МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ ИМЕНИ ГУМАРБЕКА ДАУКЕЕВА»

Кафедра Телекоммуникационных сетей и систем

«Допущен к защите»

Зав.кафедрой Темырканова Э.К., доктор PhD, доц.
(Ф.И.О., ученая степень, звание)

_____«____» _____2020 г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Организация интеллектуальной гостиницы DoubleTree by Hilton в городе Алматы

Специальность 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Выполнила Жанпеисова Д.А. **Группа** РЭТ-16-3

Научный руководитель Жунусов К.Х. к.ф.м.н., доцент
(Ф.И.О., ученая степень, звание)

Консультанты по технической части:

Сафин Р.Т, ст. преп.
(Ф.И.О., ученая степень, звание)

_____«____» _____2020 г.
(подпись)

по экономической части:
Ибришев Н.Н., д.э.н., профессор
(Ф.И.О., ученая степень, звание)

_____«____» _____2020 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
Бекбасаров Ш.Ш., д.т.н
(Ф.И.О., ученая степень, звание)

_____«____» _____2020 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:
Гармашова Ю.М, доц.
(Ф.И.О., ученая степень, звание)

_____«____» _____2020 г.
(подпись)

Нормоконтролер: Гармашова Ю.М., доц.
(Ф.И.О., ученая степень, звание)

_____«____» _____2020 г.
(подпись)

Рецензент: _____
(Ф.И.О., ученая степень, звание)

_____«____» _____2020 г.
(подпись)

Алматы 2020 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ ИМЕНИ ГУМАРБЕКА ДАУКЕЕВА»
Институт Космической инженерии и телекоммуникаций (ИКИТК)
Кафедра Телекоммуникационных сетей и систем
Специальность 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникаций

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Студенту Жанпеисовой Даяны Армановны
Тема проекта Организация интеллектуальной гостиницы DoubleTree by Hilton в городе Алматы

Утверждена приказом ректора № 147 от «___» _____ 2019 г.

Срок сдачи законченного проекта «25» _____мая____ 2020 г.

Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта: дальность работы беспроводного канала связи: 2,4 ГГц и 5 ГГц; каналы беспроводной сети 20, 40 МГц; характеристики Ruckus Wireless ZoneFlex 7372E 901-7372-WW50 ; частотный диапазон 2.4.5 ГГц; направденность антенны всенаправленная; количество антенн 2шт; мощность предачи 28 дБ; усиленние антенны 3 дБи; режим беспроводной сети Access Point; стандарты PoE 802.3af; потребляемая мощность 3,5 Вт.

Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломном проекте, или краткое содержание дипломного проекта: 1. Анализ понятия; 2. Высокие технологии и междисплинарная концепция интеллектуального проектирования зданий и системы зданий; 3. Энергоэффективность; 4. Телекоммуникационные системы; 5. Системы безопасности жизни; 6.Предложения по организации здания; 7. Охранные датчики. 8. Расчет необходимой пропускной способности сети; 9. Анализ зоны действия сигнала; 10. Расчет зоны Френеля; 11. Анализ потерь сигнала в свободном пространстве;12. Бизнес план;13. Безопасность жизнедеятельности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): Цели и задачи дипломного проекта. Анализ понятия. Системы

интеллектуального управления. Датчики безопасности. «Расчетная часть». Расчет необходимой пропускной способности сети. Расчет зоны Френеля. Выводы. Экономическая эффективность проекта. Безопасность проекта для жизнедеятельности.

Основная рекомендуемая литература:

1 Кавалеров М.В., Кон Е.Л., Южаков А.А. Принципы постороения аппаратурно- программного обеспечения рабочего места оператора интеллектуального здания. Учебное пособие. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 126 с.

2 Гололобов В.Н. Умный дом своими руками. - М.: НТ Пресс, 2007. - 416 с.

3 Green Peak. Building the Smart Home. - 2015. – 205 с.

4 Мурашова Ольга Владимировна. Оценка экономической эффективности строительства "интеллектуальных зданий" – Москва.: 2010.- 168 с.

5 Н.Г. Приходько, Ф.Р. Жандаулетова. Основы пожарной безопасности. Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 5В073100 – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды. - Алматы: АУЭС, 2013 - 31 с.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Техническая часть	Гармашова Ю.М.	25.05.2020 г.	
Экономическая часть	Ибришев Н.Н	25.05.2020 г.	
Безопасность жизнедеятельности	Бекбасаров Ш. Ш	25.05.2020 г.	
Применение вычислительной техники	Гармашова Ю.М.	25.05.2020 г.	
Нормоконтроль	Гармашова Ю.М.	28-30.05.2020 г.	

График
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
1	Основные понятия Интеллектуального здания	13.01.-01.02. 2020 г.	
2	Концепции интеллектуального проектирования зданий и системы зданий	03-30.02. 2020 г.	
3	Телекоммуникационные системы	01-12.03. 2020 г.	
4	Принцип работы систем Интеллектуального здания	14-20.03. 2020 г.	
5	Расчет необходимой пропускной способности сети	22.03.-12.04. 2020 г.	
6	Анализ потерь сигнала в свободном пространстве	12-25.04. 2020 г.	
7	Расчет зоны Френеля	25-30.04. 2020 г.	
8	Безопасность жизнедеятельности	17-24.05. 2020 г.	
9	Расчет необходимой пропускной способности сети	16-18.05. 2020 г.	
10	Анализ зоны действия сигнала	19-22.05. 2020 г.	
11	Бизнес план	16-22.05. 2020 г.	

Дата выдачи задания «____»_____2020 г.

Заведующий кафедрой _____ (Темырканова Э.К.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Научный руководитель проекта _____ (Сафин Р.Т.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению студент _____ (Жанпеисова Д.А.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Аңдатпа

Дипломдық жоба Интеллектуалды ғимаратты жобалау мақсатымен жасалған.

Тақырыпқа байланысты негізгі терминдермен танысудан кейін автоматтандырылған басқару жүйелері бар ғимараттың тұжырымдама жобасы өткізілген.

Дипломдық жұмыс зерттеу барысында каналдың өткізу қабілеті есептелген, сымсыз желілер құрастырылған.

Тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде эвакуация уақытын есептелінді.

Сонымен қатар сымсыз желісін енгізу бойынша бизнес-жоспар және инвестициялардың өтелі мерзімі саналған.

Аннотация

Данный дипломный проект посвящен организации Интеллектуальной гостиницы.

После знакомства с термином «Интеллектуальное здание» проведена разработка концепции здания с автоматизированными системами.

При создании дипломного проекта были произведены следующие расчеты: пропускная способность сети, построение беспроводной сети в здании.

В разделе безопасности жизнедеятельности был проведен расчет времени эвакуации.

Разработан бизнес-план по внедрению интеллектуальной беспроводной сети и рассчитан срок окупаемости проекта.

Annotation

This thesis is dedicated to the Intelligent Hotel design and construction.

After becoming familiar with the term “Intelligent Building”, the concept of a building with automated systems was developed.

In developing the graduation project, some calculations were made, for example, network bandwidth, and a wireless network in the building.

In the section of life safety, the calculation of evacuation time.

There are developed business plan for the implementation of intelligent wireless network and calculation the payback period of the project.

Содержание

Введение 7
1 Понятие «Интеллектуальное здание»……. 9
1.1 Анализ понятия ……..…… 9
1.2 Высокие технологии и междисциплинарная концепция интеллектуального проектирования зданий и системы зданий……..... 10
1.3 Энергоэффективность.....……..……. 12
1.4 Телекоммуникационные системы……..……..... 12
1.5 Система безопасности жизни……... 13
1.6 Предложения по организации Интеллектуального здания..…….. 14
1.7 Описание гостиницы DoubleTree by Hilton г. Алматы……..… 16
1.8 Предложения по организации гостиницы…….…… 16
1.9 Системы вентиляции и кондиционирования…….…… 18
1.10 Система противопожарной защиты…….… 19
1.11 Система управления освещением…….....…… 19
1.12 Система управления лифтами……..…… 20
1.13 Система управления безопасности……..…… 21
1.14 Охранные датчики…….…… 22
1.15 Техническое задание на разработку интеллектуальной гостиницы…. 26
2 Системы Интеллектуального здания……..……... 27
2.1 Принцип работы систем Интеллектуального здания……... 27
2.2 Интегрированная кабельная инфраструктура Интеллектуального Здания……..……. 29
2.3 Беспроводная сеть в Интеллектуальном здании……..... 32
3 Расчет параметров телекоммуникационной сети в Интеллектуальном здании…… 33
3.1 Расчет необходимой пропускной способности сети…..…… 33
3.2 Анализ зоны действия сигнала…….…… 39
3.3 Расчет зоны Френеля……. 43
3.4 Анализ потерь сигнала в свободном пространстве…… 44
4 Безопасность жизнедеятельности..... 47
4.1 Общие сведения…….…… 47
4.2 Определение расчетного времени эвакуации людей из здания…… 48
5 Экономическая эффективность беспроводной сети в Интеллектуальном здании ……... 56
5.1 Введение…….…… 56
5.2 Резюме……. 57
5.3 Анализ идеи ……... 57
5.4 Характеристика отрасли…… 57
5.5 Продукт……... 58
5.6 Оценка рынка …… 58
5.7 Конкурентоспособность...……. 58
5.8 Стадии развития……..……..... 58

5.9 Организационный план……. 58
5.10 Производственный план…… 59
5.11 Финансовый план……..…… 59
5.12 Вывод по экономической части…….. 65
Заключение…….. 67
Список литературы…….. 69
Приложение А. Расчет скорости обслуживания в магистральном канале…. 72
Приложение Б. Расчет степени использования канала и вероятности отсутствия кадров …….…….. 73
Приложение В. Зависимость потерь в свободном пространстве от расстояния……..…….. 74
Приложение Г. Справка антиплагиата……... 75
Приложение Д. Электронная версия ДП и демонстрационные материалы... 76
Приложение Е. Раздаточные материалы (формат А4 – листов 12)……. 77

Введение

На разных этапах цивилизации технология рассматривается как ведущая к будущему прогрессу. Скорость изменения технологий сегодня выше, чем когда-либо в истории. Это не только входит в нашу трудовую жизнь, но и в нашу домашнюю жизнь, где передовые системы связи становятся обычным явлением. Мир сужается от постоянно ускоряющихся коммуникационных магистралей. Вербальные и числовые языки используются во множестве компьютерных языков, которые в настоящее время фигурируют в расписании в школах, а также в университетах и в промышленности. Зарождая сетевое общество. Внутренний и международный туризм имеет стабильный рост на протяжении нескольких лет. Доход, полученный от размещения туристов, ресторанного бизнеса, а также других услуг, предоставляемых большому потоку путешественников, позволил гостиничному бизнесу стать ключевым элементом мировой экономики. Для устойчивого роста отрасли, эксперты в этой области привносят изменения для существенного улучшения качества услуг гостеприимства, в виде модернизированной клиентской базы, которая позволит учесть и легко адаптироваться в предпочтениях гостей. В частности, эти улучшения направлены на привлечение нового поколения «технофилов» путешествующих с ограниченным бюджетом. Внедрение этих улучшений обеспечивает полную модернизацию пакетов услуг и базовую технологическую среду, которая в настоящее время используется поставщиками гостиничных услуг. Целью этих улучшений являются персонализация опыта и оцифровка услуг.

Быстрый прогресс в области инфокоммуникационных технологий и появление мобильной связи предоставили технологиям возможность расширить рамки рабочей среды. Концепция «невидимого компьютера» привлекает все больше и больше внимания, поскольку крупные производители постоянно внедряют инновационные бытовые приборы, которые стирают грань между фантазией и реальностью. Это те же самые устройства, которые люди использовали на протяжении десятилетий, однако сегодня они интегрируют интеллектуальные функции, которые призваны упростить и автоматизировать повседневную деятельность. Каждое устройство больше не является простым устройством, которое выполняет определенные задачи, а скорее является взаимосвязанным, технологически расширенным одноранговым узлом, которое может взаимодействовать, обмениваться информацией или управлять другими устройствами для удовлетворения потребностей пользователей.

Список доступных в настоящее время интеллектуальных функций ограничен, но вполне определен: интеллектуальные духовки и холодильники, сложные системы наблюдения и т.д. Очевидно, что эра технологической конвергенции приближается через множество коммерчески доступных интеллектуальных приборов и содержит в себе большие возможности, включая новые способы улучшения качества жизни различных групп

пользователей (например, пожилых людей, людей с ограниченными возможностями и т.д.). Автоматизация зданий - только верхушка айсберга; умные технологии могут улучшить практически все области человеческой деятельности. В этом проекте представлено инновационное применение технологий в сфере туризма и отдыха, которое направлено на повышение качества услуг, предлагаемых индустрией гостеприимства.

Во время путешествий люди должны справляться с незнакомой обстановкой, где они должны научиться передвигаться и делать простые вещи, которые дома воспринимаются как должное (например, купить билет на автобус). Предлагаемая система использует недостатки, связанные с отсутствием дома, и предоставляет уникальный пользовательский опыт, переопределяя то, как люди остаются и взаимодействуют с гостевой комнатой. Технологически расширенная гостевая комната наблюдает за окружающей обстановкой и адаптирует свое поведение в режиме реального времени для предоставления «интеллектуальных» и персонализированных услуг без ущерба для конфиденциальности своих гостей. Чтобы обеспечить конфиденциальность, применяются неинвазивные методы наблюдения для сбора контекстных данных, которые определяют процесс принятия решений.

