирование	Исполнение	Завершение
Надсистема: Офисное помещение	Анализ имеющихся устройств и датчиков.	Добавление новых датчиков и устройств.	Тестирование интерфейса на пользователях.	Интерфейс проверен: удобен и интуитивно понятен.

⁵ Составлено автором по [47]

Продолжение таблицы 3

	Анализ	Планирование	Исполнение	Завершение
Система: ИС Умный офис	Выявление требований к интерфейсу системы.	Разработка диаграмм и ТЗ Разработка верстки интерфейса	Проверка интерфейса на соответствие требованиям.	Интерфейс спроектирован. Все требования соблюдены. Документация разработана.
Подсистема: 1.БД	Выбор подключения к интерфейсу.	Планирование работы над подключением к интерфейсу.	Интеграция БД и интерфейса. Проверка интерфейса на наличие отображения всех необходимых данных.	
Подсистема: 2.Front-end	Выбор технологий.	Разработка интерфейса. Создание прототипа.	Программная реализация интерфейса с помощью выбранных технологий	Интерфейс реализован, все ошибки исправлены.
Подсистема: 3.Back-end	Выявление требований к функционалу системы. Выбор технологий для реализации функционала.	Планирование сборки	Соединение интерфейса и функционала. Проверка корректного реагирования интерфейса на нажатие кнопок.	Связь с интерфейсом настроена.

После разработки конечного интерфейса необходимо будет настроить все его функции.

Таблица 4 – Спринт 3: реализация модуля сбора данных⁶

	Анализ	Планирование	Исполнение	Завершение
Надсистема: Офисное помещение	Анализ имеющихся устройств и датчиков.	Настройка датчиков и устройств. Подключение к сети.	Проверка связи датчиков и устройств с брокером.	Все датчики и устройства подключены.
Система: ИС Умный офис	Анализ предметной области. Сравнение аналогов.	Разработка сетевой архитектуры системы.	Тестирование модуля параллельно с БД и интерфейсом .	Сбор данных с датчиков реализован. Идет постоянная передача данных о состоянии устройств и датчиков в БД.
Подсистема: 1.БД	Анализ имеющихся сущностей.	Планирование работы с БД. Анализ данных и выбор сущностей для брокера данных.	Проверка корректного отображения данных.	Осуществляется запись данных в БД и их извлечение.
Подсистема: 2.Front-end	Анализ функций для связи модуля с интерфейсом	Планирование работы над интерфейсом.	Интеграция интерфейса модулем сбора данных.	Интерфейс корректно отображает все данные Исправлены все ошибки.
Подсистема: 3.Back-end	Выбор технологий.	Планирование программной реализации брокера передачи данных.	Программная реализация кода для записи данных в БД. Тестирование кода.	Функционал системы корректно работает.

⁶ Составлено автором по [47]

Продолжение таблицы 4

	Анализ	Планирование	Исполнение	Завершение
Подсистема: 4.Модуль сбора данных	Настройка брокера сообщений и протоколов.	Планирование подключения брокера сообщений к системе.	Подключение брокера сообщений и протоколов. Тестирование сбора данных с устройств.	Данные поступают для записи в БД.

На последнем этапе будет разработан конечный рабочий продукт. Будут доработан функционал системы, будет выполнена полная интеграция БД с внутренней работой системы и интерфейсом.

Таблица 5 – Спринт 4: реализация функционала⁷

	Анализ	Планирование	Исполнение	Завершение
Надсистема: Офисное помещение	Анализ имеющихся датчиков и устройств.	Планирование тестирования датчиков и устройств.	Тестирование системы в помещении с реальными устройствами и датчиками	Работа с готовой системой.
Система: ИС Умный офис	Анализ выполненных действий. Выявление требований для реализации полного функционала.	Планирование разработки функций. Планирование тестов для каждой функции.	Разработка инструкции. Интеграция всех модулей системы. Проведение контрольного тестирования системы по всем сценариям.	Система корректно работает. Документация разработана. Выполнено полное тестирование программного кода.
Подсистема: 1.БД	Анализ всех имеющихся полей и записей с таблицу БД.		Проверка корректной работы БД. Интеграция БД с функционалом системы.	Запись полученных данных.

⁷ Составлено автором по [47]

Продолжение таблицы 5

	Анализ	Планирование	Исполнение	Завершение
Подсистема: 2.Front-end	Анализ разработанного интерфейса.	Планирование работы по интеграции интерфейса и функционала.	Проверка корректной работы.	Отображение данных из БД.
Подсистема: 3.Back-end	Анализ технологий. Выбор среды разработки программного кода.	Изучение среды разработки. Планирование работы над функционалом.	Проверка управления устройствами и сбора с них данных. Тестирование всех функций системы.	Имеется полностью рабочий функционал системы. Исправлены все ошибки.
Подсистема: 4.Модуль сбора данных	Анализ модуля сбора данных.	Планирование интеграции модуля сбора данных с функционалом.	Интеграция модуля сбора данных с функционалом.	Сбор данных с датчиков и передача в БД.

После того, как будут пройдены все четыре спринта, будет получен полностью рабочий продукт, готовый для внедрения.

2.1.5 Календарное планирование проекта

Для успешной реализации проекта необходимо наличие наиболее детального и актуального плана. Качественное планирование позволяет эффективно организовать весь рабочий процесс, дает возможность оперативного контроля и оценки результатов проекта.

Структуру декомпозиции используют, чтобы структурировать и делить проекты на легко управляемые компоненты. Они, в свою очередь, разделяются до тех пор, пока они не назначаются конкретному специалисту в команде.

В ходе данного проекта была выполнена декомпозиция основных задач на более мелкие в Microsoft Project.

Были выделены следующие основные задачи:

1. Анализ:

- 1.1. Встреча с заказчиком и обсуждение требований.
- 1.2. Обсуждение требований внутри команды.
- 1.3. Анализ предметной области.
- 1.4. Формирование и документирование требований.
- 1.5. Составление Устава проекта.
- 1.6. Оценивание рисков.
- 1.7. Оценивание затрат.

2. Планирование:

- 2.1. Составление подробного плана работы на каждом этапе.
- 2.2. Составление индивидуальных планов.
- 2.3. Планирование бюджета.
- 2.4. Декомпозиция задач в Microsoft Project.

3. Исполнение:

- 3.1. Построение диаграмм.
- 3.2. Создание схемы базы данных.
- 3.3. Разработка архитектуры.
- 3.4. Построение диаграмм развертывания.
- 3.5. Создание БД.
- 3.6. Реализация интерфейса.
- 3.7. Разработка модуля сбора данных.
- 3.8. Разработка программного модуля.
- 3.9. Реализация безопасности.
- 3.10. Интеграция блоков.

4. Завершение:

- 4.1. Развертывание приложения.
- 4.2. Составление инструкций.
- 4.3. Обучение пользователей.

Для реализации информационной системы Умный дом было выделено четыре главных задач: анализ, планирование, реализация, завершение.

План проекта является одним из ключевых инструментов организации взаимодействия и достижения соглашений между участниками проекта по составу и срокам получения результатов. Говоря о плане проекта, обычно подразумевают календарный план проекта - главный элемент плана проекта.

В MS Project было выполнено планирование проектного содержания и построение структуры декомпозиции работ, выстраивание последовательности работ и сетевого графика, составление плана сроков, продолжительностей, согласование логических связей работ и отображение их на диаграмме Ганта.

Таблица 6 – Календарное планирование проекта по реализации информационной системы «Умный офис»⁸

Название задачи	Длительность	Название ресурса	Затраты
Умный дом	91 дней		973 523,00р.
Начало работ	0 дней		0,00р.
1. Анализ	14 дней		56 750,00р.
Встреча с заказчиком и обсуждение требований	1 день	Менеджер	2 000,00р.
Обсуждение требований внутри команды	2 дней	Менеджер; Аналитик; Женер; Разработчик	17 500,00р.
Анализ предметной области	2 дней	Менеджер; Аналитик	8 000,00р.
Формирование и документирование требований	3 дней	Менеджер; Аналитик;	17 250,00р.
Составление Устава проекта	2 дней	Менеджер	4 000,00р.
Оценка рисков	2 дней	Менеджер	4 000,00р.
Оценка затрат	2 дней	Менеджер	4 000,00р.
Завершение этапа анализа	0 дней		0,00р.
2. Планирование	14 дней		32 000,00р.
Составление подробного плана работы на каждом этапе	5 дней	Менеджер	10 000,00р.

⁸ Составлено автором по [47]

Продолжение таблицы 6

Название задачи	Длительность	Название ресурса	Затраты
Составление индивидуальных планов.	3 дней	Менеджер	6 000,00р.
Планирование бюджета	4 дней	Менеджер	8 000,00р.
Декомпозиция задач в Microsoft Project	2 дней	Менеджер	8 000,00р.
3.Исполнение	49 дней		512 023,00р.
Построение диаграмм	4 дней	Аналитик	262 500,00р.
Создание схемы базы данных.	4 дней	Аналитик	15 000,00р.
Разработка прототипа интерфейса.	3 дней	Разработчик;Аналитик	11 250,00р.
Разработка архитектуры	4 дней	Аналитик	15 000,00р.
Построение диаграмм развертывания	5 дней	Аналитик	18 750,00р.
Создание БД	3 дней	Разработчик	9 750,00р.
Реализация интерфейса	4 дней	Разработчик	27 000,00р.
Разработка модуля сбора данных	3 дней	Разработчик;Инженер	40 023,00р.
Разработка программного модуля.	5 дней	Разработчик	16 250,00р.
Реализация безопасности	6 дней	Инженер;Разработчик;Тестировщик	28 500,00р.
Интеграция блоков	8 дней	Инженер;Разработчик;Тестировщик	68 000,00р.
4.Завершение	14 дней		372 750,00р.
Развертывание приложения	6 дней	Датчики[1];Инженер;Тестировщик;Устройства[1]	333 500,00р.
Составление инструкций	3 дней	Аналитик;Разработчик	21 750,00р.
Обучение пользователей	5 дней	Менеджер	17 500,00р.

Табл. 6 отображает детализированный план для реализации системы «Умный дом», длительность проекта 91 день.

Диаграмма Ганта иллюстрирует план с графиком работ и назначенными ресурсами (рис. 12).

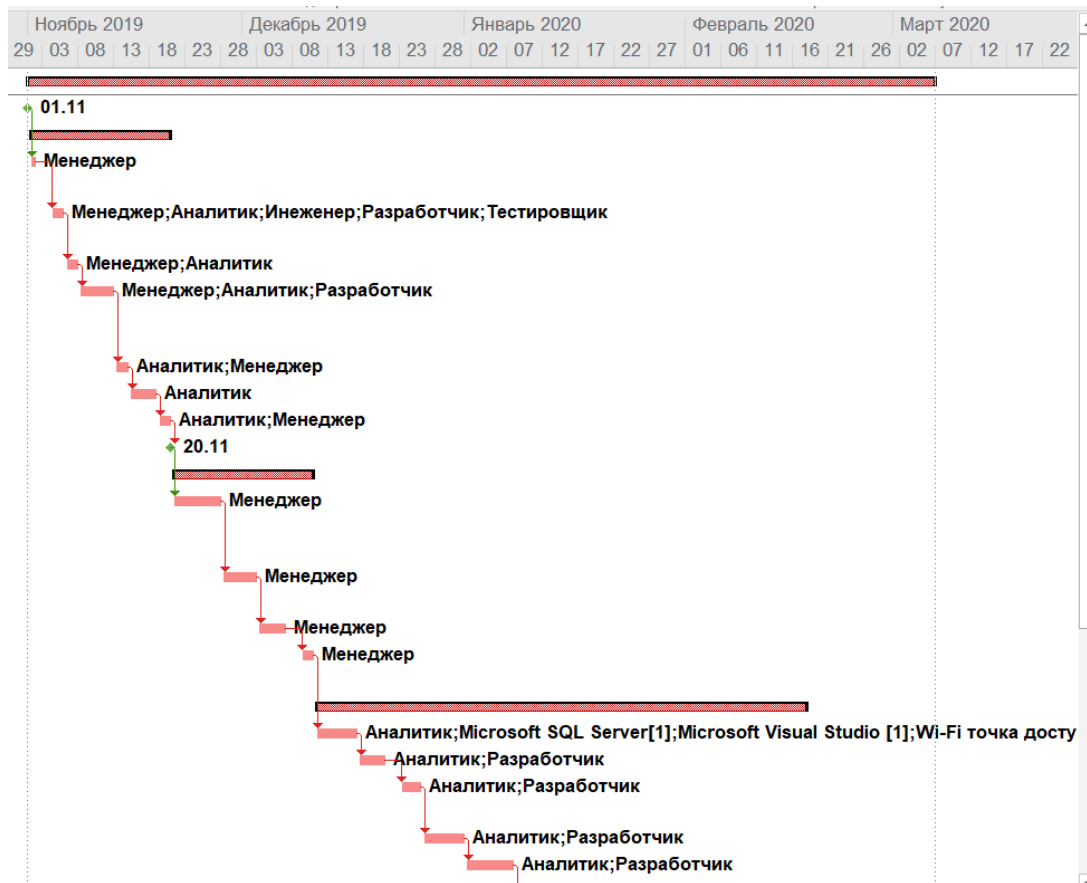


Рисунок 12 — Диаграмма Ганта⁹

2.1.6 Ресурсное планирование проекта

Ресурсы:

1. Команда, состоящая из пяти человек: менеджер, аналитик, разработчик, тестировщик, инженер.
2. Рабочие компьютеры: каждый член команды обеспечен собственным рабочим местом.
3. Программное обеспечение для разработки документации, программного кода и для управления проектом.

Была создана таблица ресурсов, в которой содержится вся необходимая информация о их количествах и стоимости (рис. 13).

⁹ Составлено автором по [37]

Название ресурса	Тип	Краткое название	Макс. единиц	Стандартная ставка
Менеджер	Трудовой	М	100%	250,00р./час
Разработчик	Трудовой	Р	100%	218,75р./час
Тестирующий	Трудовой	Т	100%	187,50р./час
Аналитик	Трудовой	А	100%	250,00р./час
Инженер	Трудовой	И	100%	187,50р./час
Датчики	Материальный	Д		10 000,00р.
Устройства	Материальный	У		20 000,00р.
Wi-Fi точка доступа ZYXEL	Материальный	W		10 500,00р.
Коммутатор ZYXEL	Материальный	К		5 500,00р.
Microsoft Visual Studio	Материальный	М		3 500,00р.
Microsoft SQL Server	Материальный	М		200 000,00р.
Маркетинг	Материальный	М		250 000,00р.
Работы и услуги внешних исполнителей	Материальный	Р		25 000,00р.