Глобальная эволюция компьютерных технологий (например, микропроцессоров, мобильных сетей и устройств, социальных сетей и т. д.) неизбежно привлекла большое внимание исследовательского сообщества к области Ambient Intelligence (дословно «интеллектуальная среда»). Эти технологические достижения сделали доступными необходимые инструменты для материализации «невидимых компьютеров» и улучшения качества жизни людей за счет внедрения новых приложений - от «простых» технологически дополненных артефактов до повсеместных и распространенных вещей, в которых технология проникает в среду обитания и легко поддерживает повседневную деятельность. За последние несколько лет в многочисленных исследованиях были изложены возможности интеллектуальной среды в различных областях, включая образование и обучение с элементами развлечения, культурное наследие, продвижение продукции и маркетинг, а также домашнюю автоматизацию.

1 Понятие «Интеллектуальное здание»

1.1 Анализ понятия

Концепция интеллектуального здания родилась в Соединенных Штатах Америки в начале 1980-х годов. Первое интеллектуальное здание в мире, согласно Китайской информационной сети по технологиям интеллектуального строительства (C1BTIN), было построено в Хартфорде в Соединенных Штатах в 1984 году. Несмотря на это, не было четко определенной концепции того, что должно считается интеллектуальным зданием.

Инженер Дональд Когган ссылался на «Дайджест инженерных разработок» за ноябрь 1985 года, в котором была опубликована статья, показывающая, как стальные каркасы и ячеистые стальные полы способствовали повышению интеллекта зданий. К этому времени в нескольких других мимеографах, в том числе в журнале Business Week, было больше статей о бизнесе интеллектуального строительства. Следовательно, с середины 1980-ых интеллектуальное здание заняло сцену рекламы рынка недвижимости в Соединенных Штатах. Больше людей заставляли видеть (и сдавать в аренду) любое новое здание с новейшими технологиями как интеллектуальные.

Несмотря на то, что понятие интеллектуального здания используется уже несколько лет, на самом деле не существует универсально приемлемого определения термина «интеллектуальное строительство». Одно из определений, появившихся в результате Международного симпозиума «Интеллектуальное здание» 28-29 мая 1985 года в Торонто, гласит: «Интеллектуальное здание сочетает инновации, технологические или нет, с умелым управлением для максимизации возврата инвестиций».

Институт интеллектуального строительства в Соединенных Штатах сделал такое предложение; «Интеллектуальное здание - это такое, которое обеспечивает продуктивную и рентабельную среду за счет оптимизации его четырех основных элементов - структуры, систем, услуг и управления, а также взаимосвязей между ними. Интеллектуальные здания помогают владельцам бизнеса, управляющим недвижимостью и жильцам реализовать свои цели в области стоимости, комфорта, удобства, безопасности, долгосрочной гибкости и товарности. Такое определение, безусловно, приводит к более широкому значению - общей эффективности не только самого здания, но и всей конструкции [1].

Интеллектуальное здание максимизирует комфорт и производительность его обитателей и позволяет менеджерам зданий эффективно управлять своими ресурсами с минимальными затратами на весь срок службы. Это достигается за счет интеграции автоматизации зданий и офисов, информационных технологий и современных телекоммуникационных систем. Новая тенденция в интеллектуальных зданиях сконцентрирована как на экономических, так и на экологических проблемах. Гибкость и низкое

энергопотребление стали вопросами, которые необходимо решить, чтобы справиться с быстрорастущими технологиями и постоянно меняющимся современным миром.

Основными функциями в интеллектуального здания являются:

- контроль безопасности и активация системы пожарной сигнализации. области с человеческими жизнями должны иметь приоритет в случае чрезвычайной ситуации;
- обнаружение присутствия человека и / или особенностей занятости в любых помещениях здания, эта информация используется для управления освещением, отоплением, вентиляцией и кондиционированием воздуха на основе предварительно запрограммированных процедур;
- автоматическая диагностика компонентов здания, таких как машины и датчики;
- оптимизировать активацию лифтов, эскалаторов и других систем поддержки, которые используются для перемещения людей и других материалов;
- восприятие интенсивности света, угла и солнечного излучения, температуры и влажности, чтобы отрегулировать окружающую среду здания и достичь желаемого уровня производительности;
- подтверждение цифровых треков или другой способ биометрической идентификации для контроля доступа в здание;
- обнаружение запахов и загрязняющих веществ для контроля вентиляции;
- распределение электрической энергии между оборудованием в соответствии с требованием или указанным приоритетом, а также автоматическая активация батарей и вспомогательных генераторов.
- активация ледяных и тепловых банков запланирована, когда уровень потребления энергии ниже [3].

1.2 Высокие технологии и междисциплинарная концепции интеллектуального проектирования зданий и системы зданий

Идея, которая привела к концепции интеллектуального здания, начинается 1970-ых годах, когда в промышленном секторе были внедрены автоматизированные производственные процессы для оптимизации производительности завода. Эта система и концепция управления и приложения были затем адаптированы, и разработаны в 1980-х годах, для технологий и систем применяемых для жилых и коммерческих разработок. Эта система включает в себя огромное разнообразие технологий и она пронизывает многочисленные специальные технологии [5].

Аспект систем управления зданием является основным направлением концепции интеллектуальных зданий; его цель - контролировать и оптимизировать строительные услуги, как освещение, отопление, охрана, системы охранного телевидения и сигнализации, рисунок 1.1. Сюда также входят такие области, как контроль доступа, аудиовизуальные и

развлекательные системы, вентиляция, фильтрация и климат-контроль и т.д. Система управления зданием также может контролировать доступность и движение персонала (контроль посещаемости и отчетность).

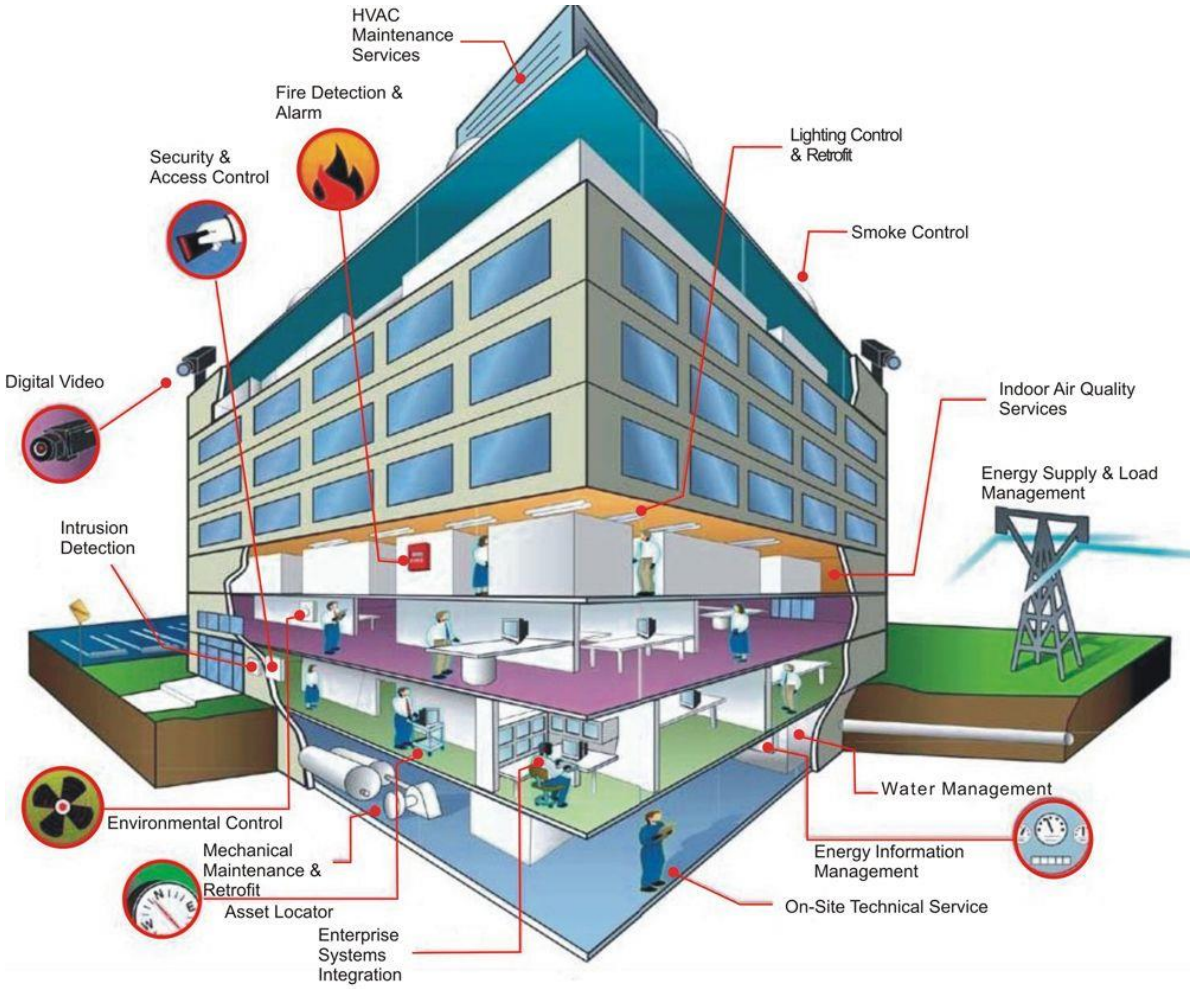


Рисунок 1.1 – Система управления интеллектуальным зданием

Согласно исследованиям инженера Дональда Коггана, интеллектуальные здания широко используют компьютеры и связаны с высокими технологиями. Фактически, в Национальной академии наук в Вашингтоне, округ Колумбия, был комитет, занимающийся «электронным усовершенствованием». Это электронное представление о разведке адресовано четырем группам:

– системы безопасности жизнедеятельности;
– энергоэффективность;
– телекоммуникационные системы;
– автоматизация рабочего места.

Конечной мечтой при проектировании интеллектуального здания всегда было объединение четырех рабочих зон в единую компьютеризированную систему. Следовательно, это подразумевает многопрофильное участие прямо на стадии планирования проекта [6].

Интеграция высоких технологий в здания выполняется для трех основных целей: - Эффективность, производительность сотрудников, удовлетворенность работой и экологические проблемы.

1.3 Энергоэффективность

Интеллект в отношении энергии в интеллектуальном здании состоит в снижении использования энергии до минимума. Компьютеризированные системы широко используются. Такие системы имеют много названий: Система автоматизации зданий (BAS – Building Automation System), Система управления энергопотреблением (EMS – Energy Management system), Система управления и контроля энергопотребления (EMCS), Центральная система контроля и мониторинга (CCMS – Central Control and Monitoring Systen) и Система управления объектами (FMS – Facility Management System).

Одна из форм системы энергоменеджмента - это система, которая немедленно инициирует реакцию на неисправности, регистрируя аварийные сигналы для ненормальных условий, обнаруженных в здании. Это приводит к более эффективному обслуживанию зданий, меньшему количеству поломок, комфорту и экономичности. В системе энергоэффективности освещение и энергопотребление здания координируются из центральной компьютерной системы, обычно через предварительно запрограммированные сенсорные устройства.

1.4 Телекоммуникационные системы

Интеллектуальность в отношении телекоммуникаций в интеллектуальном здании состоит в том, чтобы предложить арендаторам множество сложных телекоммуникационных функций со значительно сниженной стоимостью из-за того, что многие пользователи совместно используют телекоммуникационное оборудование. Некоторые из функций связи, используемых в интеллектуальных зданиях:

- Telephone АТС телефонная система;
- Cablevision;
- Videotext;
- электронная почта;
- автоматизация рабочего места.

Интеллектуальность в отношении автоматизации на рабочем месте в интеллектуальном здании состоит в использовании высокотехнологичной системы автоматизации делопроизводства, чтобы повысить эффективность работы компании. Это может быть сделано с меньшими затратами для арендаторов благодаря совместному использованию оборудования. Некоторые из факторов, вовлеченных в автоматизацию рабочего места в интеллектуальных зданиях:

- централизованная обработка данных;
- обработка текстов;
- компьютерное проектирование;

– информационные услуги.

Другим аспектом автоматизации рабочего места является решение проблемы использования компьютерных программ для обеспечения координации многих задействованных подсистем здания, в регулировании внутренней тепловой среды здания и обеспечении электроэнергией всех систем здания. Целью, как правило, является снижение эксплуатационных расходов здания при сохранении желаемой среды обитателей. Из-за того, что многие подсистемы влияют на затраты энергии на эксплуатацию здания, эти компьютерные программы могут быть чрезвычайно сложными. Они могут выходить далеко за рамки существующих систем автоматизации зданий (BAS), которые обычно решают проблемы энергосбережения, уменьшая контроль систем над незанятыми пространствами и снижая нагрузку для предотвращения расходов на электроэнергию [7].

Возможности интеграции других подсистем в общие механические и электрические системы интеллектуальных зданий, включают в себя:

а) активный контроль традиционно пассивных элементов, таких как остекление или теплопередача стен;

б) упреждающие стратегии, например включение прогнозов погоды в стратегии контроля или включение прогнозы стоимости или спроса на коммунальные услуги;

в) адаптивное обучение - непрерывное обучение у сотрудников здания и адаптация стратегий управления;

г) отслеживание жителей здания и адаптация систем здания;

д) обнаружение неисправностей, уведомление и адаптация для оборудования, особенно критически важного оборудования в механических и электрических системах;

е) помимо этих энергетически ориентированных приложений концепции интеллектуального здания, существует множество другие возможные варианты использования аналогичных стратегий. Некоторые возможности включают в себя:

– безопасность здания;
– плата за пользование зданиями;
– поиск пути внутри здания;
– настройка освещения для обеспечения разных настроений;
– доставка строительных материалов[9].