Рисунок 13 — Таблица ресурсов¹⁰

После заполнения листа ресурсов, было выполнено назначение ресурсов отдельным видам работ.

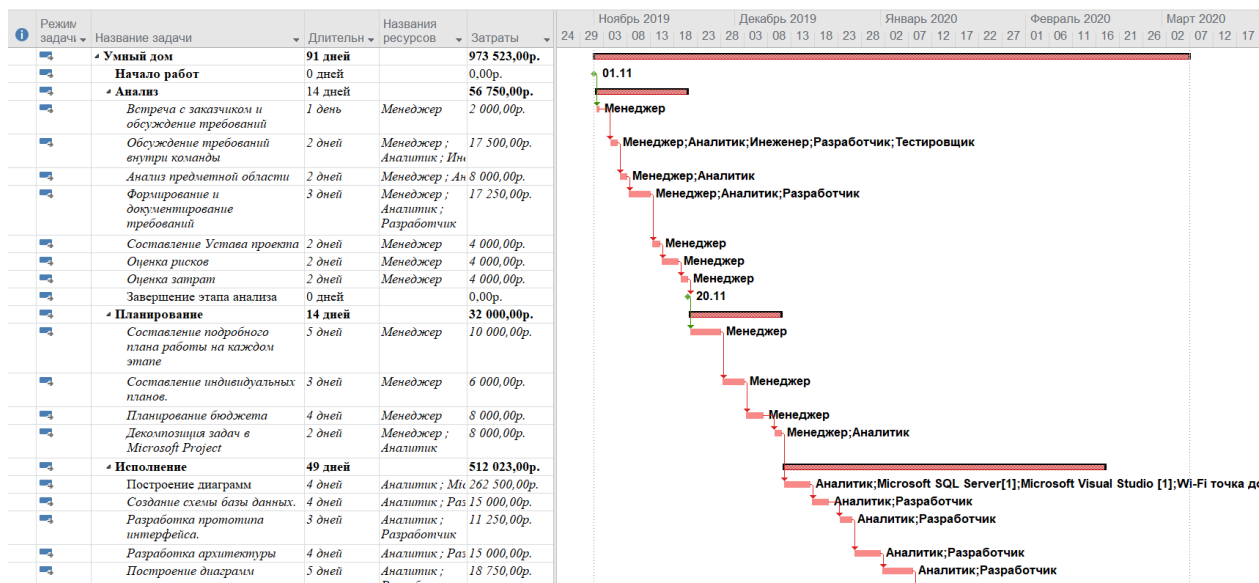


Рисунок 14 — Назначение ресурсов¹¹

На рис. 14 отображен календарный план и диаграмма Ганта с задачами и ресурсами. Табл. 7 включает в себя информацию о трудозатратах на каждого работника команды.

¹⁰ Составлено автором по [37]

¹¹ Составлено автором по [37]

Таблица 7 – Календарное планирование проекта по реализации информационной системы «Умный офис»¹²

Название	Начало	Окончание	Оставшиеся трудозатраты
Менеджер	Пт 01.11.19	Пт 06.03.20	216 часов
Разработчик	Ср 08.01.20	Пн 17.02.20	208 часов
Тестировщик	Ср 29.01.20	Вт 25.02.20	160 часов
Аналитик	Пт 08.11.19	Пт 28.02.20	256 часов
Инженер	Пт 17.01.20	Вт 25.02.20	184 часов

После планирования и назначения ресурсов было выполнено стоимостное планирование проекта по созданию информационной системы «Умный дом». Для этого в таблицу был добавлен столбец «Затраты», который автоматически рассчитал стоимость каждого этапа работ и проекта в целом.

В меню «Таблицы» устанавливаем вид «Затраты». Данный вид представление таблиц отображает подробные затраты по каждой задаче.

Название задачи	Фиксированные затраты	Общие затраты	Отклонение
Умный дом	0,00р.	973 523,00р.	973 523,00р.
Начало работ	0,00р.	0,00р.	0,00р.
Анализ	0,00р.	56 750,00р.	56 750,00р.
Встреча с заказчиком и обсуждение требований	0,00р.	2 000,00р.	2 000,00р.
Обсуждение требований внутри команды	0,00р.	17 500,00р.	17 500,00р.
Анализ предметной области	0,00р.	8 000,00р.	8 000,00р.
Формирование и документирование требований	0,00р.	17 250,00р.	17 250,00р.
Составление Устава проекта	0,00р.	4 000,00р.	4 000,00р.
Оценка рисков	0,00р.	4 000,00р.	4 000,00р.
Оценка затрат	0,00р.	4 000,00р.	4 000,00р.
Завершение этапа анализа	0,00р.	0,00р.	0,00р.
Планирование	0,00р.	32 000,00р.	32 000,00р.
Составление подробного плана работы на каждом этапе	0,00р.	10 000,00р.	10 000,00р.
Составление индивидуальных планов.	0,00р.	6 000,00р.	6 000,00р.
Планирование бюджета	0,00р.	8 000,00р.	8 000,00р.
Декомпозиция задач в Microsoft	0,00р.	8 000,00р.	8 000,00р.

Рисунок 15 — Затраты¹³

¹² Составлено автором по [37]

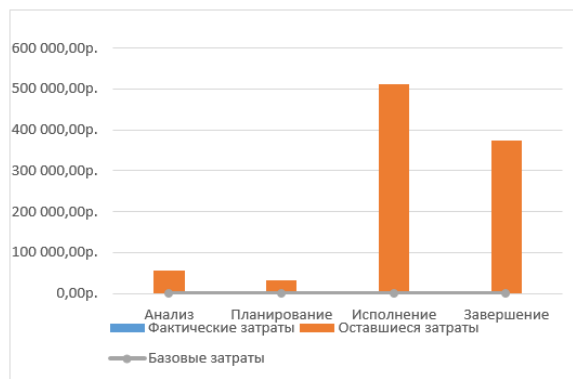
¹³ Составлено автором по [37]

С помощью отчетов можно посмотреть графики и диаграммы по планированию затрат.

ОБЗОР ЗАТРАТ ЗАДАЧИ

СОСТОЯНИЕ ЗАТРАТ

Состояние затрат для задач верхнего уровня.



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ

Распределение затрат между задачами в зависимости от их состояния.

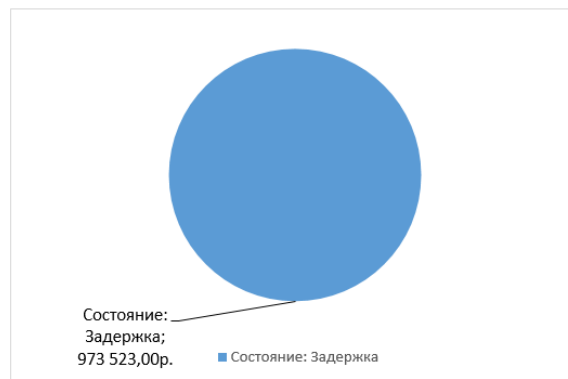


Рисунок 16 — Затраты¹⁴

2.1.7 Риски проекта

Решение о реализации инновационного проекта должно приниматься с учетом множества характеристик. Часть из них учитывает экономические, экологические и социальные последствия реализации проекта. Другая часть принимает во внимание разнообразные риски, связанные с осуществлением проекта, и факторы неопределенности.

Стремительный рост рынка Интернета вещей привёл к тому, что производители чаще всего думают, что это очень дорогостоящая технология, одним из основных факторов риска служит большая стоимость, может случиться так, что затраты на реализацию системы могут не окупиться.

Был выявлен список имеющихся рисков, связанных с компетенциями, внешними условиями и работой системы (табл. 8).

¹⁴ Составлено автором по [37]

Таблица 8 – Риски проекта¹⁵

№	Тип риска	Наименование риска	Описание
1	Внутренний	Временные ресурсы	Из-за неправильной организации работ не хватит времени на выполнение всех работ
2	Внешний	Система не будет востребована	Люди не оценят возможности системы и не будут считать нужным ею пользоваться
3	Внутренний	В группе будет неправильное распределение обязанностей	При выполнении задач человеком, который в них некомпетентен, возникают ошибки и появляются лишние временные затраты
4	Внутренний	Не все задачи будут учтены в плане	Из-за этого часть функционала может быть не выполнена
5	Внешний	Конкуренция	На рынке может появиться похожая система, которая будет значительно дешевле, что снизит спрос
6	Внутренний	Нерациональное распределение финансов	Из-за чрезмерной траты на ненужное, не хватит финансов на необходимое оборудование или ПО
7	Внешний	Недостаточно сформированы каналы продаж	Плохо составленный маркетинговый план привлечет мало клиентов

После определения списка возможных рисков был выполнен анализ и приоритезация рисков. Для этого была разработана шкала угрозы рисков (табл. 9).

Далее для каждого риска был определен приоритет, последствие, вероятность наступления данного риска, его угроза для проекта (табл. 10).

¹⁵ Составлено автором по [48]

Таблица 9 – Шкала угроз рисков¹⁶

Оценка	Денежное выражение
1	до 1000 руб.
2	1000 – 10 000 руб.
3	10 000 – 50 000 руб.
4	50 000 – 100 000 руб.
5	100 000 – 200 000 руб.

Таблица 10 – Таблица рисков при использовании двухпараметрической оценки¹⁷

Приоритет	Причина	Последствие	Вероятность	Угроза	Ожидаемая величина
1	Система не будет востребована	Не окупятся затраты	50%	5	2,5
2	Нерациональное распределение финансов	Превышение бюджета	65%	4	2,4
3	Конкуренция	Не окупятся вложения	35%	5	1,75
4	Недостаточно сформированы каналы продаж	Плохой спрос на систему	20%	4	0,8
5	Временные ресурсы	Участникам придется совмещать роли	70%	3	2,1
6	В группе будет неправильное распределение обязанностей	Участникам придется совмещать роли	15%	2	0,3
7	Не все задачи будут учтены в плане	Превышение времени проекта	60%	1	0,6

Для того, чтобы избежать данных рисков, необходимо выделить ряд мероприятий:

¹⁶ Составлено автором по [48]

¹⁷ Составлено автором по [48]

- детально прорабатывать бизнес-план;
- подробно описывать все задачи на каждом этапе реализации;
- выделять запасное время на каждом этапе;
- пользоваться консультациями специалистов;
- четко контролировать все этапы выполнения проекта.

2.2 Развитие архитектуры предприятия

Управление инженерными сетями умного офиса с помощью технологий Интернета вещей даст значительную экономию на оплате счетов за электроэнергию, повысив таким образом энергоэффективность умного офиса. Компания будет получать прибыль от внедрения информационной системы «Умный офис» в офисные помещения.

Миссия предприятия — реализация таких проектов на основе технологий Интернета вещей, которые будут обеспечивать энергоэффективность и комфорт для потребителей. Основной сегмент выбранного рынка — компании, с большим количеством офисных работников и сложной инфраструктурой офисов.

Основные цели предприятия:

- реализовать систему «Умный офис»;
- привлечь клиентов.

Для достижения поставленных целей необходимо выполнение следующих задач:

- разработать и согласовать бизнес-план;
- набрать команду для реализации информационной системы;
- выполнить разработку информационной системы;
- провести рекламную кампанию информационной системы «Умный офис» для привлечения клиентов.

Миссия и основные стратегические цели предприятия представлены на рис. 17:

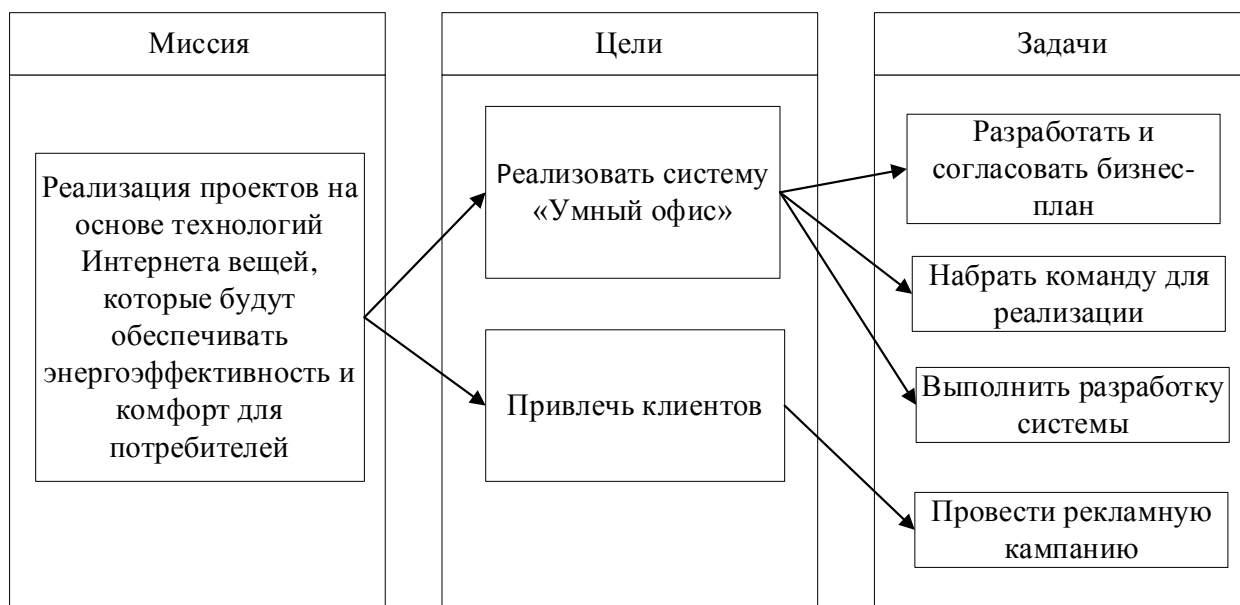


Рисунок 17 — Миссия, цели и задачи¹⁸

Стратегия — это генеральный план действий, определяющий долгосрочное направление развития организации, касающееся сферы, средств и форм ее деятельности, системы взаимоотношений внутри компании, а также ее позиции в окружающей среде и обеспечивающее достижение целей организации, и выполнение ее миссии.