1.5 Система безопасности жизни

Интеллектуальность в отношении безопасности жизнедеятельности в интеллектуальном здании заключается в использовании высоких технологий для максимизации производительности систем пожарной сигнализации и безопасности при одновременном минимизации затрат. Факторы безопасности жизнедеятельности, связанные с интеллектуальными зданиями:

– снижение зависимости от рабочей силы;
– индивидуальное телевидение;

– контроль доступа к карте (система смарт-карт);
– обнаружение дыма;
– сигналы вторжения;
– аварийный контроль лифтов, систем вентиляции и кондиционирования, дверей ИБП (Источник безперебойного питания).

1.6 Предложения по организации Интеллектуального здания

Главная задача проектировщиков, разрабатывающих автоматизированные решения для жилых объектов, - создание инженерных сетей и их контроль. Существует несколько этапов внедрения инженерных коммуникаций: сначала разрабатываются система отопления, система кондиционирования и вентиляции, затем - «умное» освещение и технологии мультимедиа. Данные сети считаются энергосберегающими, так как позволяют снизить использование электроэнергии от 10 до 40%. Управление инженерными коммуникациями происходит при помощи компьютера с использованием специальных программ - контроллеров. Синхронизация работы производится через сенсор, Интернет или сотовый телефон, а также с помощью одно-, двух- или многокнопочных выключателей. Последние способны обеспечивать контроль всей системы здания. Помимо централизованного управления всеми коммуникациями здания предлагается установить систему мониторинга, позволяющую контролировать инженерные сети благодаря специальным устройствам: датчикам освещения, движения, температуры. Информация о состоянии коммуникаций позволяет своевременно произвести профилактику и замену неисправных деталей.

Сосредоточив внимание на техническом аспекте систем автоматизации гостиницы, можно выделить пять различных элементов:
– система управления;
– сеть управления;
– датчики и исполнительные механизмы;
– контрольные приборы;
– устройства, подлежащие контролю.

Система управления является мозгом всей системы автоматизации, и в основном это компьютер, который собирает всю информацию, предоставляемую датчиками, находящихся в здании, и получает команды от устройств управления. Такие команды могут быть набором определенных правил, которые просят компьютер действовать определенным образом, например, воспроизводить звук, выдавать сигнал тревоги или даже совершать телефонный звонок. В гостиничной автоматизации участвуют мощные интегрированные серверы, выступающие в качестве системы автоматизации контроллера.

Следует отметить возможность предоставления гостям информации, всякого рода развлечений и дополнительных услуг в номере отеля в режиме реального времени. Цифровые вывески, возможность проведения видеоконференций и электронные консьержи внушают доверие и очень

помогают, имеют большое значение в предоставлении услуг для гостей и также являются инновационными коммуникационными решениями, несущими не только информацию. Тексты, картинки, видео и анимация интегрируются динамически и оказывают инновационное воздействие.

Высококлассным отелям необходима большая пропускная способность не только для удовлетворения потребностей гостей, но и для рабочих процессов, требующих большей мощности. Например, для облачных систем, позволяющих онлайн бронирование и платежи, или гостевой сервис, который, оснащенный iPad, обменивается информацией о наличии номеров со стойкой регистрации в режиме «реального времени».

Предоставляемая гостям привилегия на местные и междугородние звонки подразумевает дополнительные расходы на отель, если звонки не маршрутизируются через наиболее подходящие сети. Кроме того, если владельцы гостиниц используют устаревшую систему телефонии, то привилегия на междугородние звонки повышается в качестве фактора денежной блокировки для отеля и ограничивает финансовые ресурсы, выделяемые для других улучшенных услуг. Несмотря на то, что стоимость телефонных разговоров будет взиматься с гостей, более низкие тарифы на звонки станут приятным фактором для клиентов. Отели, использующие Интернет для звонков на дальние расстояния, могут предлагать такие расширенные услуги своим гостям, не беспокоясь о своих телефонных счетах. Таким образом, с использованием новейших технологий возможна двусторонняя экономия средств - как для отелей, так и для их гостей.

Кроме того, основанная на новейших технологиях телефонная система обеспечивает гибкость подключения нескольких отелей в отелях по IP или ISDN, предлагая бесплатные звонки внутри помещений - огромная экономия по сравнению с эксплуатационными и накладными расходами. Телефонные системы со встроенными функциями для критически важных приложений, таких как гостиничные приложения, могут устранить необходимость использования нескольких систем для управления ресурсами и их эффективного использования. Телефонные системы со встроенными функциями, специфичными для отелей, и системой PMS – Property Management System (система управления собственностью) могут предложить единую систему и избавить от необходимости управлять несколькими устройствами - значительная экономия по сравнению с расходами на обслуживание и мудрый выбор для инвестиций.

Телефонная система со встроенными функциями предлагает широкие возможности подключения беспроводные устройства, такие как мобильные телефоны и DECT. Этими устройствами можно управлять с помощью централизованной телефонной системы, что обеспечивает широкую мобильность объекта для удовлетворения потребностей гостей в углах обслуживания. Кроме того, владелец отеля может дать указание удаленному специалисту по обслуживанию быстро решить проблему и обеспечить минимальное время простоя, дальнейшая экономия затрат на обслуживание.

Кроме того, автоматизированное управление гостиницей, управляемое централизованной телефонной системой, устраняет необходимость в высокой оплате [10].

1.7 Описание гостиницы DoubleTree by Hilton г. Алматы

Отель DoubleTree by Hilton построен в городе Алматы, на пересеченях улиц Досмухамедова и Курмангазы, рисунок 1.2. Интеллектуальный отель предлагает разместится в стильном и уютном номере с бесплатным Wi-Fi, 42-дюймовым HDTV, регулируемым кондиционером, эргономичным рабочим пространством и прекрасным видом на город или горы. Люксы предлагают максимальное пространство, включая гостиную и отдельную спальню.

Так же в здании имеется SPA-салон с отдельным процедурными кабинетами и турецкая баня, крытый бассейн, круглосуточный фитнес-центр, 4 ресторана, лобби-бар, лаундж на крыше с панорамным видом. Питание в номере доступно 24 часа.

Имеется возможность проводить корпоративные конференции и свадебные торжества до 500 гостей. Отель предлагает 1165 кв. изощренного, современного пространства для проведения мероприятий, включая бальный зал без колонн. Все в естественном освещении.

Одиннадцати этажная гостиница вмещает в себя 177 номеров, общая площадь которой составляет 1600 м^2.

Местоположение интеллектуальной гостиницы DoubleTree by Hilton приведено на рисунке 1.2.

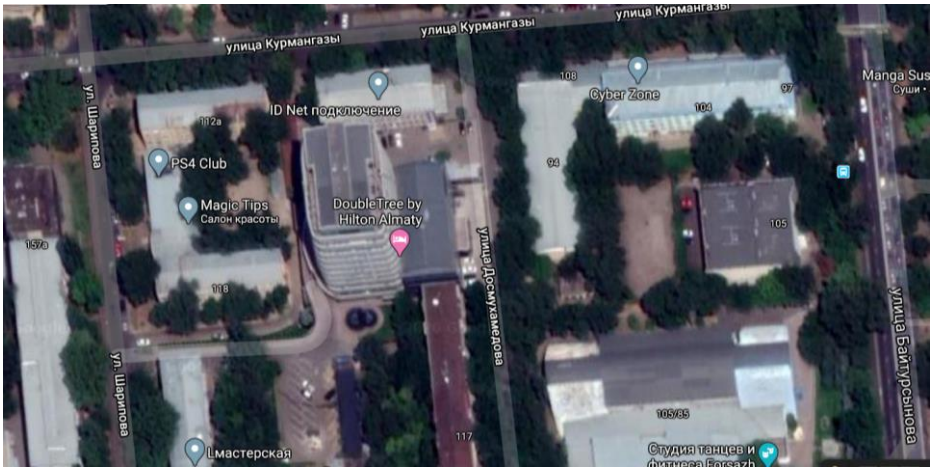


Рисунок 1.2 – Местоположения интеллектуальной гостиницы DoubleTree by Hilton

1.8 Предложения организации гостиницы

Гостинице требуется центральная система управления для широкой работы технических подсистем, охватывающая систему охлаждения, управления теплообменниками, еще системы прогноза кондиционирования воздуха и воздуха в помещениях, системы подачи и выпуска воздуха, системы

водоснабжения и водоотведения, трансформаторные и распределительные электроустановки и лифты. Устройства всех технических подсистем распределены по всей гостинице, охватывая дальние помещения. Интеллектуальная система управления должна работать с помощью сетей связи, владеть возможностью подключаться ко всем важным узлам, а еще поддерживать функции распределенного контроля и удаленного прогноза состояния систем. Необходимо, чтобы гостиница имела прибыльное сочетания интеллектуальной системы управления для организации комфортабельной и теплой атмосферы в жилых помещениях и понижения цены вещественных и энергетических ресурсов.

Системы мониторинга отеля включают в себя, рисунок 1.3:

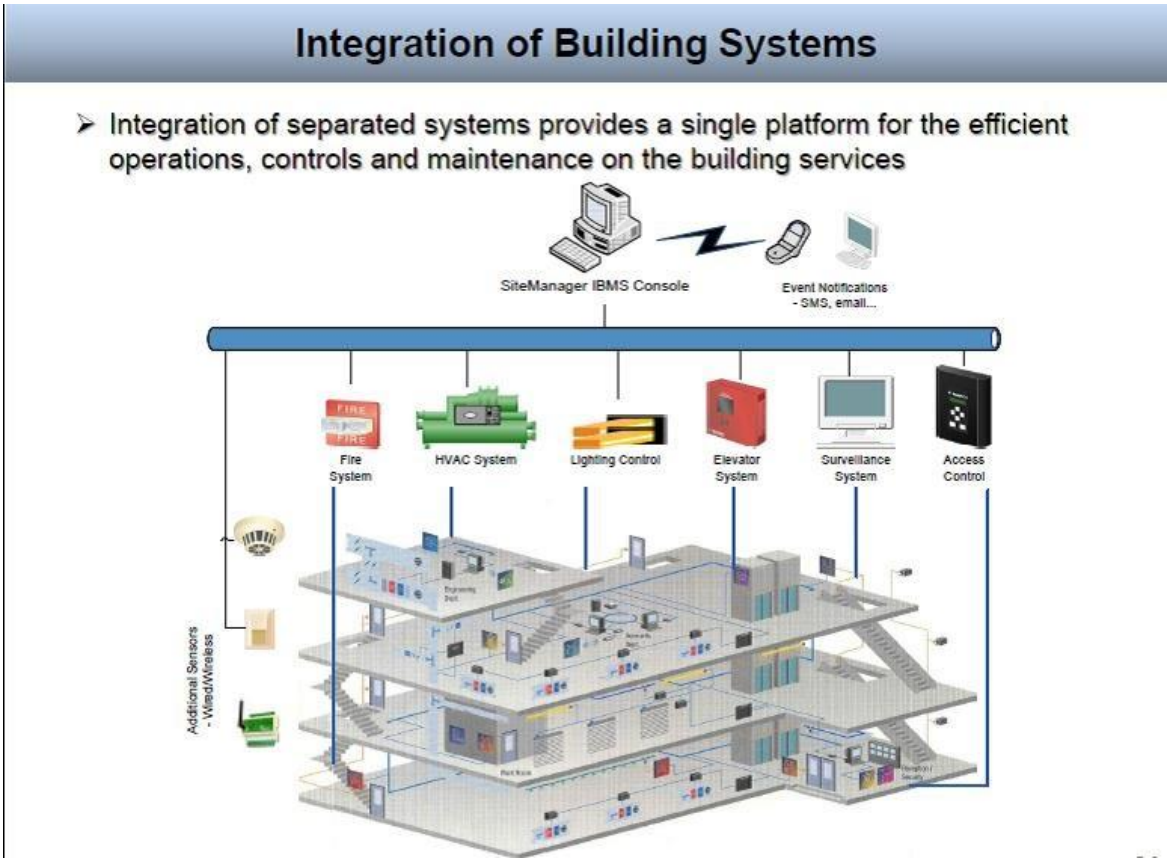


Рисунок 1.3 – Пример интеллектуальной системы управления

- мониторинг системы охлаждения;
- мониторинг системы кондиционирования и подачи свежего воздуха;
- мониторинг системы подачи и отвода воздуха;
- мониторинг системы подачи и отвода воды.

Система автоматизации в целом состоит из следующих подсистем:

- система контроля температуры с отображением данных в виде графиков и их регистрацией;
- система защиты с контролем доступа, генерирующая сигналы аварий в случае возникновения нарушений;

– цифровая система видеонаблюдения, работающая 24 часа в сутки;
– энергосистема, выполняющая функции энергосбережения;
– парковочная система, обеспечивающая авторизованный доступ посредством считывания карт [12].

Пример интеллектуальной системы управления приведен на рисунке 1.3.

1.9 Системы вентиляции и кондиционирования

Термин «система управления HVAC - Heating, Ventilation, and Air Conditioning» является системой климат-контроля, используемая для регулирования отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в зданиях, рисунок 1.4. Эти сложные системы обычно состоят из программно-управляемых контроллеров и датчиков, которые непрерывно контролируют внутреннее состояние и запускают отдельные компоненты HVAC, что обеспечивает энергоэффективный комфорт для посетителей здания.

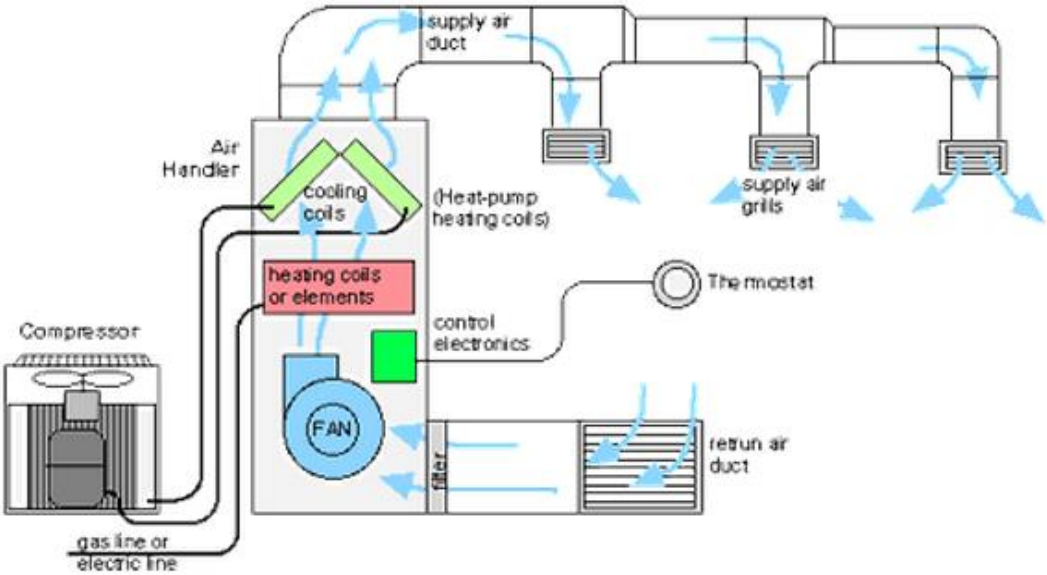


Рисунок 1.4 - Пример системы кондиционирования в здании.

Компрессор, который является электронасосом, сжимающим хладагент, и воздушный манипулятор, который обдувает воздух через нагревательные или охлаждающие змеевики, оба несут большую энергетическую нагрузку на систему. Важно, чтобы эти компоненты были оптимизированы, чтобы они не стали основным расходом энергии (и денежных средств). Эффективность может быть достигнута как в самом оборудовании, так и в том случае, когда эти два компонента работают только тогда, когда они необходимы.

Система вентиляции направляет воздух, где и когда это необходимо в здании. В здании сложные системы вентиляции обычно моделируются заранее. Спроектированная система HVAC, включает в себя проектирование

вентиляции. Общая цель состоит в том, чтобы обеспечить воздухом помещения, которые заняты, и поддерживать температуру в этих помещениях на комфортном уровне.

Наилучший способ контроля за использованием - это сенсорная технология. Это позволяет менеджеру здания отслеживать, когда что-то заблокировано или подделано, так что проблема может быть решена немедленно [34].

1.10 Система противопожарной защиты

СПЗ состоит из набора устройств, предназначенных для как можно более раннего оповещения о существовании первоначального пожара и борьбы с ним. Эта система имеет следующие компоненты:

– устройства ввода: разделены на (а) прямые датчики, (б) косвенные датчики и (в) ручные команды. Прямые датчики - это устройства, используемые для обнаружения изменений параметров здания, на которые влияет физическое и химическое явление, связанное с первоначальным пожаром. Цель состоит в том, чтобы сэкономить время, предупреждая распространение огня. Косвенные датчики - это устройства, используемые для передачи информации, косвенно связанной с возникновением начального пожара, такие как термостаты в машинах и оборудовании, датчики давления и т.д. Ручные команды - это устройства, используемые для передачи информации о начальном пожаре или аварийной ситуации, которые активируются люди, такие как ручные процедуры разбивания стекла и нажатия кнопки;

– панель управления тревогой: она обрабатывает сигналы, поступающие от прямых датчиков, косвенных датчиков и ручных команд. Он преобразует эти сигналы в соответствующие индикации (сигналы мониторинга) и активирует компоненты системы боя, то есть устройства вывода;

– устройства вывода: состоят из (а) контрольных устройств, таких как предупреждающие световые индикаторы, адресуемые аудиовизуальные сигналы тревоги и (б) исполнительных устройств, таких как контакторы включения/выключения противопожарных дверей, заслонки ОВК – отопление, вентиляция, кондиционирования, электромагнитные клапаны и дождеватели [35].

Пример общей противопожарной системы приведен на рисунке 1.5.

1.11 Система управления освещением

Интеллектуальная система освещения является одной из самых современных систем освещения и управления энергопотреблением, доступных сегодня. Системный интеллект встроен в каждый светильник, отслеживая и реагируя на занятость, предварительно выбранные уровни освещенности и изменения уровня дневного света.

Функциональность отсутствия включена для максимального

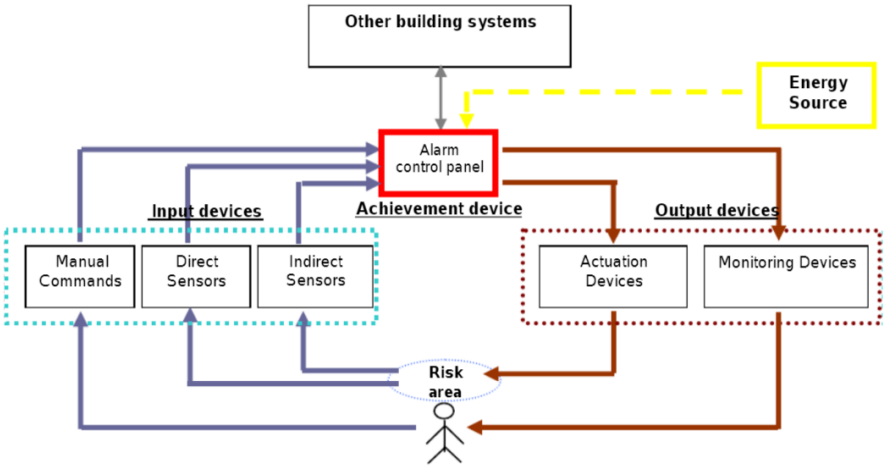


Рисунок 1.5 - Общая противопожарная система

энергосбережения и контролирует соответствие фактора строительным нормам и правилам. Результатом является высокоэффективная и интеллектуальная система управления освещением, которая легко перестраивается в зависимости от планировки помещения или использования с помощью простого ручного инфракрасного программатора. ILS – Intellectual Light System особенно подходит для коммерческих зданий, но независимо от области применения система обеспечивает автоматическую экономию энергии в сочетании с исключительной гибкостью [36].

1.12 Система управления лифтами

Система управления лифтом достигает следующих нескольких целей:

– инфракрасный датчик дверей лифта. Используя технологию инфракрасной датчик, пользователи могут останавливаться только в зоне автоматического сканирования перед лифтом, и двери лифта могут открываться автоматически без ручного манипулирования;

– речевой контроль. После того, как пользователь входит в лифт, дверь лифта закрывается автоматически, запускает систему речевого управления лифтом, голосовые подсказки пользователям помогает выбирать этаж, в соответствии с решениями голосового ответа пользователя и выполнять соответствующую инструкцию;

– технология дистанционного управления. На базе обычного лифта добавлены функция вызова лифта и функция обратной связи прибытия лифта. Перед тем, как пользователь выходит на лифт, через общий мобильный терминал (например, приложение). Устройство может вызывать лифт удаленно, а при включении лифта дойдя до назначенного этажа, терминал будет получать обратную связь (например, вибрации или мелодии звонка), оповещать пользователя в режиме реального времени и избегать длительного ожидания;

– система контроля за безопасностью эксплуатации лифта. Внутри и снаружи системного программного обеспечения в электронном правительстве

создается многократная прикладная подсистема, сеть и Интернет для компетентного департамента промышленности, владельца лифта, трубного блока, производственного блока лифта, технического обслуживания лифта и социальной общественности для предоставления информации о лифте. эксплуатация и управление всеми видами услуг;

– схема проектирования. В систему управления лифтом на основе оригинала можно добавить набор инфракрасных сенсорных систем, систему голосового управления, систему дистанционного управления и набор систем дистанционного контроля для четырех вышеуказанных целей, как показано на рисунок 1.6 [37].

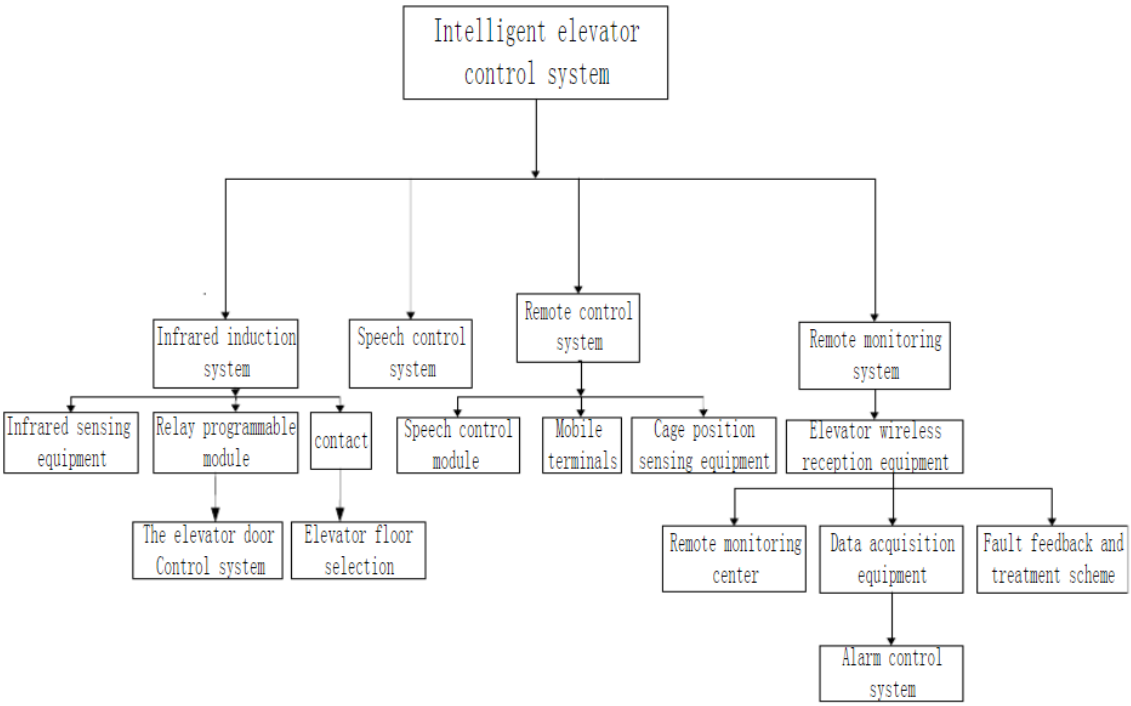


Рисунок 1.6 – Структурная схема интеллектуальной системы управления лифтом

1.13 Система управления безопасности

Интегрированные технологии и виртуальная среда постепенно меняют традиционную структуру систем безопасности здания и контроля доступа. Вместо физических средств контроля и управления безопасностью приходят виртуальные, децентрализованные и мобильные платформы, и они меняют сам порядок проектирования и программирования систем здания. Протоколы автоматизированных стандартных операций могут обрабатывать информацию, полученную из многих источников, интерпретировать соответствующие события и реагировать быстрее, чем традиционная система безопасности, сокращая время и повышая точность ответных действий.

Системы безопасности - автоматическая пожарная сигнализация, голосовое оповещение о пожаре, автоматическое пожаротушение, охранная сигнализация, контроль доступа [35].

1.14 Охранные датчики

Охранным датчиком называется элемент охранной сигнализации, который предназначен для сохранения безопасности в здании. Разные виды охранных датчиков – разное предназначение и функционал:

– микроволновый датчик - это электронное устройство, которое воспринимает знаки и используется для управления светильниками. Микроволны работают иначе, чем пассивные инфракрасные датчики, так как они выдавливают микроволны, которые отражаются от поверхностей и возвращаются к датчику внутри индикатора. Микроволновый датчик может легко воспринимать любые действия в пределах своего диапазона и делать все это менее чем за микросекунду. Микроволновые датчики легко проникают в отверстие и стены. Благодаря своим возможностям, он может охватывать очень большую область коммерческой недвижимости, промышленности, организации и домов, которые должны были быть в безопасности. Поскольку его свойства необходимы, чтобы использовать его специально для тех, кто хочет защитить очень большую среду. Микроволновые датчики в основном дешевле купить. Микроволновый датчик представляет собой чувствительные к движению устройства, которые обычно протекают в определенной области или в области внутри электронного поля. Движение в или из области, которая должна быть защищена, ускоряет скорость и вызывает тревожную цифру. На рисунке 1.7 ниже показано изображение микроволнового датчика;

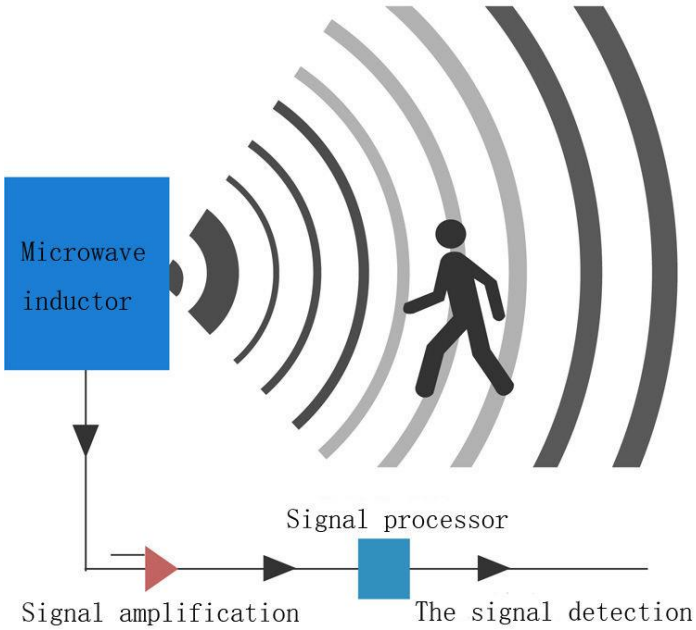


Рисунок 1.7 – Микроволновый датчик

– датчики вибрации - это датчики, которые используются для отображения, измерения и оценки линейной скорости, смещения, ускорения и близости. Датчики вибрации обычно крепятся на потолках, полах и стенах,