Для постоянного развития предприятия, необходимо заняться выявлением стратегических целей и задач на ближайшее время. К 2021 году компания-заказчик сформировала следующие стратегические цели:

- сформировать клиентскую базу в городе Екатеринбург;
- окупить затраты на разработку;
- получить положительный финансовый результат.

На рис. 18 представлены стратегические цели и необходимые задачи предприятия на 2021 год.

¹⁸ Составлено автором по [11]

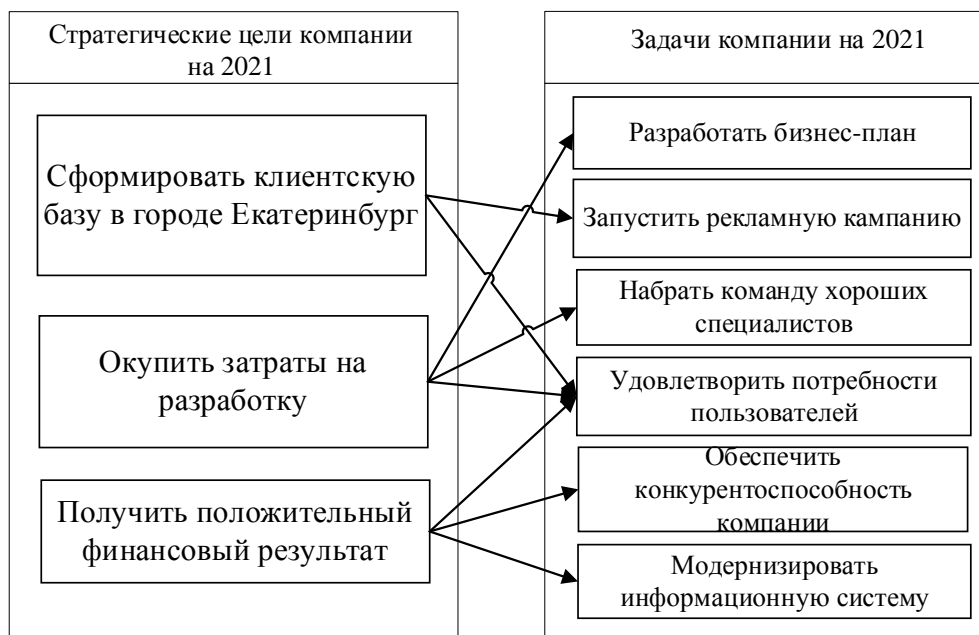


Рисунок 18 — Стратегия и задачи компании на 2021 год ¹⁹

Модель бизнес-стратегии, представленная на рис. 5, отображает факторы успеха и стратегические требования, необходимые для достижения поставленных целей.

Факторами успеха для компании, занимающейся реализацией информационной системы «Умный офис» являются:

1. Стабильная работа информационной системы.
2. Гибкость системы под потребности каждого клиента.
3. Квалифицированный персонал.
4. Грамотный маркетинговый план.
5. Стабильное финансовое положение компании.
6. Своевременное выполнение заказов.

Ключевыми показателями эффективной деятельности компании, которые отображают достижение поставленных целей, являются:

1. Новые клиенты.
2. Получение прибыли.
3. Известность продуктов компании.

¹⁹ Составлено автором по [11]



Рисунок 19 — Бизнес-стратегии на 2021 год²⁰

Далее представлена предполагаемая организационная структура компании (рис. 20), которая объясняет, как организация выстроена и как она работает, также представлена и матрица распределения (табл. 10).

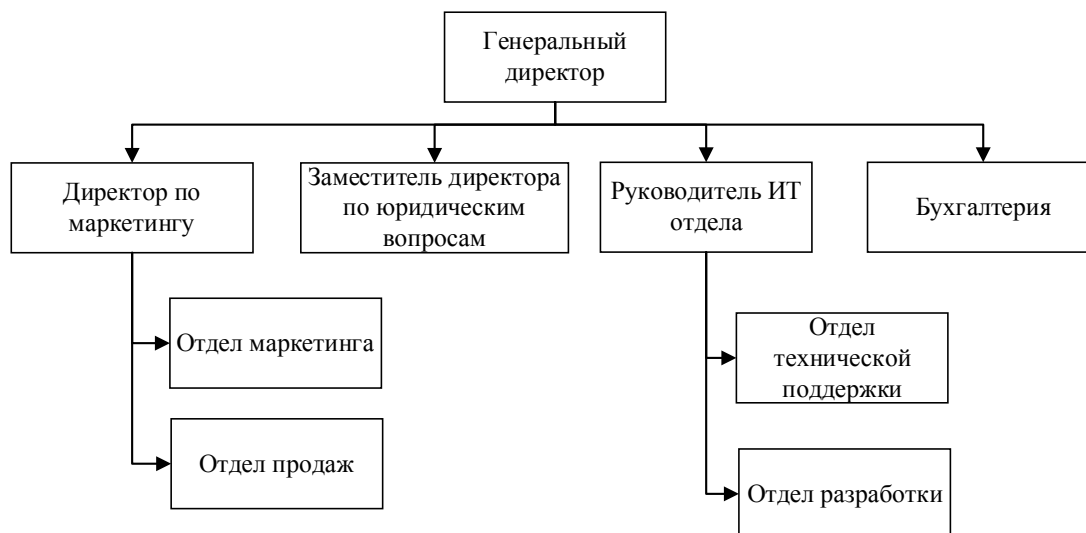


Рисунок 20 — Организационная структура компании²¹

²⁰ Составлено автором по [11]

²¹ Составлено автором по [11]

Таблица 11 – Матрица распределения²²

Процесс	Описание	Генеральный директор	Директор по маркетингу	Руководитель ИТ отдела	Бухгалтерия
Управление	Долгосрочное планирование	+++	–	–	–
Документирование	Регистрация, учёт, рассылка, обеспечение доступности информации	+++	–	+++	–
Управление финансами	Учёт оплаты, начисление выплат и налогов	+++	–	–	+++
Маркетинг	Продвижение информационно-аналитического центра	+++	+++	–	+++
Разработка продуктов	Реализация системы, сопровождение и модернизация	–	–	+++	–
Планирование	Создание бизнес-плана, распределение нагрузки	+++	–	+++	–
Учёт материальных активов	Учёт материальных активов	+++	–	–	–

Бизнес-процесс — это совокупность взаимосвязанных мероприятий или работ, направленных на создание определённого продукта или услуги для потребителей. Управленческая концепция BPM рассматривает бизнес-процессы как важные ресурсы предприятия, и предполагает управление ими как одну из ключевых организационных систем.

Бизнес-процессы, осуществляемые компанией, следует объединить в совокупность следующих основных направлений, каждое из которых отвечает за выполнение отдельной бизнес-функции.

²² Составлено автором по [11]

На предприятии выделены три бизнес-процесса (рис. 21):

1. Процессы управления.
2. Основные процессы функционирования предприятия, они направлены на предоставление товаров или услуг, которые являются предпочтительными объектами компании и ответственны за получение прибыли.
3. Процессы обеспечения предприятия.



Рисунок 21 — Бизнес-процессы ²³

Процессы управления делятся на:

1. Финансовое управление.
2. Планирование.
3. Маркетинг.
4. Контроль.

²³ Составлено автором по [11]

Основные процессы предприятия делятся на:

1. Сопровождение системы.
2. Проведение транзакций.
3. Обучение заказчиков.
4. Обработка заказов.
5. Модернизация системы.

Процессы обеспечения деятельности предприятия делятся на:

1. Управление качеством.
2. Управление документацией.
3. Техническое сопровождение.
4. Юридическое сопровождение.



Рисунок 22 — Связь бизнес-процессов и бизнес-функций²⁴

Исходя из описанных выше бизнес-процессов, можно выделить основные бизнес-функции:

- управление деятельностью компании;

²⁴ Составлено автором по [11]

- выполнение работ и предоставление услуг;
- обеспечение функционирования процессов предприятия.

Рис. 23 определяет связи между стратегией развития предприятия и существующими бизнес-процессами.



Рисунок 23 — Связь стратегических целей и бизнес-процессов²⁵

²⁵ Составлено автором по [11]

На рис. 24 изображена схема связей бизнес-процессов и приложений, которые используются в деятельности компании.

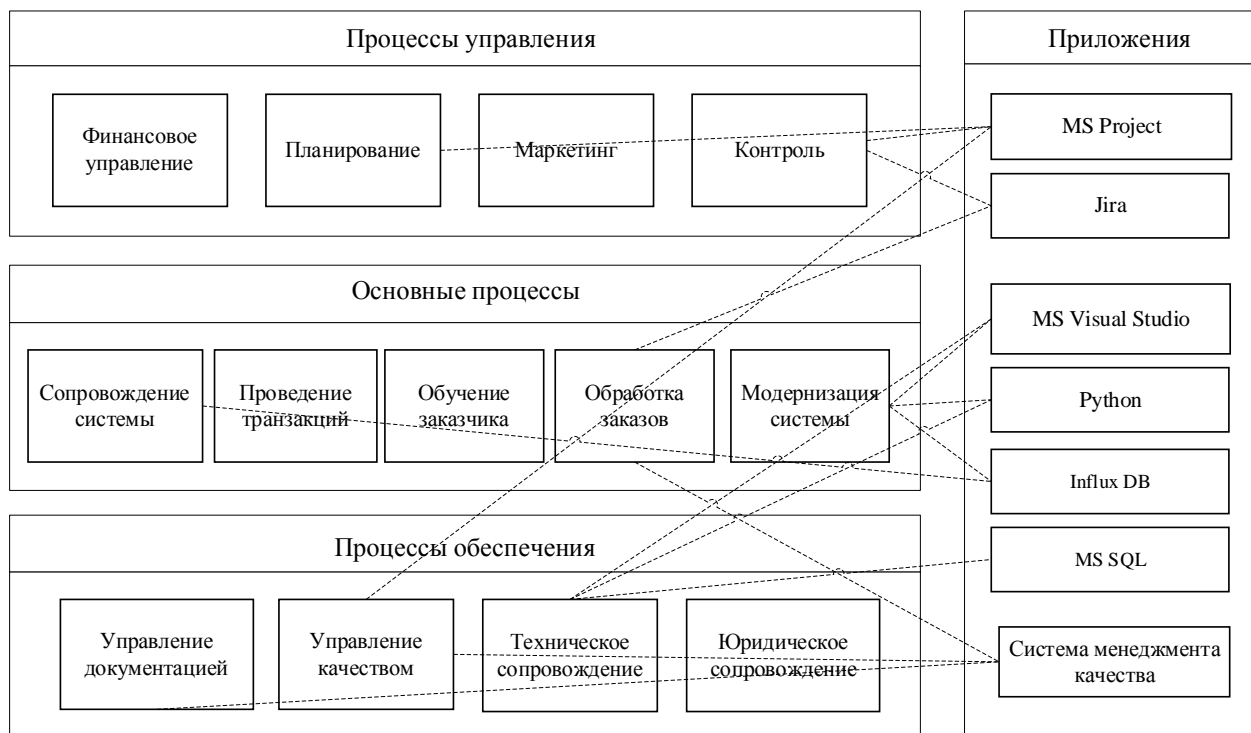


Рисунок 24 — Связь бизнес-процессов и приложений²⁶

На рис. 25 отображены основные функции подсистем.

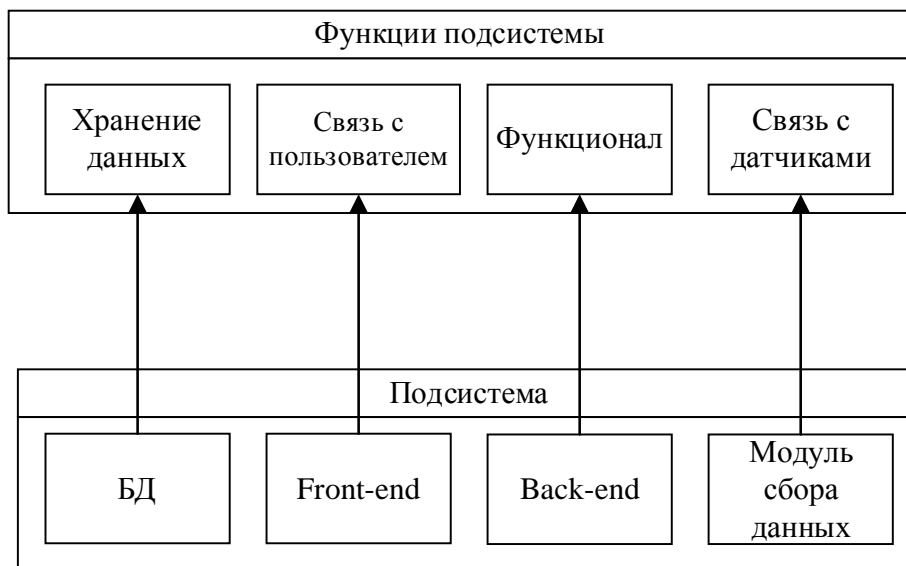


Рисунок 25 — Функции подсистем²⁷

²⁶ Составлено автором по [11]

²⁷ Составлено автором по [11]

На этапе реализации происходит окончательная сборка приложения информационной системы, происходит развёртывание ИТ-инфраструктуры: создаётся сайт компании, на котором размещена информация о системе, ее возможности и информация о самой компании, адрес, способы связи. В дополнение далее представлена схема серверной архитектуры платформы (рис. 26).