чтобы воспринимать механические вибрации, возникающие при сверлении, рубке или из-за какой-либо физической атаки, рисунок 1.8 ниже показывает изображение датчика вибрации;

Рисунок 1.8 – Датчик вибрации

– фотоэлектрический датчик луча: Фотоэлектрический датчик обычно излучает инфракрасный луч света или видимый из его светоизлучающего элемента (см. рисунок 1.9). Фотоэлектрический датчик отражательного типа обычно используется для обнаружения светового луча, отраженного от определенной цели. В то время как через луч, тип датчика, который должен измерять изменения силы света, вызванные целью, проходящей через оптическую ось. Фотоэлектрические датчики обычно передают инфракрасный луч в приемник, обычно в виде светового луча, в отдаленной зоне, образуя, таким образом, электронный забор. Эти типы датчиков обычно используются для закрытия проемов, таких как коридоры или дверные проемы, которые открыты. Всякий раз, когда беспокоят или вмешиваются в световой луч, он автоматически генерирует сигнал тревоги;

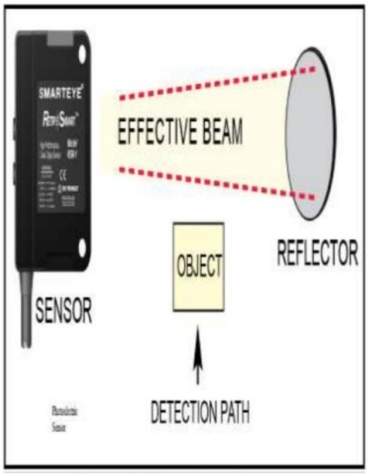


Рисунок 1.9 – Фотоэлектрический датчик луча

– датчики электрического поля. Датчик электрического поля представляет собой микроэлектронное устройство, которое обычно может заметить существование как неподвижных, так и движущихся объектов через твердые материалы. Его способность функционировать через любой непроводящий материал допускает полную невидимость. Датчик электрического поля функционирует, замечая любые небольшие изменения в электромагнитном поле сверхмалой мощности, создаваемом между двумя дистанционно расположенными антенными электродами. Эти датчики обычно создают электростатическое поле между рядом проводников и электрическим заземлением и вокруг них. Для выявления вверх и вниз или деградации в поле. Датчик может быть активирован любым, кто касается или приближается к рисунку датчика на рисунке 1.10 показано изображение фотоэлектрического датчика;

Рисунок 1.10 – Фотоэлектрический датчик

– звуковые датчики: Звуковой датчик обычно представляет собой второстепенную плату, которая объединяется с микрофоном и некоторыми схемами обработки, рисунок 1.11. Он производит не только аудиовыход, но и двоичный знак присутствия звука, а также аналоговую иллюстрацию его амплитуды. Эти датчики обычно реагируют на звук, создаваемый злоумышленниками, проникающими через безопасную среду;

Рисунок 1.11 – Датчик звука

– детектор разбития стекла: этот тип датчика используется в электронных детекторах тревоги, если кусок стекла разбит или сломан (см. рисунок 1.12). Детекторы обычно хранятся или фиксируются закрытыми для стеклянных витрин или стеклянных дверей в наших домах, офисах или организациях. Датчики разбития стекла обычно используют либо микрофон, который наблюдает за вибрацией или шумом, исходящим от стекла. Если этот шум или вибрации превышают определенную границу, которая выбирается пользователем, они оцениваются с помощью сенсорной схемы;

Рисунок 1.12 – Датчик разбития стекла

– емкостные датчики обычно можно использовать для идентификации металлических веществ, а также для закрытия всех дополнительных инструментов, таких как жидкие и твердые вещества. Емкостные датчики часто используются в качестве концевого выключателя, для управления потоком, обнаружения объектов и для подсчета. Емкостные датчики замечают изменения в электрическом поле. Всякий раз, когда злоумышленник приближается к нему или при непосредственном контакте с проводом датчика, он вызывает изменение емкости поля, которая может быть либо более высоким, либо более низким уровнем, чем уровень сигнала грани, это автоматически генерирует цифру сигнала, восемь ниже показывает емкостный датчик;

– сейсмический датчик полезен для наблюдения за бронированными шкафами, банкоматами, кассовыми ящиками, бронированными сейфами, ночными сейфами и стенами безопасного хранилища для всех известных устройств взлома, таких как кислородные копья, сверла с алмазным наконечником, взрывчатка и гидроцилиндры (см. рисунок 1.13). Любые механические вибрации, вызванные попыткой взлома, анализируются и обнаруживаются этим датчиком сейсмического детектора, и срабатывает сигнал тревоги.

Рисунок 1.13 – Сейсмический датчик

– магнитные контакты. Этот магнитный контакт чаще всего используется в электромеханических приборах, которые срабатывают при отчуждении магнита и контакта. Это главным образом используется на окнах или дверях, эти переключатели являются преобладающими устройствами обнаружения при обнаружении закрытия или открытия окон или дверей. Детекторы надежны и дешевы. Датчики этого типа обычно состоят из двух секций: контакт, который обычно устанавливается на вашем окне или дверной раме, и активирующий магнит, который устанавливается на дверце, на рисунке 1.14 ниже показаны детекторы магнитных контактов [38].

Рисунок 1.14 – Магнитный датчик

1.15Техническое задание на разработку интеллектуальной гостиницы

После рассмотренного выше при дальнейшей разработке дипломного

проекта на тему «Организация интеллектуальной гостиницы Double Tree by Hilton в городе Алматы» необходимо:

- разработать проект интеллектуальной гостиницы;
- подробно рассмотреть систему управления;
- рассчитать необходимой пропускной способности сети;
- проанализ зоны действия сигнала;
- рассчитать зоны Френеля;
- анализ потерь сигнала в свободном пространстве
- рассмотреть вопросы по БЖД;
- разработать бизнес-план.

2 Системы Интеллектуального здания

2.1 Принцип работы систем Интеллектуального здания

В интеллектуальном здании за объединение и работу всех технических систем отвечает автоматизированная система управления зданием (АСУЗ), рисунок 2.1 [19, 20]. АСУЗ представляет собой компьютерную систему управления, устанавливаемую в зданиях, которая контролирует и занимается мониторингом механического и электрического оборудования здания, такое как вентиляция, освещение, системы питания, пожарные системы и системы безопасности, климатические системы, видеонаблюдение, водоснабжение, система контроля доступа, безопасности, энергоснабжения и т.д.

Рассмотрим комплект оборудования для автоматизации одного гостиничного номера под управлением контроллера [21].

Комнатный контроллер от производителя HDL производит работу по 48 каналам, сочетая в себе встроенную логику и последовательность, рисунок 2.2. Подключение происходит по Ethernet, встроенным шинным Smart-Bus интерфейсом, порт DMX512. Предоставляет возможность программирования 99 сцен в каждой зоне, максимальное время работы сцены составляет 60 минут.

Время задержки для защиты канала приблизительно до 1 минуты, а время задержки для запуска канала – до 25 секунд. Содержит в себе функции программирования вручную, удаленный доступ и восстановление состояния после включения электрического питания. Управляет работой светодиодных драйверов. Может использоваться для программирования шины HDL-BUS. Производит двустороннюю передачу данных между шиной HDL и Ethernet TCP/IP.

Система BMS (Building Management System) представляет собой «интеллектуальные» микропроцессорные сети контроллеров, объединяет аппаратное и программное обеспечение, а также средства связи для сбора данных, мониторинга использования, прогнозирования операций и назначения автоматических ответов для достижения оптимальной производительности.

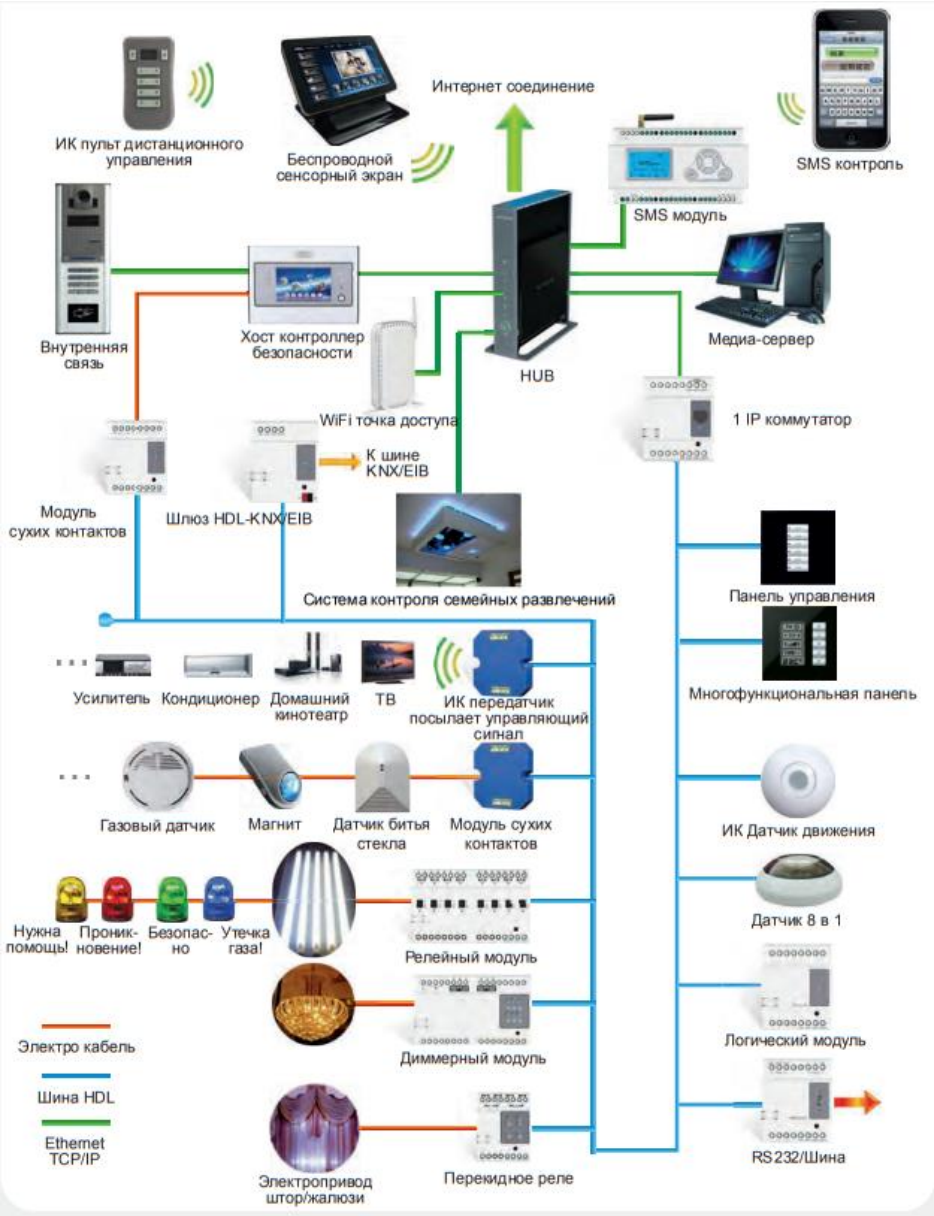


Рисунок 2.1 – Комплект оборудования гостиничного номера

Рисунок 2.2 – Комнатный контроллер HDL SB-DN-48DMX

Структура системы управления интеллектуальным зданием делится на 3 уровня:

– верхняя предусматривает мониторинг и управление, работу со статистическими функциями и базой данных. На данном уровне рассматривается взаимодействие между системой и сотрудниками, которое реализуется на основе компьютерных средств;

– средний уровень ответственен за автоматизацию управления различными функциями. Базовые компоненты данного уровня содержат в себе различные коммутаторы, контроллеры управления, диммеры, модули сухих контактов и т.д;

– нижняя ступень содержит оконечные устройства с моделированием входа-выхода. Здесь рассматриваются различные актюаторы, датчики, проводные соединения между оборудованием и нижним-средним уровнями.

Автоматизированная система управления Интеллектуальным Зданием (АСУЗ) это компьютерная система управления, установленная в зданиях, которая контролирует механическое и электрическое оборудование здания, такое как вентиляция, освещение, системы электропитания, пожарные системы, системы мультимедиа, системы связи и системы безопасности. АСУЗ состоит из программного и аппаратного обеспечения; программа настраивается иерархически и проприетарной с использованием протоколов. Уровень контроля через АСУЗ зависит от информации, получаемой от ее датчиков, и от того, каким образом его программы сообщают ей об ответе на эту информацию. Наряду с предоставлением точной степени контроля над окружающей средой, он вызывать тревогу в условиях, которые не соответствуют спецификации, или предупреждает об отдельных элементах отказа установки. Важным фактором является энергосбережение. Например, регулирование освещения, а точнее интенсивности, в соответствии с количеством человек находящихся в помещении. Также работают и системы кондиционирования, отопления и другие для обеспечения продолжительной работы оборудования, то есть исключительно по необходимости. В последствие использования этих или иных сценариев управления представляется возможным снижение расхода электроэнергии до 50%, отопительной системы — до 40%, а холодоснабжения — до 50%. В целом по объекту проектирования потенциал рационального использования ресурсов, достигнутый с помощью установки АСУЗ, по различным подсистемам составит от 5 до 30%. Прочий потенциал ресурсосбережения кроется в эффективных технических системах и защитных конструкциях.