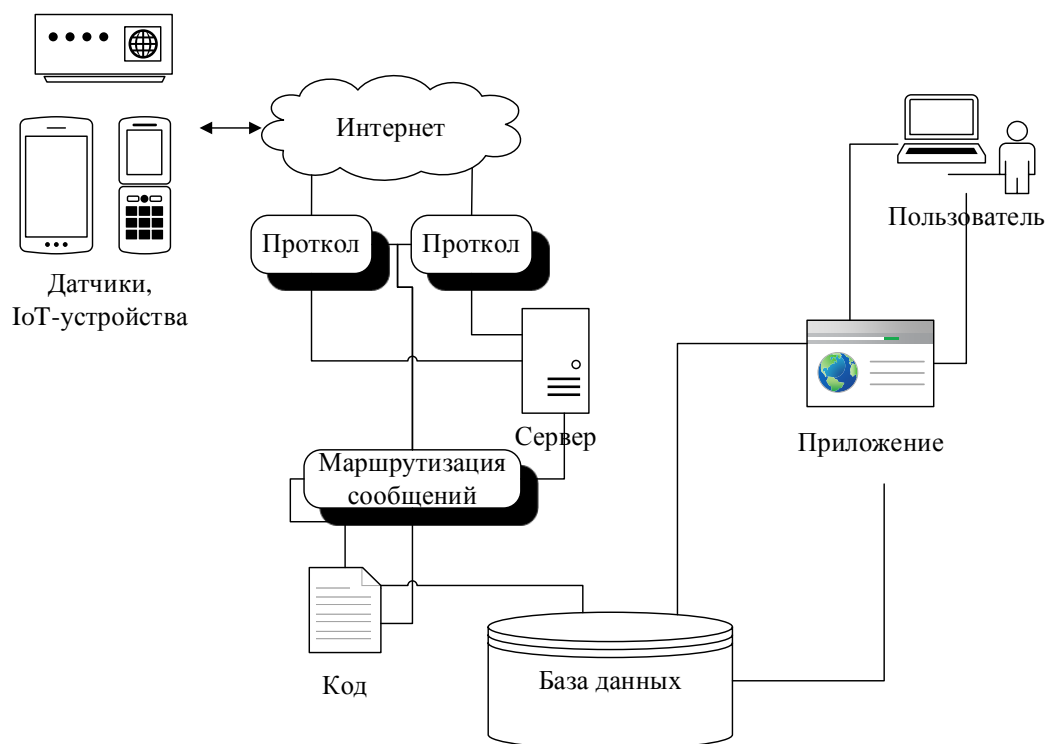


Рисунок 26 — Архитектура системы²⁸

ИТ-инфраструктура – это комплекс взаимосвязанных информационных систем и сервисов, обеспечивающих функционирование и развитие средств информационного взаимодействия предприятия.

На этапе завершения происходит развёртывание и настройка системы для конечных пользователей. Настройка прав и уровней доступа пользователей и опытная эксплуатация.

На рис. 27 изображена полная модель предприятия.

²⁸ Составлено автором по [12]

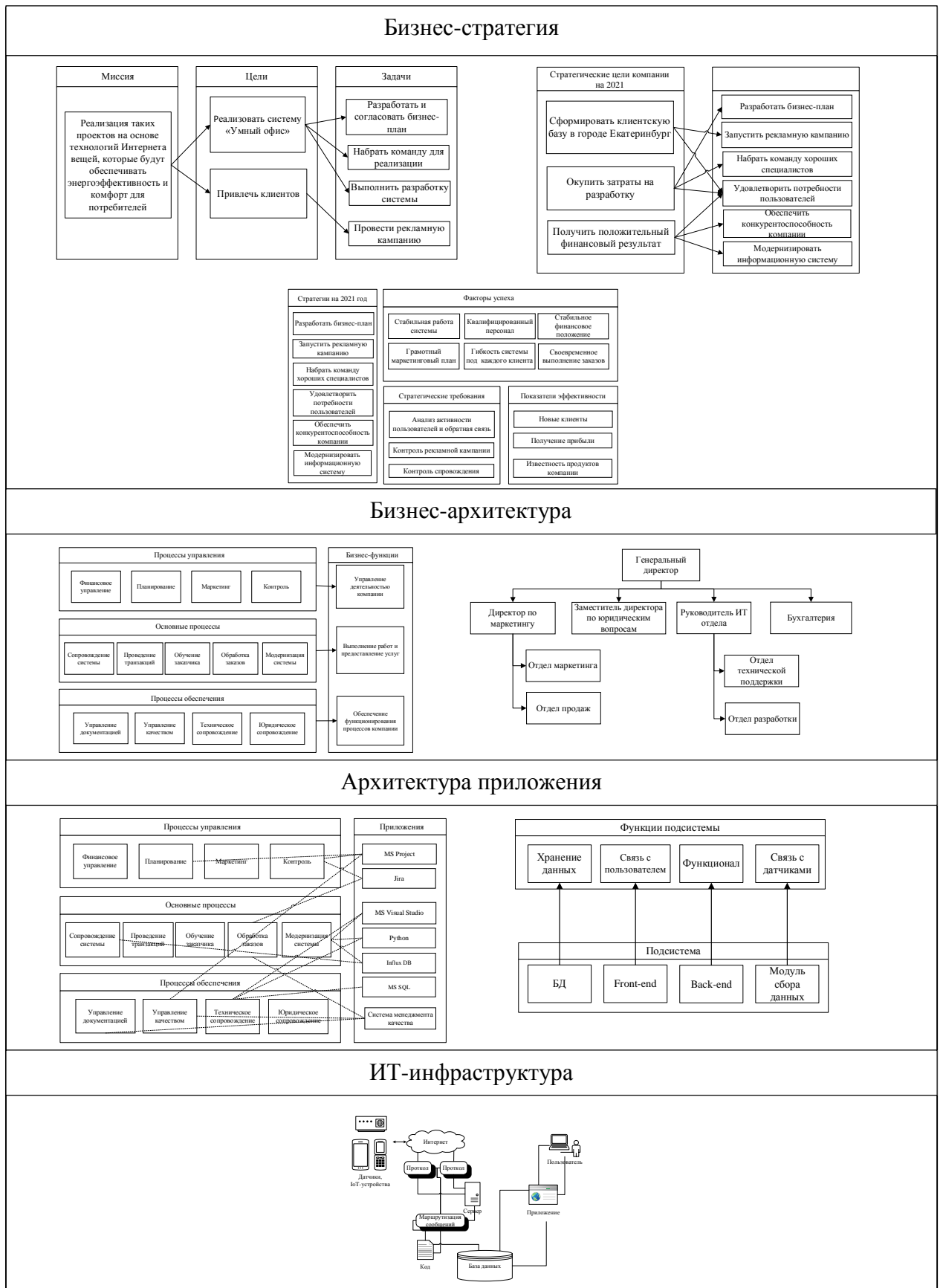


Рисунок 27 — Полная модель предприятия²⁹

²⁹ Составлено автором по [11]

2.3 Экономическое обоснование проекта

В данной работе система «Умный офис» рассматривается как продукт с точки зрения экономической эффективности разработки решения для компании, занимающейся разработкой ИТ-проектов, для дальнейшего заработка от внедрения в офисы компаниям-клиентам.

Эффективность – это одна из возможных характеристик качества системы, а именно ее характеристика с точки зрения соотношения затрат и результатов функционирования системы. Понятие «оценка экономической эффективности информационной системы» подразумевает собой процесс, состоящий из понимания, определения и измерения того, насколько полезным с экономической точки зрения является разработка информационной системы для компании.

2.3.1 Расчет вложений на этапе инвестиций в проект

На этапе инвестиций в реализации системы участвуют: менеджер проекта, инженер, аналитик, разработчик, тестировщик. Стоимость часа работы на этапе инвестиций приведена в табл. 12. Справочные величины по использованным в расчетах налогам и страховым взносам приведены в табл. 13. Составление плана и разработка функционала системы занимает от одного до двух месяцев. Расчет затрат на оплату труда на этапе инвестиций приведен в табл. 14.

Таблица 12 – Стоимость часа работы на этапе инвестиций³⁰

Должность специалиста	Зарплата "на руки", руб./мес.	НДФЛ (13%), руб./мес.	Зарплата "на руки" + НДФЛ, руб./мес.	Страховые взносы (30,2%), руб./мес.	ФОТ, руб./мес.	Затраты на оплату труда, руб./час
Менеджер проекта	40000,00	5200,00	45200,00	13650,40	58850,40	250,00

³⁰ Составлено автором по [43]

Продолжение таблицы 12

Должность специалиста	Зарплата "на руки", руб./мес.	НДФЛ (13%), руб./мес.	Зарплата "на руки" + НДФЛ, руб./мес.	Страховые взносы (30,2%), руб./мес.	ФОТ, руб./мес.	Затраты на оплату труда, руб./час
Аналитик	40000,00	5200,00	45200,00	13650,40	58850,40	250,00
Инженер	30000,00	3900,00	33900,00	10237,80	44137,80	187,50
Разработчик	35000,00	4550,00	39550,00	11944,10	51494,10	218,75
Тестировщик	30000,00	3900,00	33900,00	10237,80	44137,80	187,50
Итого:					213332,7	

Таблица 13 – Справочные величины по налогам и страховым взносам³¹

Ставка НДФЛ	13,0%
Страховые взносы, в том числе	30,2%
Пенсионное страхование	22,0%
Медицинское страхование	5,1%
Социальное страхование	2,9%
Взносы на травматизм	0,2%

Таблица 14 – Стоимость часа работы на этапе инвестиций³²

Работник	Трудозатраты, мес	Ставка, руб./мес	Затраты на опл. труда, руб.
Менеджер проекта	3	58850,40	176551,20
Аналитик	1	58850,40	58850,40
Инженер	1	44137,80	44137,80
Разработчик	2	51494,10	102988,20
Тестировщик	1	44137,80	44137,80
Итого:			426665,40

На этапе проектирования системы менеджер обеспечивает постоянное сопровождение всех этапов. Поддержка проекта из-за специфики связана с

³¹ Составлено автором по [43]

³² Составлено автором по [43]

большими трудозатратами программистов и мониторинга серверного оборудования.

2.3.2 Материальные и нематериальные вложения

Для того, чтобы рассчитать показатели эффективности, необходимо учесть вложения компании-разработчика, которые потребуются на этапе реализации и последующей эксплуатации.

Предусматривается, что все техническое оборудование, на котором будет происходить разработка системы, уже в компании имеется, так как она занимается разработкой информационных систем.

Компания разработчик будет продавать систему без оборудования Интернета вещей, так как для каждого офиса могут требоваться разные устройства. Покупка устройств производится заказчиком самостоятельно для нужд своего офиса.

Материальные и нематериальные вложения, которые потребуются на этапе инвестиций, представлены в табл. 15 и табл. 16 соответственно.

Таблица 15 – Нематериальные вложения на этапе инвестиций³³

№	Категории и статьи вложений	Кол-во	Цена, руб. без НДС	Стоимость, руб. без НДС
I	Материальные вложения			46 000
A	Техническое оборудование			46 000
1	Контроллер	5	4 000	20 000
2	Датчик	10	1 000	10 000
3	Wi-Fi точка доступа ZYXEL WAC6502D-S	1	10 500	10 500
4	Коммутатор ZYXEL GS1200-8HPV2-EU0101F	2	5 500	5 500

³³ Составлено автором по [43]

Таблица 16 – Нематериальные вложения на этапе инвестиций³⁴

№	Категории и статьи вложений	Кол-во	Цена, руб. без НДС	Стоимость, руб. без НДС
II	Нематериальные вложения			478 500
A	Лицензии на программное обеспечение			203 500
1	Microsoft Visual Studio	1	3 500	3 500
2	Microsoft SQL Server	1	200 000	200 000
B	Маркетинг			250 000
1	Реклама	4	50 000	200 000
2	Маркетинговая кампания	1	50 000	50 000
C	Работы и услуги внешних исполнителей			25 000
1	Бухгалтер	1	15 000	15 000
2	Юрист	1	10 000	10 000

2.3.3 Расчет вложений на этапе эксплуатации проекта

На этапе эксплуатации проекта поддержку внедренной системы автоматизации складского учета со стороны заказчика выполняют менеджер проектов, разработчик, инженер и тестировщик. Менеджер проекта обеспечивает взаимодействие специалистов заказчика и исполнителя.

Расчет затрат на оплату труда на этапе внедрения и эксплуатации приведен в табл. 17.

Таблица 17 – Стоимость часа работы на этапе эксплуатации³⁵

Работник	Трудозатраты, мес	Ставка, руб./мес	Затраты на опл. труда, руб.
Менеджер проекта	1	58850,40	58850,40
Аналитик	1	58850,40	58850,40
Инженер	1	44137,80	44137,80
Разработчик	1	51494,10	51494,10
Тестировщик	1	44137,80	44137,80
Итого:			213332,70

³⁴ Составлено автором по [43]

³⁵ Составлено автором по [43]

2.3.4 Накладные расходы на этапе инвестиций и эксплуатации

Накладные расходы на этапе инвестирования приведены в табл. 18. В данные расходы, как на этапе инвестиций, так и на этапе эксплуатации, входят расходы на услуги печати и канцелярские принадлежности для нужд сотрудников.

Таблица 18 – Накладные расходы на этапе инвестиций ³⁶

№	Статьи накладных расходов	Содержание статей накладных расходов
1	Рабочее место	Помещение, уборка, электроэнергия, мебель
2	Канцелярские товары	Офисная бумага, маркеры, папки
	Метод расчета накладных расходов	[% от трудозатрат в денежных единицах]
[A]	Сумма трудозатрат в денежных единицах (руб.)	149 520
[B]	Принятая доля (%) накладных расходов от [A]	15%
[C]	Накладные расходы в денежных единицах (руб.)	22 428

2.3.5 Экономический эффект от внедрения

Предполагается, что компания-разработчик системы «Умный дом» будет продавать систему, подстраивая ее под определённого заказчика. Ввиду этого стоимость для каждого заказчика может быть разной.

Стоимость продукта взята из расчёта расходов на обслуживание проекта, трудозатрат на работу с одним клиентом и общие трудозатраты. Компания предлагает свои услуги за 200 000-500 000 руб. Цена будет зависеть от объема помещения и количества устройств. Средний ожидаемый рост

³⁶ Составлено автором по [43]

количества пользователей в месяц составляет порядка 2 – 3 компаний, приобретающих любую из трёх предложенных услуг.

2.3.6 Показатели для оценки экономической эффективности проекта

Для оценки экономической эффективности проекта разработки системы «Умный офис» как коммерческого продукта были рассчитаны необходимые финансовые показатели:

1. NPV (Net Present Value) – чистый приведённый доход.
2. IRR (Internal Rate of Return) – внутренняя доходность.
3. DPP (Discounted Payback Period) – срок окупаемости системы.

Ставка дисконтирования выбрана в размере 9% годовых из расчета безрисковой ставки 6% годовых (ключевая ставка Банка России на 15.03.2020) плюс 3% годовых платы за риск (экспертная оценка специалистов заказчика).

Расчеты выполнены ежемесячно (период 12 мес.), при ежемесячной ставке дисконтирования $R_{\text{мес}} = 0,72\%$ (1).

$$R_{\text{мес}} = \sqrt[12]{1 + R_{\text{год}}} - 1 \quad (1)$$

Коэффициент дисконтирования на 1-ый год $K_{\text{дисконт}(1)} = 0,90\%$ (2) и коэффициенте дисконтирования (2-ой год) $K_{\text{дисконт}(2)} = 0,81\%$ (3) рассчитывались следующим образом.

$$K_{\text{дисконт}} = \frac{1}{(1 + R_{\text{мес}})^{12}} \quad (2)$$

$$K_{\text{дисконт}} = \frac{1}{(1 + R_{\text{мес}})^{24}} \quad (3)$$

Налог на прибыль взят в размере 20% для предприятия с общей системой налогообложения. Все показатели учтены без НДС. Амортизация не учитывается.

Сводная информация для расчёта финансовых показателей приведена в табл. 19.

Для реализации окупаемости проекта необходим срок 11 месяца после внедрения, что показано на рис. 28.

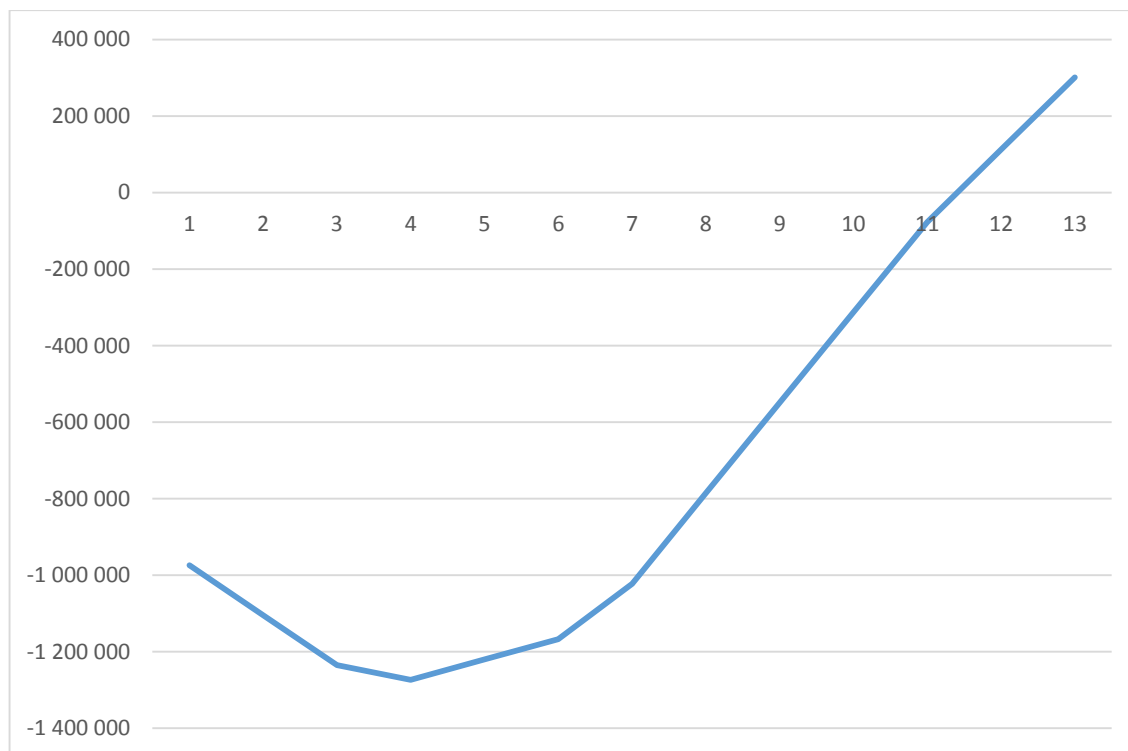


Рисунок 28 – Зависимость $NPV(t)^{37}$

³⁷ Составлено автором по [43]

Таблица 19 – Сводная информация для расчета финансовых показателей³⁸

	Этап	Этап эксплуатации											
	инвестиций	1-й мес.	2-й мес.	3-й мес.	4-й мес.	5-й мес.	6-й мес.	7-й мес.	8-й мес.	9-й мес.	10-й мес.	11-й мес.	12-й мес.
1. Инвестиционные и текущие вложения (отток ДС)	973 593	242 178	242 178	242 178	242 178	242 178	242 178	242 178	242 178	242 178	242 178	242 178	242 178
Расходы на оплату труда	426 665	213 332	213 332	213 332	213 332	213 332	213 332	213 332	213 332	213 332	213 332	213 332	213 332
Материальные вложения	46 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Нематериальные вложения	478 500	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000
Накладные расходы	22 428	3 845	3 845	3 845	3 845	3 845	3 845	3 845	3 845	3 845	3 845	3 845	3 845
2. Приток ДС	0	100 000	100 000	200 000	300 000	300 000	400 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000
Экономический эффект от реализации проекта	0	100 000	100 000	100 000	400 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000
3. Прибыль и налоги													
База для расчета налога на прибыль нарастающим итогом	-973 593	-1 115 771	-1 257 949	-1 300 127	-1 242 304	-1 184 482	-1 026 660	-768 837	-511 015	-253 193	4 630	262 452	520 274
Прибыль по периодам	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4 630	257 822	257 822
Налог на прибыль по периодам	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	926	51 564	51 564

³⁸ Составлено автором по [43]

Продолжение таблицы 19

	Этап инвестиций	1-й мес.	2-й мес.	3-й мес.	4-й мес.	5-й мес.	6-й мес.	7-й мес.	8-й мес.	9-й мес.	10-й мес.	11-й мес.	12-й мес.
4. Чистый денежный поток по периодам (NCF_i)	-973 593	-142178	-142 178	-42 178	57 822	57 822	157 822	257 822	257 822	257 822	256 896	206 258	206 258
5. Чистый дисконтированный денежный поток	-973 593	-130438	-130 438	-38 695	53 048	53 048	144 791	236 534	236 534	236 534	235 685	189 227	189 227
6. Чистый приведенный доход NPV в динамике	-973 593	-1 104 032	-1 234 470	-1 273 165	-1 220 117	-1 167 069	-1 022 278	-785 744	-549 210	-312 675	-76 991	112 237	301 464

Максимальный срок рассмотрения и окупаемости для проектов такого типа у заказчика согласно экспертной оценке его специалистов $T_{\text{макс}} = 24$ мес. Период 16 мес. для расчета финансовых показателей и оценки экономической эффективности установлен в пределах $T_{\text{макс}}$. Цена авансированного в проект капитала CC (Cost of Capital) согласно экспертной оценке специалистов заказчика $CC = 9\%$ годовых.

Исходя из данных в табл. 17 вычислены значения финансовых показателей проекта по разработке информационной системы «Умный офис»:

1. Прогнозируемое значение NPV за 12 мес. составляет 301 464 руб.
2. Срок окупаемости проекта с учётом дисконтирования DPP – 11 месяцев.
3. Внутренняя норма доходности IRR за 21 мес. – 15,67% годовых методом подбора при условии.

Проект является экономически эффективным, исходя из следующих условий: $NPV > 0$, $DPP < T_{\text{макс}}$, $IRR > CC$.

2.4 Выводы по главе

В данной главе был разработан бизнес-план и сопутствующая документация к проекту реализации системы «Умный офис» на основе применения Интернета вещей. Было выполнено описание жизненного цикла и календарное планирование реализации информационной системы. Также были выявлены риски проекты и сформулированы мероприятия по их предотвращению. Проект можно считать экономически эффективным: срок окупаемости с учётом дисконтирования составляет 11 мес. ($NPV > 0$) при ставке дисконтирования 10% и начальными инвестициями в размере 973 593 руб.

3 Разработка архитектуры информационной системы «Умный офис»

Третья главы данной работы содержит описание системной архитектуры приложения «Умный дом», которая включает три уровня: физический, уровень приложений и интерфейс.

Также данная глава содержит описание создания абстрактной модели системы с помощью диаграмм UML: диаграмма классов, диаграмма прецедентов, диаграмма активностей, диаграмма компонентов.

3.1 Требования к системе «Умный офис»

На основе исследованных источников, было принято решение определить варианты использования системы на трех уровнях: физический объект, цифровой уровень, интерфейс.

На физическом уровне система должна учитывать энергию, потребляемую оборудованием, датчики должны обеспечивать измерение физических параметров окружающей среды (температура, влажность воздуха), преобразовывать эти измерения в данные и отправлять в систему.

Цифровой уровень должен обеспечивать анализ данных, поиск шаблонов в больших объемах информации, прогнозирование поведения системы, планирование математических экспериментов, формирование рекомендаций по энергопотреблению, составление отчетов. На данном уровне осуществляется управление данными: хранение, обработка, изменение, обновление, удаление, обеспечение доступа к данным, проведение учета аварий и сбоев в работе системы.

На уровне интерфейса должно обеспечиваться взаимодействие пользователей с системой, в том числе сотрудники офиса должны иметь

возможность через интерфейс исследовать состояние системы и оказывать на нее воздействия.

Информационная система «Умный офис» будет иметь смешанный архитектурный стиль, включающий в себя клиентскую часть, серверную часть, веб- сервер, сервер приложения и сервер баз данных (рис. 30).

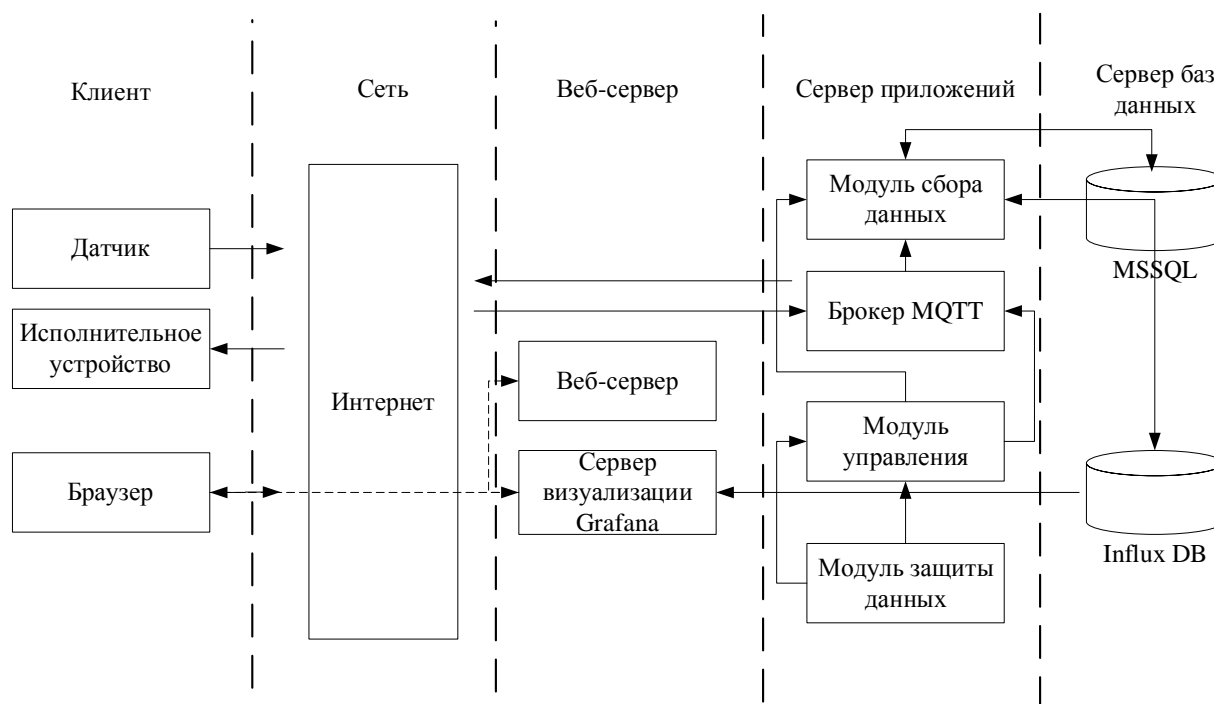


Рисунок 30 — Системная архитектура «Умный офис»³⁹

На стороне клиента осуществляется взаимодействие сотрудников офиса с системой через мобильное приложение или web-приложение в браузере, в том числе визуализация данных и статистики в реальном времени. На этом же уровне происходит сбор параметров с датчиков и управление устройствами, например, включение вентиляции.

Web-приложение получает от клиента запросы на ресурсы и предоставляет доступ к необходимым данным.

Уровень сервера приложений реализует управление, сбор и обработку данных для последующей передачи ее на уровень клиента или записи на уровне данных. Взаимодействие и обмен сообщениями между IoT

³⁹ Составлено автором по [8]

устройствами здания реализуется с помощью брокера запросов – MQTT Mosquitto.

Модуль сбора данных необходим для получения данных из разных источников, их обработки, регистрации и перенаправления.

Подключение к базам данных обеспечивается уровнем данных, содержащим MSSQL 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, MSSQL будет содержать данные о датчиках, контроллерах и устройствах.

Функциональные требования к программному обеспечению — это совокупность утверждений, характеризующих поведение системы.

Были выявлены следующие функциональные требования:

1. Обеспечение связи всех коммуникаций в офисном помещении.
2. Мониторинг и анализ показателей условий помещения.
3. Обеспечение удаленного управления устройствами в помещении.
4. Реализация функции управление климатом, освещением и электроприборами.
5. Реализация сбора данных с устройств и датчиков.
6. Обеспечение офиса безопасностью и контролем доступа.
7. Реализация функции отчетов.

В отличии от функциональных требований нефункциональные определяют характер поведения системы, в том числе бизнес-правила, системные требования и ограничения. В приложении А представлено техническое задание для системы.

Нефункциональные требования:

1. Система должна быть реализована на языке C# в среде Visual Studio.
2. Устройства должны подключаться к сети Wi-Fi.

3. База данных с характеристиками и названиями датчиков должна быть реализована с помощью MS SQL Server.
4. База данных для записи параметров должна быть реализована с помощью СУБД InfluxDB.
5. Сбор данных с датчиков должен быть осуществлен с помощью MQTT брокера.
6. Визуализация данных должна быть реализована с помощью сервиса Grafana.