2.1 Интегрированная кабельная инфраструктура Интеллектуального Здания

Интегрированная кабельная инфраструктура — основа интеллектуального здания, рисунок 2.3. Она включает в себя не только традиционную структурированную кабельную систему (СКС), проводку для телефонной и компьютерной сети, но и шины для передачи управляющих

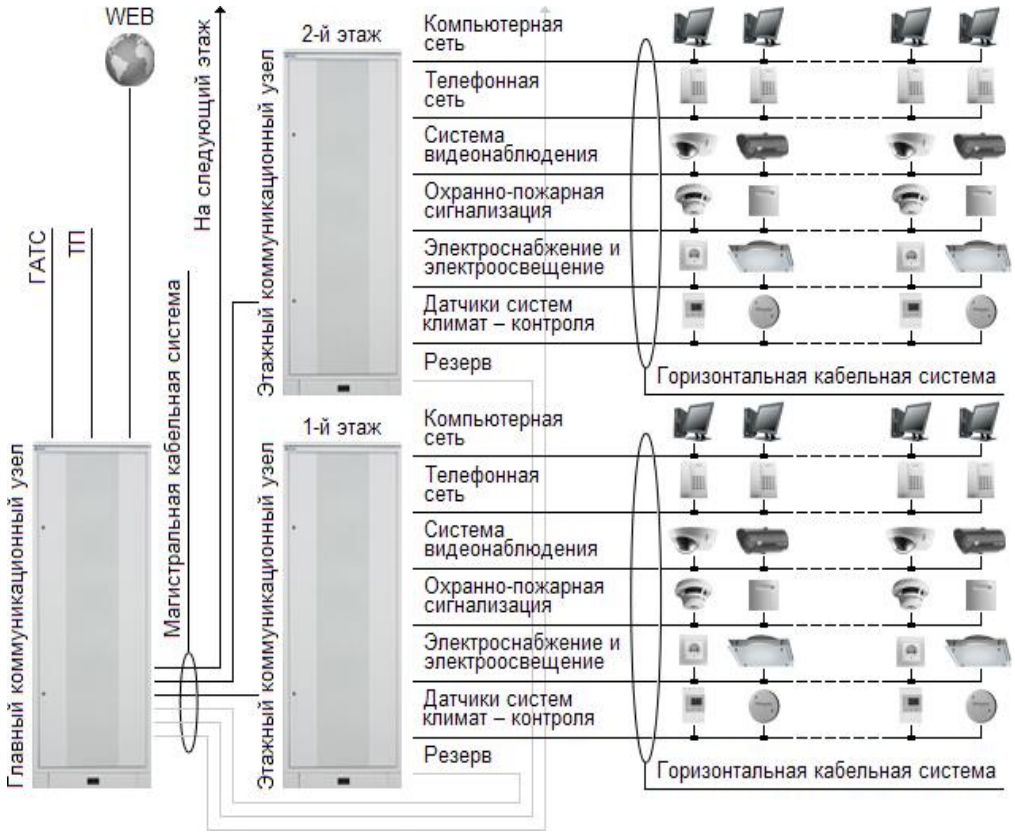


Рисунок 2.3 - Кабельная система Интеллектуального здания

сигналов системам автоматизации. Правильно спроектированная, смонтированная и администрируемая кабельная система обладает гибкостью, управляемостью и наращиваемостью, поэтому затраты при изменении ее конфигурации минимальны. Она дает те же преимущества, что и СКС в любой информационной системе, т. е. позволяет получить оптимально организованную и конфигурируемую кабельную сеть. В результате повышаются эксплуатационная надежность и долговечность кабельной инфраструктуры, обеспечивается возможность создания на ее основе различных информационных систем и функционального расширения. Благодаря открытости архитектуры и избыточности СКС адаптируется не только к изменениям в конфигурации корпоративной сети, но и к подключению дополнительного оборудования, внедрению новых стандартов передачи данных без замены существующей проводки.

Принципы СКС применяются в системах автоматизации зданий для создания кабельной инфраструктуры других слаботочных систем, где используется такая же магистральная и горизонтальная кабельная структура, как в телекоммуникационных и сетевых системах. В них удобно задействовать те же комнаты для оборудования и соединительную аппаратуру, причем выгоднее инсталлировать все системы одновременно с использованием одних и тех же средств и маршрутов прокладки кабелей. При прокладке магистральных и горизонтальных кабелей для систем автоматизации соблюдаются общие правила монтажа СКС.

Отдельные активные и пассивные компоненты (датчики и сенсоры, исполнительные механизмы и контроллеры) связываются друг с другом, конфигурируются и управляются с помощью кабельной системы здания. Одним из ключевых факторов его успешной автоматизации являются недорогие вычислительные мощности и развитое программное обеспечение, позволяющее реализовать сложные стратегии управления. Обычно интеллектуальные функции можно разделить на несколько иерархических уровней.

Многоуровневые системы управления зданием напоминают по своей архитектуре автоматизированные системы управления производством (АСУТП). Нередко их так и называют: «АСУ управления зданием» (или комплексом зданий). Центральный ПК обеспечивает общее управление и через локальную сеть Ethernet связан с контроллерами системного уровня, которые могут подключаться непосредственно к датчикам и исполнительным механизмам или через шину взаимодействовать с контроллером эксплуатационного уровня в различных зонах здания. В АСУ осуществляется опрос датчиков состояния инженерного оборудования, первичная обработка и накопление данных, их передача на сервер для дальнейшей обработки, хранения и представления на рабочем месте диспетчера. Таким образом контролируются параметры отопления, водо- и электроснабжения, канализации (для сигнализации о протечках), пожарной и охранной систем, освещения, состояния лифтов и доступ в помещения.

Управляемые компьютерами контроллеры для мониторинга и регулирования параметров способны функционировать как автономные модули или встраиваться в оборудование. Шины нижнего уровня обычно представляют собой патентованные решения, зависящие от конкретного приложения и работающие с низкими скоростями. Коммуникации осуществляются по всей иерархии, вплоть до датчиков, с которых считывается информация, и исполнительных механизмов, которым передаются команды.

Разводка кабелей и принципы управления в системе вентиляции, отопления и кондиционирования (HVAC) порой значительно различаются у разных производителей, так что применяемые кабели «вне СКС» зависят от конкретного приложения. В разных «нестандартных» и «стандартных» решениях предусматриваются различные типы подключения оборудования, монтаж проводки, скорость коммуникаций между устройствами и протоколы. Единая кабельная инфраструктура здания включает в себя не только СКС, но и дополнительные шины для передачи аудио- и видеосигналов, управляющих команд. Разумный подход к интеграции и использование СКС в качестве общей среды передачи, обеспечивающей взаимодействие между устройствами в масштабах всего здания, позволяет избежать ситуации, когда для каждого функционального элемента нужна отдельная линия, а для каждой системы управления — своя сеть.

Производители постепенно переходят от нестандартных систем к более открытым решениям, в которых продукция разных поставщиков может взаимодействовать друг с другом, а для управления, контроля и сигнализации применяется общая сеть. Такие тенденции, как все более широкая поддержка технологий TCP/IP и Web в устройствах и системах автоматизации и диспетчеризации зданий, попытки создания «АСУ зданий» на основе открытых стандартов и технологий, использование в них существующей инфраструктуры информационных и коммуникационных систем, характерны не только для систем автоматизации зданий, но и для производственных систем, интеграции АСУ и АСУТП. Наиболее ярко она проявилась в подходе компании Schneider Electric, считающей, что будущее автоматизации — за Ethernet и технологиями Web. Многие другие производители (в том числе Moxa и Digi) предлагают решения для интеграции с сетями Ethernet разнообразных устройств, оснащенных последовательными портами.

Локальная сеть Ethernet на верхнем уровне управления позволяет расположить рабочее место диспетчера в любом месте, где проложена локальная сеть (а при наличии выхода в Internet — практически в любом). Кроме того, стандартное оборудование Ethernet дешевле оборудования патентованных сетей управления.

2.2 Беспроводная сеть в Интеллектуальном здании

Определение интеллектуального построения сетей заключается в интеграции его собственных характеристик в архитектуру и использовании технологии Интернета вещей в сочетании с сетями Ethernet и беспроводными сетями. После объединения данных информация в режиме реального времени, такая как настройка параметров, условия работы и внешняя среда, может быть записана, сохранена и передана по сети. Он также обеспечивает достаточную поддержку данных для оптимизации интеллектуальной системы управления зданием.

Интеллектуальная строительная сетевая система по сути является гибридной структурой. Её можно разделить на следующие разделы, такие как сервер, расположение ресурсов данных, управление сетевым обслуживанием и установление ЛВС связи. Интеллектуальный терминал является ключевым компонентом системы. Он завершает связь между сервером верхнего уровня и устройством нижнего уровня через беспроводную сеть и Ethernet. Оборудование относится к основному оборудованию в здании, таким как освещение, кондиционирование воздуха и так далее. Индукционное устройство использует датчики для передачи персоналу, условий окружающей среды и других параметров в здании и передает их на интеллектуальный терминал и сервер через беспроводную сеть.

Особая структура интеллектуальной сетевой системы здания: интеллектуальная сетевая система здания оснащена интеллектуальным терминалом, который отвечает за построение и обслуживание сети беспроводной связи, рисунок 2.4.

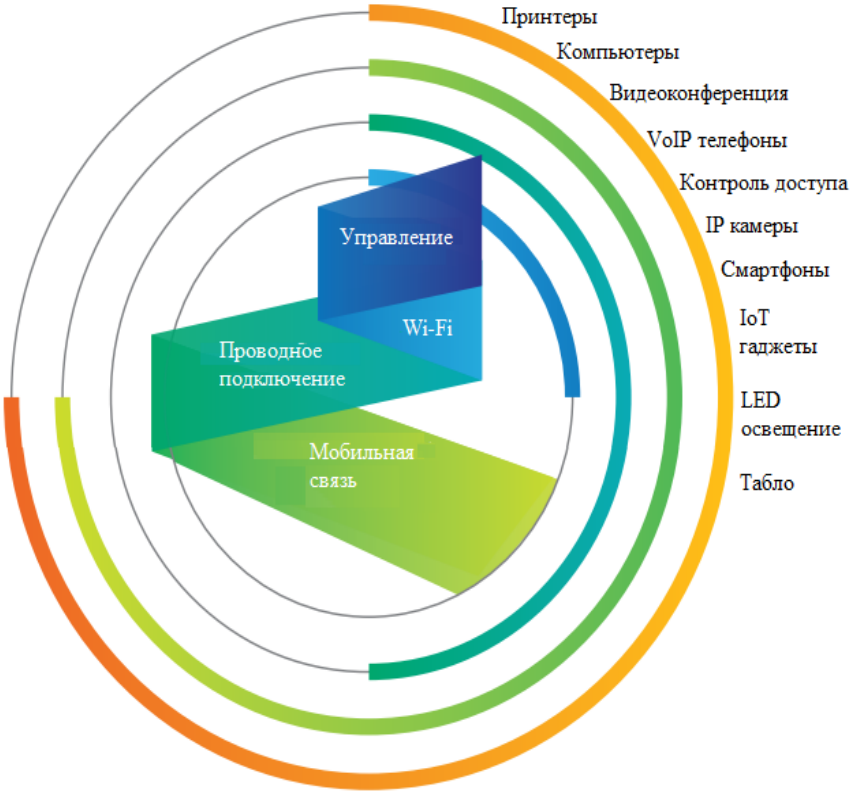


Рисунок 2.4 – Устройства и приложения на основе IP

Информация, полученная персоналом и оборудованием, может передаваться на интеллектуальный терминал через сеть. Интеллектуальный терминал распакует пакет и реорганизует его в соответствии с форматом фрейма данных TCP / IP для отправки на сервер. Коммуникационный сервер и интеллектуальный терминал используют протокол TCP / IP для связи друг с другом через Ethernet. Интеллектуальный терминал загружает данные на сервер через Ethernet и передает их в базу данных для анализа, хранения и обмена. Таким образом, связь между интеллектуальным терминалом и сервером завершена. Веб-сервер извлекает информацию из базы данных, предоставляя пользователям формулировку политики, отпускание команд, диагностику неисправностей и другие услуги. Однако пользователи получают доступ к веб-серверу через сети Wan, GPRS, 3G и другие портативные устройства, такие как смартфоны, для получения необходимой информации. Это завершает контроль строительного электрооборудования в любое время и в любом месте.

3 Расчет характеристик телекоммуникационной сети Интеллектуального здания

3.1 Расчет необходимой пропускной способности сети

Для расчета пропускной способности канала в сети гостиницы определим общий объем передаваемой информации между городской и

гостиничной сетями в течении одного дня. Для этого рассмотрим разные категории систем, использующихся клиентами и работниками здания:

– пользователи, использующие компьютерную сеть для передачи документов с помощью электронной почты;

– пользователи, пользующиеся телевидением;

– пользователи, пользующиеся сетью Wi-Fi;

– пользователи, работающие с базой данных;

– пользователи, пользующиеся услугами голосовой связи и телеконференций для проведения рабочих совещаний и переговоров, т.е. передающие данные мультимедиа.

Информация об объеме передаваемых данных пользователем каждой категории взята на основе статистических исследований.