3.2 Сетевая архитектура системы

На рис. 30 отображена сетевая архитектура взаимодействия компонентов, необходимых при реализации системы на основе применения технологии Интернет вещей.

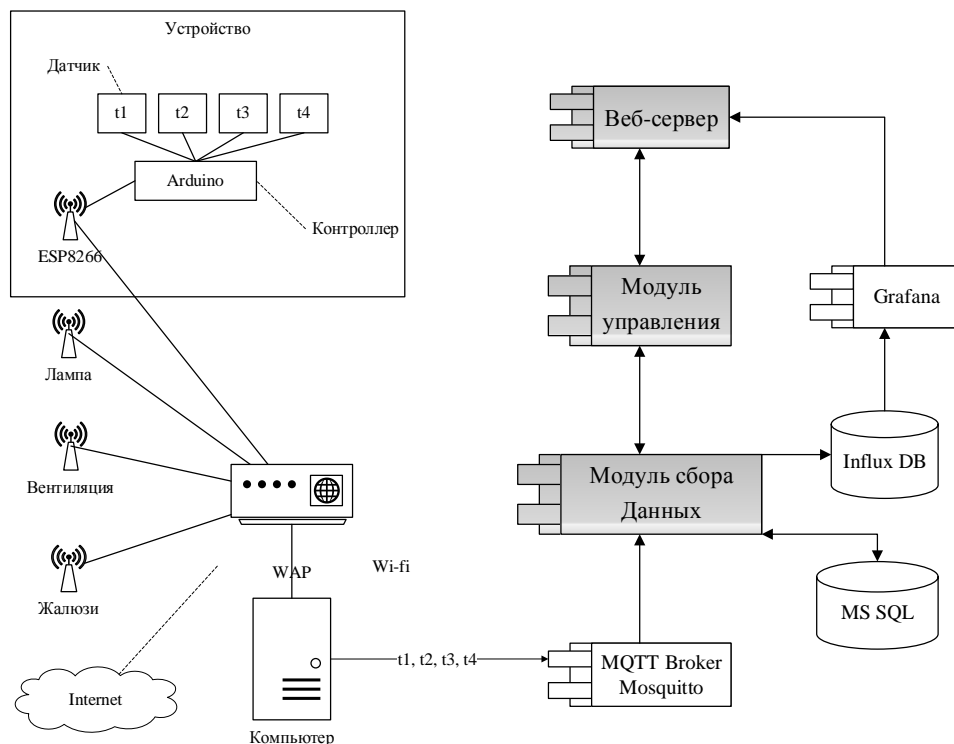


Рисунок 30 — Системная архитектура ⁴⁰

⁴⁰ Составлено автором по [36]

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.

Далее необходимо разработать схему база данных в MS SQL Server. Для реализации модели данных использована технология .Net Entity Framework (рис. 31). Модель EDM определяет концептуальную модель базы данных.

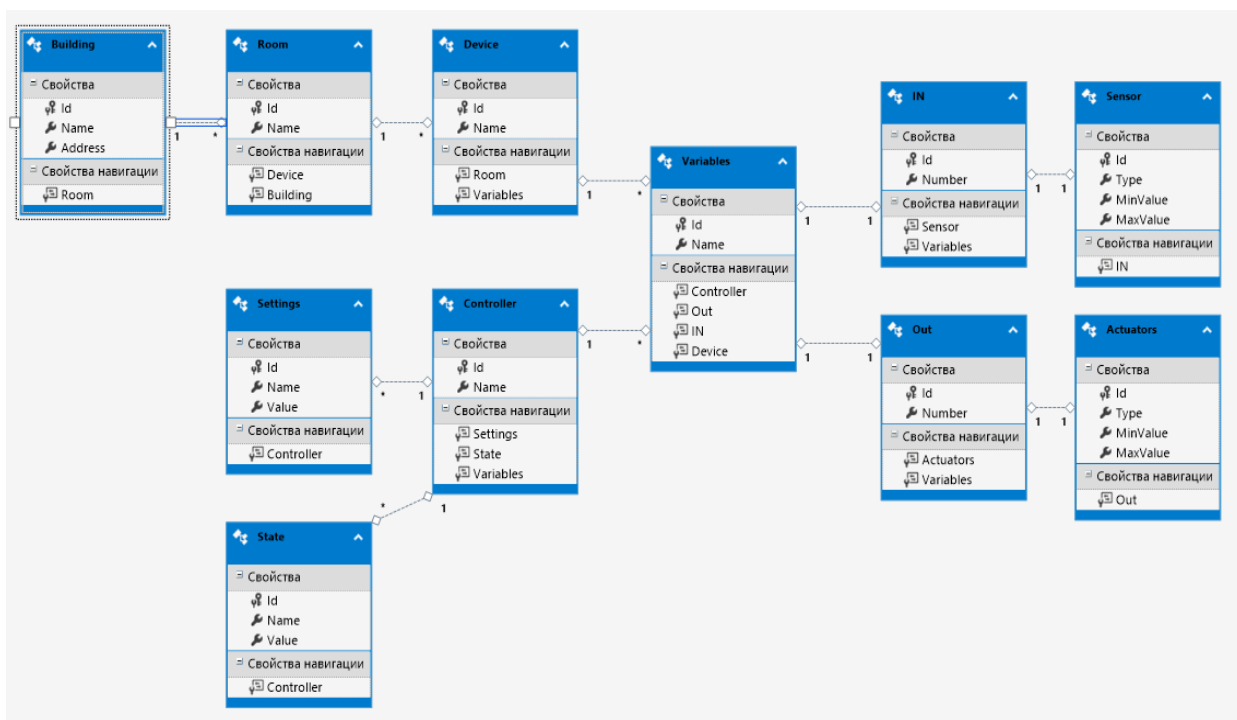


Рисунок 31 — Модель EDM⁴¹

⁴¹ Составлено автором по [10]

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.

В базе данных MSSQL должна храниться информация:

1. О здании: код здания, название, адрес.
2. О помещении: код помещения, название.
3. Об устройстве: код устройства, название.
4. О контроллере: код контроллера, название.
5. О настройках контроллера: код настройки, название, значение.
6. О состоянии контроллера: код состояния, название, значение.
7. О переменных контроллера: код переменной, название.
8. О входящих переменных: код переменной, номер.
9. О датчике: код датчика, тип, минимальное значение, максимальное значение.
10. О исходящих переменных: код переменной, номер.
11. Об актуаторе: код актуатора, тип, минимальное значение, максимальное значение.

3.3 Разработка архитектуры информационной системы «Умный офис»

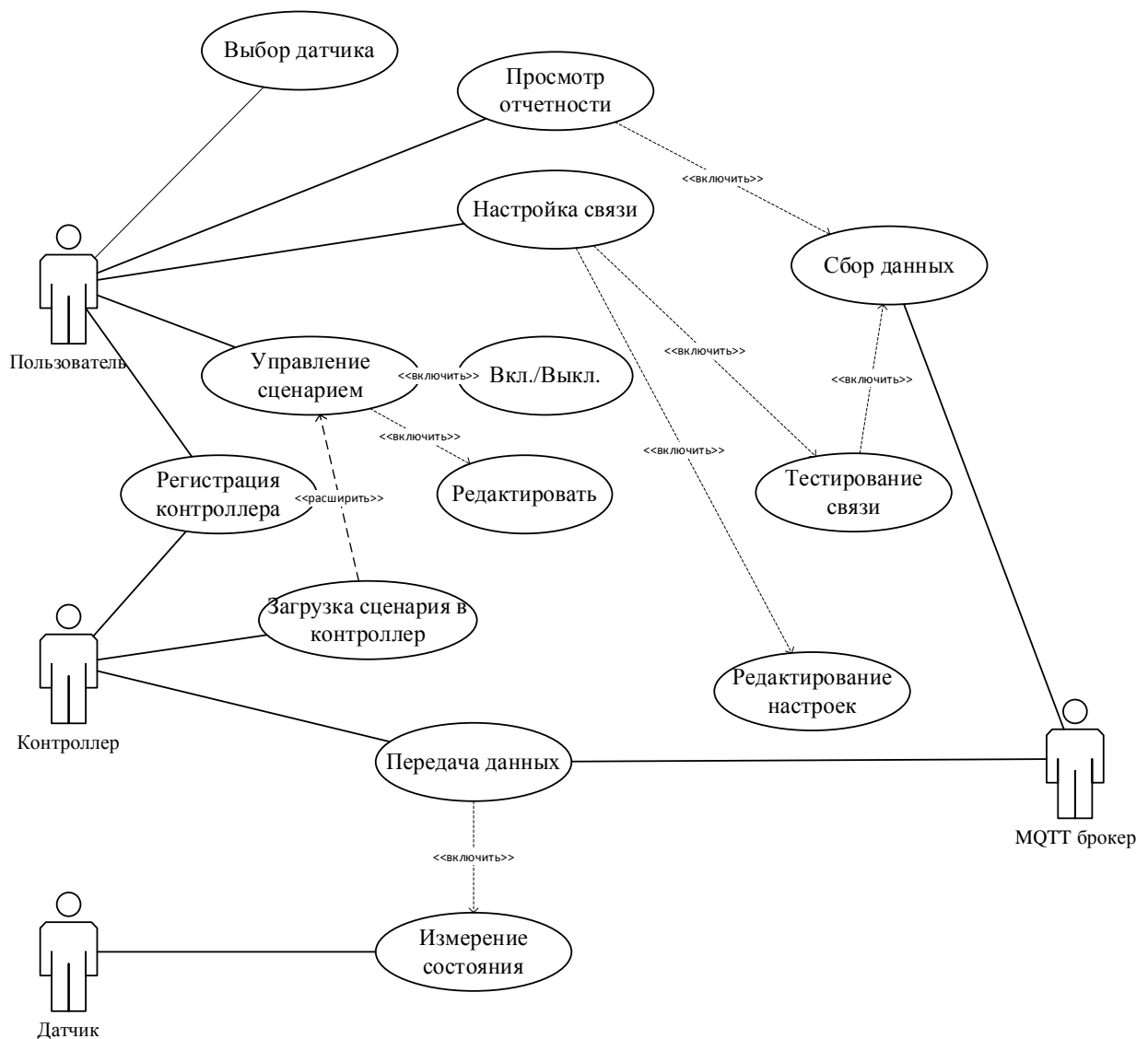


Рисунок 32 — Диаграмма прецедентов⁴²

Диаграмма прецедентов, представленная на рис. 32, описывает ситуации, когда главный пользователь, датчик, контроллер и MQTT брокер взаимодействует друг с другом.

Для описания процессов предметной области модуля сбора данных были выбрана диаграммы активностей языка UML, которые позволяют понять контекст возникновения прецедентов. Данная диаграмма представляет собой

⁴² Составлено автором по [10]

некую блок-схему, которая наглядно показывает, как поток управления переходит от одной деятельности к другой.

Прецеденты «Передача данных» и «Сбор данных», а также весь процесс работы модуля представлены на рис. 33. 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 MSSQL на наличие информации о выбранном пользователе датчике и записывает данные в преобразованном виде в InfluxDB.

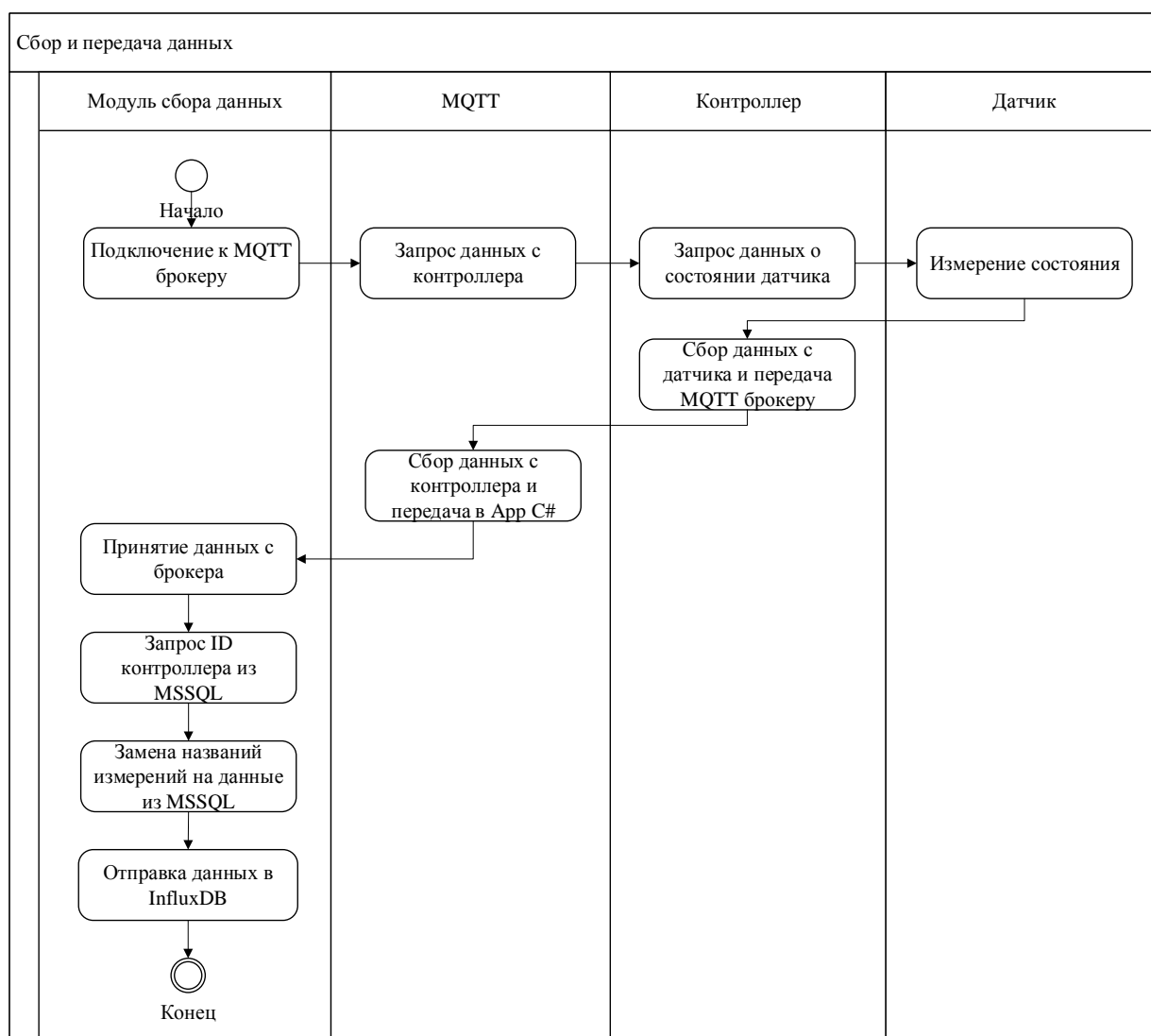


Рисунок 33 — Диаграмма активностей⁴³

⁴³ Составлено автором по [10]

Для описания последовательности действий каждого прецедента были построены диаграммы последовательностей. На данной диаграмме показан жизненный цикл какого-либо определённого объекта на единой временной оси и взаимодействие акторов в рамках какого-либо определённого прецедента.