Для расчета общего объема передаваемых данных пользователями ЛВС воспользуемся формулой (3.1)

$$Q_n = \sum_i Q_i \cdot N_i, \qquad (3.1)$$

где Q_i – объем передаваемых данных (в байтах) одним пользователем i-той категории;

N_i – число пользователей i-той категории в одной локальной сети.

Общее число пользователей распределенных сетей составляет 1000 человек. Количество пользователей каждой категории приведено в таблице 3.1, учитывая, что один и тот же клиент может одновременно относиться к разным категориям, например, он может использовать электронную почту и взимать информацию из различных баз данных.

Цифры, приведенные в таблице 3.1, взяты приблизительно на основе характеристик посещаемости отеля.

Таблица 3.1 – Число пользователей каждой категории

Категория пользователей	Количество пользователей
Пересылка документов по электронной почте	200
TV	150
Wi-Fi	300
Работа с удаленными базами данных	100
Передача данных мультимедиа	250

Данные наблюдения показали, следующее:

– услугами электронной почты пользуются как правило 65÷70% пользователей;

– за просмотром TV заняты 45÷50% пользователей сети;

– услугой беспроводной сети Wi-Fi пользуются 98÷100%;

– работой с информационными базами данных заняты 30÷35% пользователей;

– передачей мультимедийных данных (услуги видеоконференций, телефония по компьютерной сети и т.п.) пользуются 80÷85% пользователей, причем с каждым годом число пользователей данной категории значительно увеличивается.

Далее произведем расчет количества передаваемых мультимедийных данных 1-м пользователем. Для этого необходимо применить данную формулу 3.2

$$Q_{м/м} = \frac{q}{8} \cdot t \cdot 3600, \qquad (3.2)$$

где q – скорость передачи данным мультимедиа (бит/с);

t – время передачи (часов).

Отсюда находим передающийся объем мультимедиа единичным пользователем сети

$$Q_{м/м} = \frac{4000000}{8} \cdot 3 \cdot 3600 = 5400000000 \text{ (байт)}.$$

Полный объем информационных данных, которые передаются пользователями

$$Q_n = 64000 \cdot 200 + 64000 \cdot 300 + 64000 \cdot 100 + 5400000000 \cdot 250 = \\ = 135 \cdot 10^{10} \text{(байт)}.$$

Для следующих расчетов необходимо число передачи кадров в течение одних суток. Сеть передает кадры длиной 74 байта, в которых 68 байт считаются информационными и 6 байт адресом кадра.

Находим необходимое количество кадров для передачи нужной информации по формуле (3.3)

$$N_{кадров} = \left[\frac{Q}{68}\right] + 1, \qquad (3.3)$$

где Q – объем передаваемой информации (байт);

68 – длина информационной (полезной) части одного кадра;

Отсюда следует, что число передаваемых кадров равно

$$N_{кадров} = \left[\frac{1350048000000}{68}\right] + 1 = 19853647060 \text{(кадров/день)}.$$

Для расчета необходимой пропускной способности магистрального канала через сеть используем математический метод теории массового обслуживания. Заданными параметрами для расчета служит найденное выше число передачи кадров и длина информационной части 1-го кадра, являющаяся стандартной величиной.

Для того, чтобы воспользоваться методом теории массового

обслуживания важно знать отношение между скоростью обслуживания кадров и скоростью их поступления.

Скорость поступления кадров можем определить, ссылаясь на интенсивность в трафике, то есть количество передаваемых кадров по формуле (3.4)

$$V = \frac{N_{кадров}}{T \cdot 3600}, \quad (3.4)$$

где $N_{кадров}$ - число передаваемых кадров в течении суток;

T - длительность суток, (час).

Для того, чтобы определить с какой скоростью поступают кадры, учитываем следующие условия:

– обе сети(городская и гостиничная), между которыми возможен обмен данными, находятся в одном часовом поясе;

– продолжительность суток 24 часа.

При данных условиях скорость поступления кадров равна

$$V = \frac{19853647060}{24 \cdot 3600} = 229788 \text{ (кадра/с).}$$

Для передачи данных по магистральному каналу к пакетам прибавляется адресная информация, значит, общую длину кадра, которая передается по сети, рассчитываем по формуле (3.5)

$$L_{кадр} = L_{инф} + L_{адр}, \quad (3.5)$$

где $L_{инф}$ - длина информационной части кадра,

$L_{адр}$ - длина адресной части кадра.

Для технологии Ethernet TCP/IP длина информационной части равна $L_{инф}$ =68 байт, а длина адреса $L_{адр}$ = 6 байт. Следовательно, общая длина кадра равна

$$L_{кадра} = 68 + 6 = 74 \text{(байта).}$$

Для нахождения скорость обслуживания кадра зададим фиксированную скорость работы магистрального канала. Определим время обслуживания кадра по формуле (3.6)

$$t_{обс.кад} = \frac{L_{кадра} \cdot 8}{V_{канала}}, \quad (3.6)$$

где $L_{кадра}$ - длина передаваемого кадра (байт),

$V_{канала}$ - скорость обмена информации в магистральном канале, (бит/с).

Время передачи кадра тождественно времени его обслуживания. Скорость обслуживания кадра обратно пропорциональна времени

обслуживания (3.7)

$$V_{обслуж} = \frac{1}{t_{обс.кад}} = \frac{V_{канала}}{L_{кадра} \cdot 8}, \quad (3.7)$$

В последствии расчета скорости обслуживания кадра возможны две ситуации:

– скорость обслуживания кадров может получиться больше скорости поступления кадров. В таком случае пропускная способность сети оказывается более, чем достаточной.

– скорость обслуживания кадров может оказаться меньше скорости поступления кадров. Здесь пропускная способность канала является недостаточной. В данном случае магистральный коммутатор проводит буферизацию: снова полученные кадры накапливаются в буфере до тех пор, пока не будут отправлены предыдущие кадры. В последствие возникают очередь и задержки. Теория массового обслуживания позволяет оптимально оценивать время задержки, учитывая скорость работы линии связи. В таблицу 3.2 сведены результаты расчета для скорости работы магистрального канала от 140 Мбит/с до 400 Мбит/с с шагом изменения скорости 20 Мбит/с.

Таблица 3.2 - Результаты расчета скорости обслуживания в магистральном канале

Параметр	Скорость передачи информации в магистральном канале, Мбит/с						
	140	160	180	200	220	240	260
$t_{обс.кад.}$, сек	$4{,}23 \times 10^{-6}$	$3{,}7 \times 10^{-6}$	$3{,}29 \times 10^{-6}$	$2{,}96 \times 10^{-6}$	$2{,}69 \times 10^{-6}$	$2{,}47 \times 10^{-6}$	$2{,}28 \times 10^{-6}$
$V_{обслуж.}$, бит/с	$2{,}37 \times 10^{5}$	$2{,}7 \times 10^{5}$	3×10^{5}	$3{,}38 \times 10^{5}$	$3{,}72 \times 10^{5}$	$4{,}05 \times 10^{5}$	$4{,}39 \times 10^{5}$

Продолжение таблицы 3.2

Параметр	Скорость передачи информации в магистральном канале, Мбит/с						
	280	300	320	340	360	380	400
$t_{обс.кад.}$, сек	$2{,}11 \times 10^{-6}$	$1{,}97 \times 10^{-6}$	$1{,}85 \times 10^{-6}$	$1{,}74 \times 10^{-6}$	$1{,}64 \times 10^{-6}$	$1{,}56 \times 10^{-6}$	$1{,}48 \times 10^{-6}$
$V_{обслуж.}$, бит/с	$4{,}73 \times 10^{5}$	$5{,}07 \times 10^{5}$	$5{,}41 \times 10^{5}$	$5{,}74 \times 10^{5}$	$6{,}08 \times 10^{5}$	$6{,}42 \times 10^{5}$	$6{,}76 \times 10^{5}$

Далее необходимо рассчитать степень использования магистрального канала. Для этого воспользуемся формулой (3.8)

$$P = \frac{V}{V_{обслуж.}}, \quad (3.8)$$

где V - скорость поступления кадров,

$V_{обслуж.}$ - скорость обслуживания кадров.

Зная степень использования магистрального канала можно рассчитать вероятность отсутствия кадров в магистральном канале по формуле (3.9)

$$P_0 = 1 - P, \tag{3.9}$$

где P - степень использования магистрального канала.

Расчет степени использования и вероятности отсутствия кадров в канале производится с помощью программного обеспечения Microsoft Excel для различных скоростей передачи в магистральном канале. Расчет производится для скоростей передачи данных в магистральном канале большей и равной 100 Мбит/с, т.к. при более низких скоростях передачи канал постоянно занят и говорить о вероятности отсутствия в нем кадров не имеет смысл.

Результаты расчета сведены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 - Результаты расчета степени использования и вероятности отсутствия кадров

Пара-метр	Скорость передачи информации в магистральном канале, Мбит/с													
	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
P	1	0,85	0,76	0,68	0,62	0,57	0,52	0,49	0,45	0,43	0,4	0,38	0,36	0,3
P0	0	0,15	0,24	0,32	0,38	0,43	0,48	0,51	0,55	0,57	0,6	0,62	0,64	0,66

По результатам расчета строим график зависимости степени использования канала и вероятности отсутствия кадров от пропускной способности канала (см. рисунок 3.1).

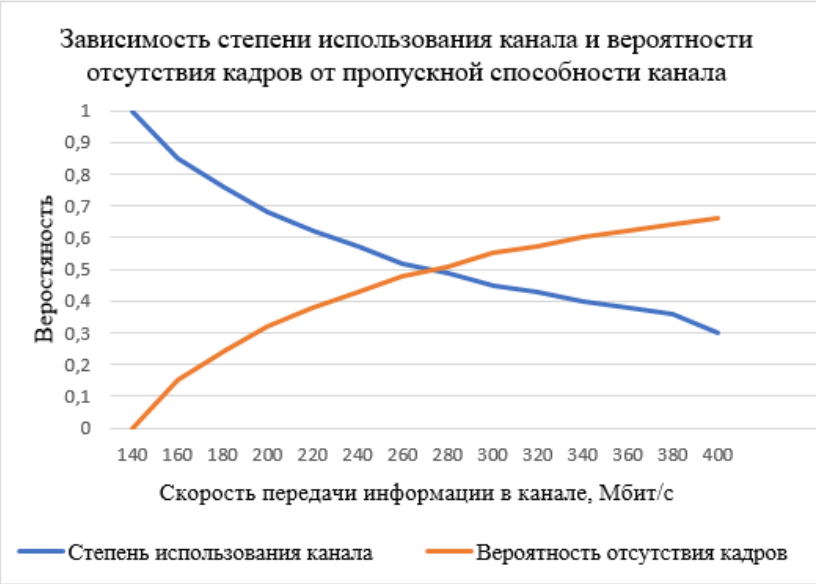


Рисунок 3.1 - График зависимости степени использования и вероятности отсутствия кадров от пропускной способности канала

Вывод. Из рисунка 3.1 видно, что по мере уменьшения степени использования канала вероятность отсутствия кадров возрастает. Оптимальная пропускная способность магистрального канала соответствует точки пересечения двух кривых. Из рисунка видно, что оптимальная пропускная способность магистрального канала составляет 280 Мбит/с.

3.2 Анализ зоны действия сигнала

3.2.1 Расчет дальности работы беспроводного канала связи. Расчёт по графику

Данным методом мы теоретически определим дальность работы беспроводного канала связи, построенного на оборудовании Ruckus, работающим на двухдиапазонных частотах: 2,4 ГГц и 5 ГГц. Небходимо отметить, что расстояние между антеннами, получаемое по формуле – максимально достижимое теоретически, а так как на беспроводную связи влияет множество факторов, получить такую дальность работы, в здании, увы, практически невозможно.

Рассмотрим технические характеристики выбранной точки доступа от фирмы Ruckus Wireless ZoneFlex 7372E 901-7372-WW50. Точка доступа ZoneFlex проводит трансляцию видеосигнала широковещательного формата с помощью IP-протокола. При этом, к радиоэфиру предоставлен равный вход для каждого пользователя. Производительная точка доступа отличается модернизированной классификацией QoS информации, возможности автоматически давать приоритет к определенному потоку данных, более уязвимого к помехам. Разработчик разработал несколько способов управления аппаратом: автономный (с помощью веб-интерфейса, программу FlexMaster, а также SNMP), локальный, через смарт-контроллер WLAN [24]. Технические характеристики приведены в таблице 3.4.

Для определения дальности связи необходимо рассчитать суммарное усиление тракта и по графику определить соответствующую этому значению дальность. Усиление тракта в дБ определяется по формуле 3.10

$$Y_{дБ} = P_{t,дБ} + G_{t,дБ} + G_{r,дБ} - P_{min,дБ}, \quad (3.10)$$

где $P_{t,дБ}$ – мощность передатчика;

$G_{t,дБ}$ – коэффициент усиления передающей антенны;

$G_{r,дБ}$ – коэффициент усиления приемной антенны;

$P_{min,дБ}$ – реальная чувствительность приемника.

По графику, приведённому на рисунке 3.2, находим необходимую дальность работы беспроводного канала связи.