Рис. 34 содержит описание сценария взаимодействия модуля сбора и передачи параметров со всеми подключенными к нему компонентами.



Рисунок 34 — Диаграмма последовательностей⁴⁴

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.

⁴⁴ Составлено автором по [10]

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.

Диаграмма классов (рис. 35) 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.

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).

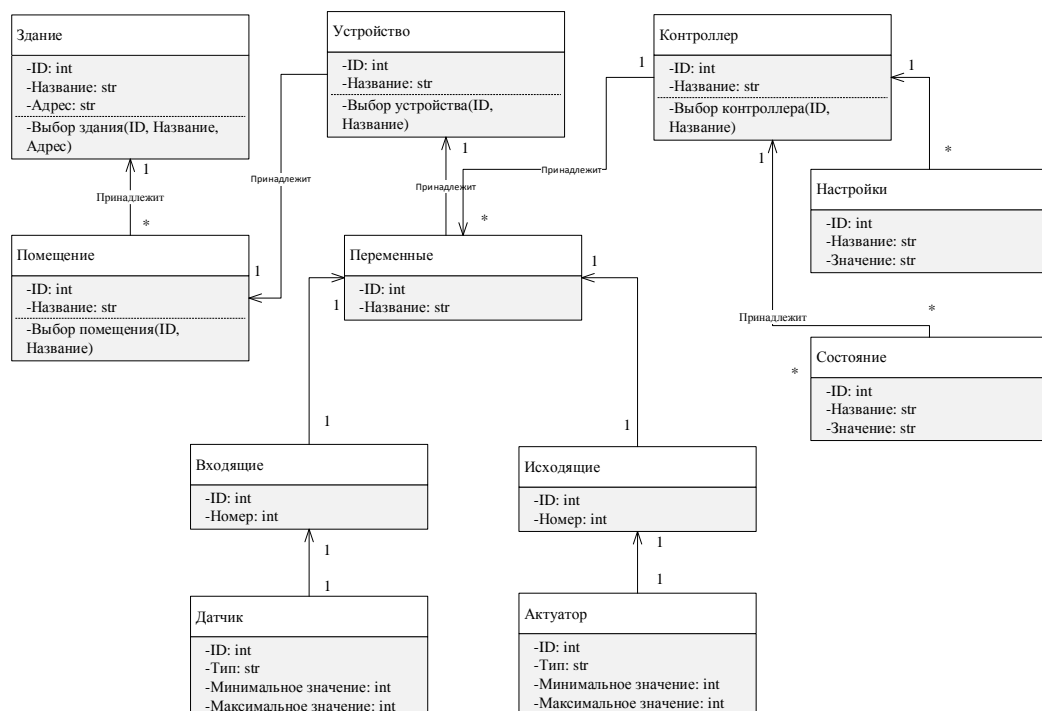


Рисунок 35 — Диаграмма классов⁴⁵

⁴⁵ Составлено автором по [10]

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.

Диаграмма компонентов на рис. 36 отображает разбиение программной системы на структурные компоненты и связи между ними.

Данная диаграмма отображает процесс взаимодействия компонентов системы, необходимых для работы модуля сбора и передачи параметров. Данные с датчика, измеряющего температуру воздуха, отправляются в контроллер Arduino, далее попадают в MQTT брокер, который представляет их с помощью расширения для браузера MQTT Lens.

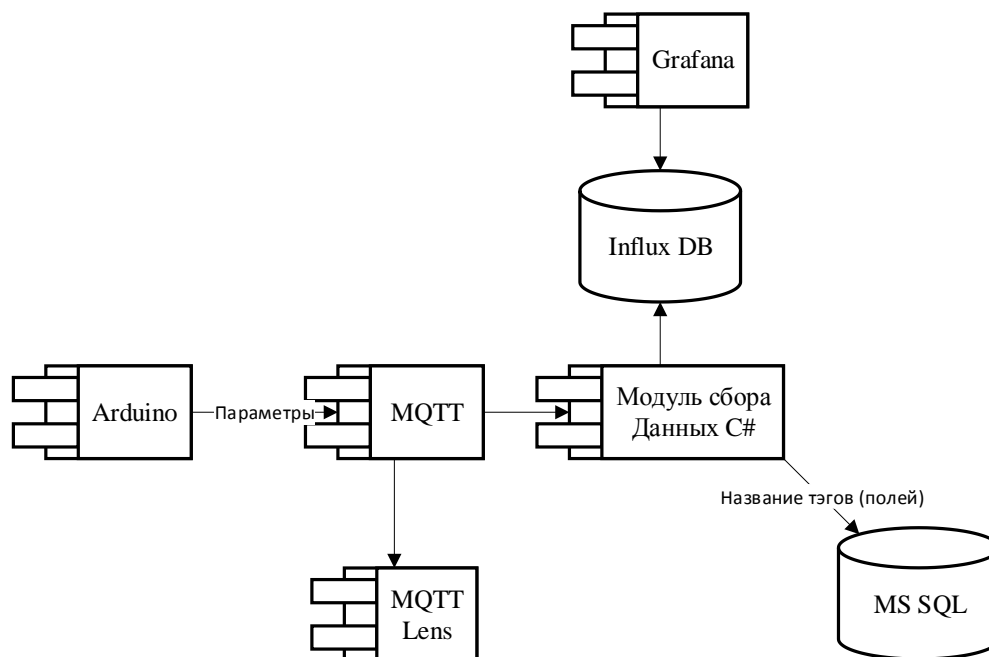


Рисунок 36 — Диаграмма компонентов⁴⁶

Модуль подписывается на брокер и получает значения температуры, а характеристики контроллеров и переменных берет из MS SQL и записывает в InfluxDB. Веб-инструмента для визуализации данных Grafana собирает данных из БД и отображает их на дашборде.

3.4 Выводы по главе

В третьей главе была представлена архитектура системы «Умный дом» на основе применения технологии Интернета вещей. Были разработаны следующие диаграммы: прецедентов, классов, активностей, последовательностей, компонентов и сетевая архитектура. Разработанная архитектура информационной системы обладает необходимым инструментарием для автоматизации процессов интеллектуального помещения.

⁴⁶ Составлено автором по [10]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы был выполнен анализ и обзор литературных источников по выбранной предметной области. Рассмотрены имеющиеся решения для работы с Интернет вещам, а также инструменты и технологии для реализации системы Умный офис. На основе этого были выявлены требования для информационной системы «Умный офис».

В ходе работы была представлена архитектура предприятия на каждом этапе проекта. Был разработан устав проекта, который включает необходимость создания информационной системы, а также организационные и функциональные границы. Были сформулированы требования для реализации системы. Был расписан жизненный цикл, который отображает этапы реализации информационной системы. Кроме того, для достижения цели, весь этап реализации был представлен в методологии Scrum, и были описаны четыре спринта. Кроме того, для достижения цели, в MS Project был разработан календарный план, были назначены ресурсы, и выполнен расчёт затрат. Также были расписаны все выполненные работы на этапе анализа, этапе проектирования, этапе разработки и этапе тестирования.

Выполнено проектирование системной архитектуры информационной системы. В том числе разработаны диаграммы вариантов использования, активностей, последовательностей, компонентов и схема системной архитектуры.

Результатом выпускной квалификационной работы является проект реализации информационной системы «Умный офис» для офисных помещений. Данную разработку могут использовать компании, занимающиеся разработкой систем для автоматизации интеллектуальных помещений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абросимова М. А., Захаров А. В. Особенности создания умной инфраструктуры в вузе / М.А. Абросимова, А.В. Захаров // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. – 2016. – №4 (18). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sozdaniya-umnoyinfrastruktury-v-vuze> (дата обращения 15.05.2021).
2. Авдеева А.А., Особенности внедрения системы "Умный офис" / А. А. Авдеева // Материалы Международной научно-практической конференции молодых исследователей им. Д. И. Менделеева, посвященной 10-летию Института промышленных технологий и инжиниринга, Тюмень. – 2019. – С. 359-361.
3. Аксенова М. А. От интернета людей - к интернету вещей: концепция XXI века / М. А. Аксенова, Р. Я. Рахматулин // Информационные ресурсы России. – 2016. – № 5(153). – С. 37-39.
4. Алгулиев Р., Махмудов Р. Интернет вещей // Информационное общество. – 2013. – № 3. – С. 42–48.
5. Ативанов, В. А. Обзор протоколов Интернета вещей / В. А. Ативанов // XLVIII Огарёвские чтения: Материалы научной конференции. В 3-х частях, Саранск, 06–13 декабря 2019 года / Составитель А.В. Столяров. Отв. за выпуск П.В. Сенин. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2020. – С. 412-417.
6. Арзамасова А. И. Интернет вещей: актуальность, решения, проблематика / А. И. Арзамасова, А. Ю. Ролич, Е. С. Мартюкова // Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ им. Е.В. Арменского: Материалы конференции, Москва, 03–13 февраля 2015 года / Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». – Москва:

- Московский институт электроники и математики НИУ ВШЭ, 2015. – С. 140-142.
7. Байгозин Д. В., Первухин Д.Н., Захарова Г.Б. Разработка принципов интеллектуального управления инженерным оборудованием в системе «умный дом» / Д. В. Байгозин, Д.Н. Первухин, Г.Б. Захарова // Известия Томского политехнического университета – 2008. – Т. 313. – № 5. – С. 168–172.
 8. Бендик Н.В. Системная архитектура информационных систем: Учебное пособие / Н.В. Бендик, С.А. Петрова - Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ, 2016, - 92 с.
 9. Богус, Г. В. Использование платформы Microsoft Azure IoT Suite для автоматизации управления предприятиями / Г. В. Богус, У. А. Магомадов // Nauka-Rastudent.ru. – 2017. – № 3-3. – С. 11.
 10. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Язык UML. Руководство пользователя. 2-е изд.: Пер. с англ. Мухин Н. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 496 с. ISBN 5-94074-334-X.
 11. Варзунов А. В. Анализ и управление бизнес-процессами, [Текст]: Учеб. пособие. СПб: Университет ИТМО, 2016. – 112 с.
 12. Викентьева О. Л., Кычкин А. В., Дерябин А. И., Шестакова Л. В. Архитектура сетевого управляющего комплекса здания на базе IoT устройств / О. Л. Викентьева, А. В. Кычкин, А. И. Дерябин, Л.В. Шестакова // Датчики и системы. – 2018. – № 5. – С. 32-38.
 13. Викентьева О.Л. Синтез информационной системы управления подсистемами технического обеспечения интеллектуальных зданий / О.Л. Викентьева, А.И. Дерябин, Л.В. Шестакова, А.В. Кычкин // Вестник МГСУ – 2017. –Т. 12. – Вып. 10 (109). – С. 1191–1201.
 14. Газизов, Д. И. Обзор методов статистического анализа временных рядов и проблемы, возникающие при анализе нестационарных временных рядов / Д. И. Газизов // Научный журнал. – 2016. – № 3(4). – С. 9-14.

15. Гололобов, В. Н. «Умный дом» своими руками / В. Н. Гололобов. — Москва: НТ Пресс, 2007. — 416 с. — ISBN: 5-477-00484-3.
16. ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-1-99. Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Базовая эталонная модель. Часть 1. Базовая модель [Сайт]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200028699> (дата обращения 11.05.2021).
17. Грингард С. Интернет вещей. Будущее уже здесь / С. Грингард. — М.: Альпина Паблишер, 2016. — 188 с. — ISBN 978-5-9614-6118-3.
18. Гусев В.В. Интернет вещей и устройства, подключаемые к Интернету / В. В. Гусев, И. В. Гусев, Р. П. Христофоров, Т. С. Домрачева // Аллея науки. — 2018. — Т. 2. — № 11(27). — С. 859-865.
19. Дворников А. А. Исследование стеков протоколов сетевого и выше уровней для интернет-вещей / А. А. Дворников // Новые информационные технологии: Тезисы докладов XXI Международной студенческой школы-семинара, Судак, 20–27 мая 2013 года / МИЭМ НИУ ВШЭ. — Судак: Московский институт электроники и математики НИУ ВШЭ, 2013. — С. 124-126.
20. Довгаль, Д. В. Обзор функций безопасности ускорителя решений Azure IoT / Д. В. Довгаль, В. А. Довгаль // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании: сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции, Ижевск, Россия, 29 мая 2020 года / Отв. ред. К. Ю. Петухов. — Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2020. — С. 81-88.
21. Интернет вещей: сетевая архитектура и архитектура безопасности [сайт]. — URL: <http://internetinside.ru/internet-veshhey-setevaya-arkhitektura-i/>(дата обращения 13.05.2021). — Текст: электронный.
22. Интернет вещей: [сайт] — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/https://iot.ru/wiki/> (дата обращения 04.05.2021). — Текст: электронный.

23. История развития системы «Умный дом»: [сайт] – URL: <http://www.aptech.ru/istoriya-razvitiya-sistemy-umnyj-dom> (дата обращения 08.05.2021). – Текст: электронный.
24. IoT для умных часов и PoT для умных станков: что такое интернет вещей и каким он бывает: [сайт] – URL: <https://mcs.mail.ru/blog/iot-dlya-umnyh-chasov-i-iot-umnyh-stankov-internet-veshchej> (дата обращения 30.04.2021). – Текст: электронный.
25. Кирсанов Н. С. Исследование и синтез системы управления умным зданием / Н. С. Кирсанов. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 16 (202). — С. 127-130. — URL: <https://moluch.ru/archive/202/49486/> (дата обращения: 08.05.2021).
26. Ковбасенко А. С. Проектирование высокоэффективной, масштабируемой корпоративной сети умного дома / А. С. Ковбасенко, И. В. Лаврова // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения: Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием. В 2 частях, Тольятти, 22–24 апреля 2019 года. – Тольятти: Издатель Качалин Александр Васильевич, 2019. – С. 122-128.
27. Криницин В. В. Протокол MQTT как основа шаблона "издатель - подписчик" в Интернете вещей / В. В. Криницин // Защита информации. Инсайд. – 2020. – № 5(95). – С. 72-76.
28. Крюков, М. Ю. Использование протокола MQTT в концепции Интернета вещей / М. Ю. Крюков // Студенческая наука: современные реалии: Сборник материалов Международной студенческой научно-практической конференции, Чебоксары, 27 апреля 2017 года / Редколлегия: О.Н. Широков. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью "Центр научного сотрудничества "Интерактив плюс", 2017. – С. 95-96.
29. Куликова, А. В. Интернет вещей: виртуальное благоденствие и реальные риски / А. В. Куликова // Индекс безопасности. – 2015. – Т. 21. – № 3(114). – С. 95-112.

30. Кучерявый А.Е. Интернет вещей // Электросвязь. – 2013. – № 1. – ISSN 0013-5771.
31. Макшанова, Л. М. "Умный офис" от компании "Ростелеком" / Л. М. Макшанова, Ж. Б. Цырендоржиев // Информационные системы и технологии в образовании, науке и бизнесе: Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Улан-Удэ, 05 июля 2019 года / Научный редактор Е.Р. Урмакшинова. – Улан-Удэ: Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, 2019. – С. 65-69. [Сайт]. – URL: 10.18101/978-5-9793-1397-9-65-69 (дата обращения 28.05.2021).
32. Малыш В. Н. Анализ угроз информационной безопасности системы "Умный дом" / В. Н. Малыш, Д. С. Букреев // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". – 2012. – Т. 1. – С. 149.
33. Марк Э.С. Практические советы и решения по созданию "Умного дома": самоучитель по электронике / Э.С. Марк. – Москва: НТ Пресс, 2007. – 421 с. – ISBN 978-5-477-00341-9.
34. Нигл К. Как подготовиться к киберугрозам Интернета вещей / К. Нигл // Директор информационной службы. – 2015. – № 9. – С. 46.
35. Новости интернета вещей: [сайт] – URL: <https://iot.ru/wiki/> (дата обращения 04.05.2021). – Текст: электронный.
36. Олейник, А. И. ИТ-инфраструктура: практическое пособие / А. И. Олейник. – Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 2012. – 136 с. – ISBN 978-5-7598-0958-6.
37. Осетрова И.С. Управление проектами в Microsoft Project 2010: Учебное пособие. - СПб.: НИУ ИТМО, 2013. - 69 с.
38. [34]. Официальный сайт журнала Fast Company – Текст: электронный // Fast Company & Inc © 2018 Mansueto Ventures, LLC: [сайт] – URL: <https://www.fastcompany.com/> (дата обращения 01.05.2021).
39. Официальный сайт платформы InfluxData. – Текст: электронный // InfluxDB: База данных временных рядов с открытым исходным кодом [сайт]

- URL:<https://www.influxdata.com/products/influxdb-overview/> (дата обращения 03.05.2021).
40. Панченко А. О. Анализ и исследование существующих протоколов Интернета вещей / А. О. Панченко // Тенденции развития науки и образования. – 2018. – № 36-1. – С. 55-57. – DOI 10.18411/lj-31-03-2018-16.
41. Росляков, А.В. Интернет вещей: учеб. пособие по направлению подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»/ С.В. Ваняшин, А.Ю. Гребешков; А.В. Росляков. — Самара: Изд-во ПГУТИ, 2015. — С. 136. — URL: <https://rucont.ru/efd/565059> (дата обращения: 01.06.2021).
42. Система «умный дом» – концепция умного дома: [сайт]. – URL: <http://energorus.com/sistema-umnyj-dom-konceptsiya-umnogo-doma/> (дата обращения: 04.06.2021).
43. Скрипкин К.Г. Экономическая эффективность информационных систем. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 256 с.
44. Станкевич Л. А. Интеллектуальные системы и технологии: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры/ Л. А. Станкевич. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 397 с. — ISBN 978-5-9916-7575-8.
45. «Умный дом»: идеология или технология»: [сайт]. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/umnyy-dom-ideologiya-ili-tehnologiya> (дата обращения 06.05.2021). – Текст: электронный.
46. Умный офис Microsoft: [сайт]. – URL: <https://news.microsoft.com/ru-ru/features/smart-office-microsoft-russia/> (дата обращения 27.05.2021). – Текст: электронный.
47. Управление жизненным циклом информационных систем: монография / Е.П. Зараменских. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2014. – 270 с. – ISBN 978-5-00068-118-3.
48. Управление рисками проектов: [учеб. пособие] / В. Е. Шкурко; [науч. ред. А. В. Гребенкин]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 184 с. – ISBN 978-5-7996-1266-5.

49. Услуга «Умный дом» от «Ростелеком» [Сайт]. – URL: <https://rostelekom1.ru/rostelekom/services/4590-usluga-umnyy-dom-ot-rostelekom.html> (дата обращения 28.05.2021). – Текст: электронный.
50. Хасенов, А. Ш. Применение стандартных протоколов связи для взаимодействия Интернета вещей в “smart home” / А. Ш. Хасенов, Ж. Ж. Ахметова // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. – 2019. – № 3(110). – С. 138-144.
51. Цифровые технологии: [сайт] / Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. – М., 2020. – URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/878/> (дата обращения: 28.04.2021). – Текст: электронный.
52. Черняк Л. Интернет вещей: новые вызовы и новые технологии / Л. Черняк // Открытые системы. СУБД. – 2013. – № 4. – С. 14–18.
53. Ядгарова, Ю. В. Модель и алгоритм выбора программной архитектуры для систем Интернета вещей / Ю. В. Ядгарова // Программные продукты и системы. – 2019. – № 4. – С. 682-689.
54. Ядгарова, Ю. В. Модель выбора шаблона программной архитектуры и тактик проектирования для систем Интернета вещей / Ю. В. Ядгарова, В. В. Таратухин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2019. – № 3. – С. 112-122.
55. Яшков, М. В. Система "умный дом" в офисах / М. В. Яшков, Е. Б. Рябкова // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. – 2014. – Т. 2. – С. 287-290.
56. Asghar M., Mohammadzadeh N., «Design and simulation of energy efficiency in node based on MQTT protocol in Internet of Things» // International Conference on Green Computing and Internet of Things. – 2015. – С. 1413-1417.
57. AWS IoT Core: Обзор облачной платформы. Официальный сайт сервисов Amazon Web Services [сайт]. – URL: <https://aws.amazon.com/ru/iot-core/> (дата обращения 30.05.2021).

58. Azure IoT Suite. Статья Tadviser [сайт]. – URL: http://www.tadviser.ru/index.php?title=Продукт:Azure_IoT_Suite (дата обращения 30.05.2021).
59. Bass A., Bauer M., Fiedler M., Kramp T., van Kranenburg R., Lange S., Meissner S. Enabling Things to Talk. Springer-Verlag GmbH, 2013. – P. 325.
60. Gubbi J., Marusicet S., Buyya R., Palaniswami M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems. – 2013. – №. 7. – С. 1645–1660. [сайт]. - URL: 10.1016/j.future.2013.01.010.
61. Heather Flanagan, “Digital Preservation Considerations for the RFC Series,” January 2015, Internet Draft, work in progress, draft-flanagan-rfc-preservation-03.
62. Internet of Things Global Standards Initiative: [сайт]. – URL: <http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx> (дата обращения 17.05.2021). – Текст: электронный.
63. Internet of Things Global Standards Initiative: [сайт]. – URL: <http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx> (дата обращения 24.04.2021).
64. Kang D., Park M., «Room Temperature Control and Fire Alarm/Suppression IoT Service Using MQTT on AWS» // International Conference on Platform Technology and Service. – 2017. – С. 1-5.
65. Lin S.W., Martin R.A., Miller B.W., Durand J. et al. Industrial internet reference architecture technical report. ИС, 2015.
66. Lobaccaro G, Carlucci S, Lofstrom E. A review of systems and technologies for smart homes and smart grids. Energies, 2016. – 348 с.
67. Shih C., Chou J., Designing CPS/IoT applications for smart buildings and cities / C. Shih, J. Chou // IET Cyber-Physical Systems: Theory & Applications. – 2016. – № 1. – С. 3-12.
68. Wortmann F., Flüchter K. Internet of things. Business & Inform. Syst. Eng, 2015. – № 3. – С. 221–224 .

69. Xia F., Yang L.T., Wang L., Vinel A. Internet of things. Int. J. of Commun. Syst. – 2012. – Vol. 25. – № 9. – С. 1101–1109 [Сайт]. – URL: <https://doi.org/10.1002/dac.2417> (дата обращения 13.05.2021).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Разработка информационной системы «Умный офис» на основе
применения технологии Интернета вещей

Техническое задание

Екатеринбург 2021

1. Введение

1.1. Наименование программы

Наименование программы – «Умный офис».

1.2. Краткая характеристика области применения программы

Программа предназначена к использованию в комплексе с другим инженерным оборудованием на основе технологии Интернета вещей в офисных помещениях

2. Основание для разработки

2.1. Основание для проведения разработки

Основанием для проведения разработки является бизнес-план.

2.2. Наименование и условное обозначение темы разработки

Наименование темы разработки - «Разработка информационной системы Умный офис на основе применения технологии Интернета вещей».

3. Назначение разработки

3.1. Функциональное назначение программы

Данная информационная система будет позволять выполнять автоматизированный сбор состояний устройств, а также значений параметров окружающей среды, данных с датчиков и передавать всю информацию в базу данных.

3.2. Эксплуатационное назначение программы

Информационная система «Умный офис» предназначена для управления интеллектуальным помещением. Управление подразумевает под собой сбор и анализ показателей датчиков, дальнейшее управление и корректировка устройств для эффективного и экономически выгодного содержания здания.

Система умного офиса — это прежде всего комфорт, безопасность и экономия ресурсов. Экономия ресурсов играет, наиболее важную роль в решениях для такой системы, так как, например, энергоэффективность умного офиса в значительной степени влияет на эффективность бизнеса в целом.

4. Требования к программе

4.1. Требования к составу выполняемых функций

Программа должна обеспечивать возможность выполнения нижеперечисленных функций:

1. Мониторинг и анализ показателей условий помещения.
2. Обеспечение удаленного управления устройствами в помещении.
3. Реализация функции управление климатом.
4. Реализация функции управление освещением и электроприборами.
5. Обеспечение офиса безопасностью и контролем доступа.

4.2. Требования к надежности

4.2.1. Требования к обеспечению надежного (устойчивого) функционирования программы

Надежное (устойчивое) функционирование программы должно быть обеспечено выполнением совокупности организационно-технических мероприятий, перечень которых приведен ниже:

- организация бесперебойного питания технических средств;
- выполнением требований ГОСТ 51188-98. Защита информации. Испытания программных средств на наличие компьютерных вирусов.

4.2.2. Время восстановления после отказа

Время восстановления после отказа, вызванного сбоем электропитания технических средств (иными внешними факторами), не фатальным сбоем (не крахом) операционной системы, не должно превышать времени, необходимого на перезагрузку операционной системы и запуск программы, при условии соблюдения условий эксплуатации технических и программных средств.

Время восстановления после отказа, вызванного неисправностью технических средств, фатальным сбоем (крахом) операционной системы, не должно превышать времени, требуемого на устранение неисправностей технических средств и переустановки программных средств.

4.3. Условия эксплуатации

4.3.1. Климатические условия эксплуатации

Климатические условия эксплуатации, при которых должны обеспечиваться заданные характеристики, должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к техническим средствам в части условий их эксплуатации.

4.4. Требования к организации входных данных

1. Ввод входных данных организован с помощью датчиков.
2. Параметры с датчиков должны храниться в InfluxDB.

4.5. Требования к организации выходных данных

Вывод выходных данных организован на странице браузера с помощью Grafana.

4.6. Требования к исходным кодам и языкам программирования

Исходный код программы должен быть реализован на языке C#. В качестве интегрированной среды разработки может быть использована Visual Studio, а также база данных на SQL Server и технология .Net Entity Framework для построения концептуальных моделей.

4.7. Предварительный состав программной документации

Состав программной документации должен включать в себя:

1. Техническое задание.

5. Стадии и этапы разработки

5.1. Стадии разработки

Разработка должна быть проведена в три стадии:

1. Разработка технического задания.
2. Разработка архитектуры.
3. Рабочее проектирование.
4. Программная реализация модуля.

5.2. Этапы разработки

На стадии разработки технического задания должен быть выполнен этап разработки, согласования и утверждения настоящего технического задания.

На стадии рабочего проектирования должны быть выполнены перечисленные ниже этапы работ:

1. Техническое задание.
2. Проектирование программы.
3. Реализация программы.

5.3. Содержание работ по этапам

На этапе разработки технического задания должны быть выполнены перечисленные ниже работы:

1. Постановка задачи.
2. Определение и уточнение требований к техническим средствам.
3. Определение требований к программе.
4. Определение стадий, этапов и сроков разработки программы и документации на неё.
5. Согласование и утверждение технического задания.

На этапе проектирования приложения должны быть выполнены следующие задачи:

1. Разработка модели поведения системы;
2. Уточнение бизнес-процессов задачи;
3. Разработка структуры программы;
4. Разработка общего описания алгоритма решения задачи.

На этапе разработки программы должна быть выполнена работа по программированию и отладке программы.

На этапе разработки программной документации должна быть выполнена разработка программных документов в соответствии с требованиями ГОСТ 19.101-77 и требованием п. «Предварительный состав программной документации» настоящего технического задания.

6. Порядок контроля и приемки

6.1. Виды испытаний

Приемосдаточные испытания программы должны проводиться согласно разработанной исполнителем и согласованной заказчиком «Программы и методики испытаний».

Ход проведения приемо-сдаточных испытаний документируется в Протоколе проведения испытаний.

6.2. Общие требования к приемке работы

После проведения испытаний в полном объеме, на основании «Протокола испытаний» утверждают «Свидетельство о приемке».