Разберем каждый параметр на примере:

- $P_{t,дБ}$– мощность передатчика – мощность беспроводной точки доступа или адаптера в дБмВт. Эта информация берется в спецификации на оборудование. Для оборудования Ruckus это от 28 dBm для обычных точек доступа и карт;

- $G_{t,дБ}$– коэффициент усиления передающей антенны (дБи). Ruckus предлагает антенны для внешнего и внутреннего использования от 4 до 18

Таблица 3.4 – Характеристики Ruckus Wireless ZoneFlex 7372E 901-7372-WW50 [24]

Тип оборудования	Точка доступа
Стандарты WI-FI	802.11n 802.11g 802.11b 802.11a
Скорость передачи	802.11n: 6,5–130 Мбит/с (20 МГц); 6,5–300 Мбит/с (40 МГц); 802.11a: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 и 6 Мбит/с; 802.11b: 11, 5,5, 2 и 1 Мбит/с; 802.11g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 и 6 Мбит/с
Каналы беспроводной сети	20, 40 МГц
Частотный диапазон	2.4.5 ГГц
Направленность антенны	Всенаправленная
Количество антенн	2 шт
Поляризация	Полное разнесение по поляризации во всех направлениях
Мощность передачи	28 дБ
Усиление антенны	3 дБи
Порты и интерфейсы	порт с автоматическим MDX и автоопределением 10/100/1000 Мбит/с, RJ-45; порт POE (в пределах одного порта); порт с автоматическим MDX и автоопределением 10/100/1000 Мбит/с, RJ-45.
Режим беспроводной сети	Access Point
Стандарты PoE	802.3af
Потребляемая мощность	3,5 Вт

дБи. (В нашем случае равен 5 дБи);

- $G_{r,дБ}$– коэффициент усиления приемной антенны. Тоже что и $G_{t,дБ}$ но "на другой стороне" радиолинка;

- $P_{min,дБ}$ – чувствительность приемника, которую также можно найти в спецификации на оборудование. Чувствительность приемника зависит от скорости, на котором работает оборудование и задается со знаком "минус".

Рассчитаем потери:

– $P_{t,дБ}$= 14 дБмВт;

– $G_{t,дБ}$= 5 дБи;

– $G_{r,дБ}$= 5 дБи;

– $P_{min,дБ}$= -60 дБмВт;

Ниже представлен рисунок 3.2, на котором изображена доступность канала для различных частот. Находим суммарное усиление тракта для частот 2,4 ГГц и 5 ГГц.

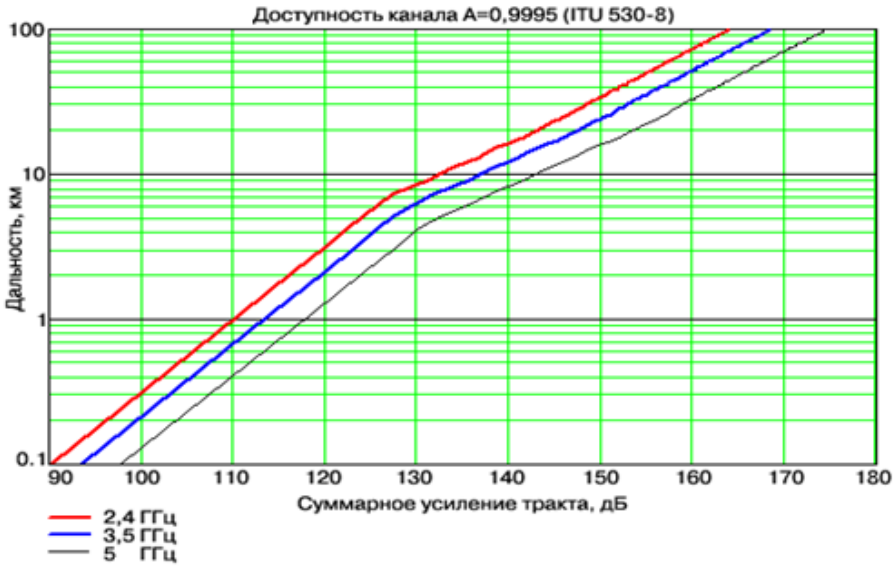


Рисунок 3.2 – Доступность канала

Отсюда

$$Y_{дБ} = 28 + 5 + 5 - (-60) = 98 \text{ (дБ)}.$$

По графику для 2.4 GHz определяем соответствующую этому значению дальность. Получаем дальность равную 400 метрам; для 5 GHz – 100 м.

3.2.2 Расчет дальности работы беспроводного канала связи. Расчет по формуле

Без вывода приведём формулу для расчёта дальности. Она берётся из инженерной формулы расчёта потерь в свободном пространстве

$$FSL = 33 + 20(\lg F + \lg D), \quad (3.11)$$

где FSL (free space loss) – потери в свободном пространстве (дБ);

F – центральная частота канала на котором работает система связи (МГц);

D – расстояние между двумя точками (м).

Потери в свободном пространстве используются для прогнозирования уровня радиочастотного сигнала на определенном расстоянии. Это теоретическое значение, поскольку в реальном мире существует достаточного много препятствий, отражений и потерь, которые необходимо учитывать при оценке сигнала [23]. Однако FSPL является оптимально приближенным методом для оценки потери сигнала в свободном пространстве.

Максимальная чувствительность радио-модулей может изменяться в зависимости от производителей. Известно, что для разных скоростей максимальная дальность будет разной.

System Operating Margin (SOM) определяется как разница между уровнем принимаемого сигнала и чувствительностью приемника, которая необходима для приема без помех. SOM может быть рассчитан с использованием уравнения.

SOM предсказывает область оптимального приема между передатчиком и приемником. Для оптимальной работы идеальный показатель SOM должен составлять 20 дБм или более, однако эти значения не всегда достижимы, но значение ниже 10 дБм обычно считается неприемлемым.

Центральная частота канала F берётся из таблицы 3.5.

Таблица 3.5 - Вычисление центральной частоты

Канал	Центральная частота (МГц)
1	2412
2	2417
3	2422
4	2427
5	2432
6	2437
7	2442
8	2447
9	2452
10	2457
11	2462
12	2467
13	2472
14	2484

Из выше приведенной таблицы находим центральную частоту канала F = 2447 (МГц).

$$\mathrm{FSL} = 28 + 5 + 5 - (-92) - 15 = 115 \text{ (дБ)}.$$

В итоге получим формулу дальность связи 3.12

$$D = 10^{\left(\frac{FSL}{20} - \frac{33}{20} - lgF\right)}, \quad (3.12)$$

$$D = 10^{\left(\frac{115}{20} - \frac{33}{20} - lg(2445000)\right)} = 0{,}410км = 410\ (м).$$

Дальность связи для 2,4 ГГц – 410 м.

Также проведём исследование изменения затухания на расстояниях меньше 1 км, используя частоту несущей 5 ГГц.

Из таблицы 3.6 получаем центральную частоту канала F = 5180 (МГц).

Таблица 3.6 - Вычисление центральной частоты

Канал	Центральная частота (МГц)
36	5180
40	5200
44	5220
48	5240
52	5260
56	5280
60	5300
64	5320
100	5500
104	5520
108	5540
112	5560
116	5580
120	5600

$$FSL = 28 + 5 + 5 - (-92) - 20 = 110\ (дБ).$$

В итоге получим формулу дальность связи (3.12)

$$D=10^{\left(\frac{FSL}{20} - \frac{33}{20} - lgF\right)}, \quad (3.12)$$

$$D = 10^{\left(\frac{110}{20} - \frac{33}{20} - lg(5390000)\right)} = 0{,}132км = 132\ (м).$$

Дальность связи для частоты 5 ГГц – 132 м.

3.3 Расчет зоны Френеля

Радиоволна в процессе распространения в пространстве занимает объем в виде эллипсоида вращения с максимальным радиусом в середине пролета, который называют зоной Френеля рисунок 3.3.

Искусственные (здания, столбы) преграды, попадающие в это пространство, ослабляют сигнал.

Радиус первой зоны Френеля в самой широкой части может быть рассчитан с помощью формулы (3.13)

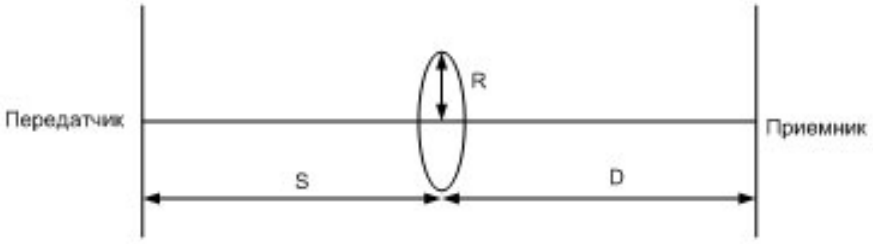


Рисунок 3.3 – Зона Френеля

$$R = \sqrt{\frac{cSD}{f(S+D)}}, \tag{3.13}$$

где R – радиус зоны Френеля (м);

S и D– расстояние от антенн до замеряемой области (м);

f – частота (Гц);

c – скорость света (м/с).

$$R = \sqrt{\frac{3\cdot10^8\cdot6\cdot4}{2{,}4\cdot10^9(6+4)}} = 0{,}55\text{м} = 55\ (\text{см}).$$

Обычно блокирование 20% зоны Френеля вносит незначительное затухание в канал. Свыше 40% затухание сигнала будет уже значительным, следует избегать попадания препятствий на пути распространения.

Этот расчет сделан в предположении, что земля плоская. Он не учитывает кривизну земной поверхности. Для протяженных каналов следует проводить совокупный расчет, учитывающий рельеф местности и естественные преграды на пути распространения. В случае больших расстояний между антеннами следует стараться увеличивать высоту подвеса антенн, принимая во внимание кривизну земной поверхности.

3.4 Анализ потерь сигнала в свободном пространстве

Для любого типа беспроводной связи передаваемый сигнал рассеивается по мере его распространения в пространстве. Следовательно, мощность сигнала, принимаемого антенной с постоянной эффективной площадью, будет уменьшаться по мере удаления от передающей антенны. Для спутниковой связи упомянутый эффект является основной причиной снижения интенсивности сигнала. Даже если предположить, что все прочие причины

затухания и ослабления отсутствуют, переданный сигнал будет затухать по мере распространения в пространстве. Причина этого – распространение сигнала по всё большей площади. Данный тип затухания называют потерями в свободном пространстве и вычисляют через отношение мощности излучённого сигнала P_t к мощности полученного сигнала P_r. Для вычисления того же значения децибелах следует взять десятичный логарифм от указанного отношения, после чего умножить полученный результат на 10.

На рисунке 3.4 приведен план одного из этажей Интеллектуального здания с расположением точек доступа

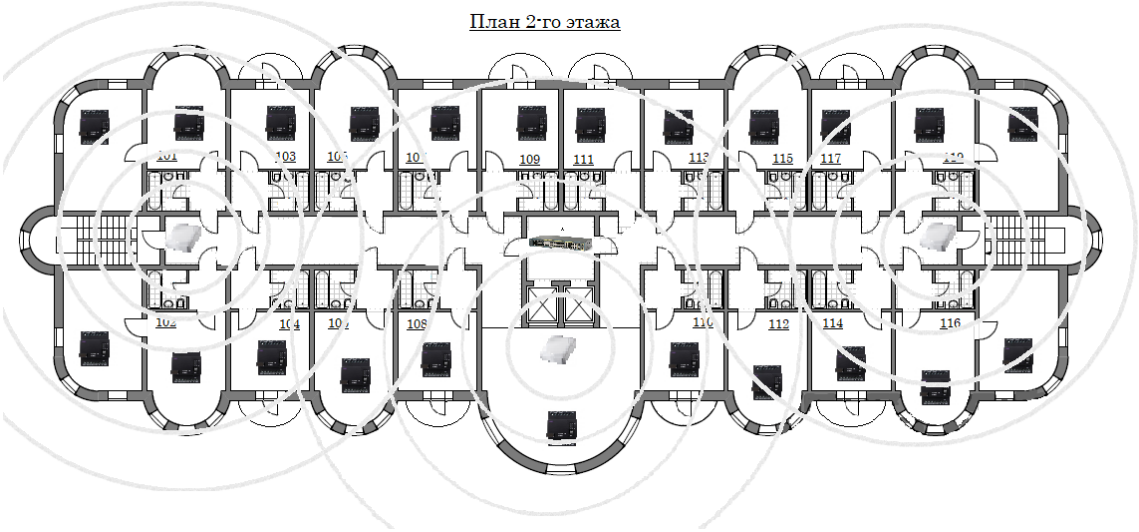


Рисунок 3.4 – План расположения точек доступа

Для идеальной изотропной антенны потери в свободном пространстве составляют

$$\frac{P_t}{P_r} = \frac{(4\pi d)^2}{\lambda^2} = \frac{(4\pi f^2 d)^2}{c^2}, \tag{3.13}$$

где P_t – мощность сигнала передающей антенны;

P_r – мощность сигнала, поступающего на антенну приемника;

λ – длина волны несущей;

d – расстояние, пройденное сигналом между двумя антеннами;

c – скорость света ($\approx 3 \cdot 10^8$ м/с).

Приведённое выражение можно записать в следующем виде

$$L_{дБ} = 10\frac{P_t}{P_r} = 20\lg\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) = 20\lg\left(\frac{4\pi f d}{c}\right), \tag{3.14}$$

На рисунке 3.4 приведена зависимость потерь сигнала в свободном пространстве от пройденного расстояния.

Исходя из этого проведём исследование изменения затухания на расстояниях меньше 1 км, используя частоту несущей 2,4 ГГц и 5ГГц.

Функция зависимости затухания от расстояния между антеннами примет вид

$$L_{дБ} = 20\lg\left(\frac{4\pi \cdot 24d}{3}\right) = 20\lg(32\pi d), \quad (3.15)$$

Полученные параметры расчётов занесём в таблицу 3.7:

Таблица 3.7 – Зависимость потерь от расстояния

Расстояние d, м	Потери L, дБ
20	10,06
40	16,09
60	19,61
80	22,11
100	24,04
120	25,63
140	26,97
160	28,13
180	29,15
200	30,07

Изходя из полученных данных построим график зависимости представленный на рисунке 3.5.

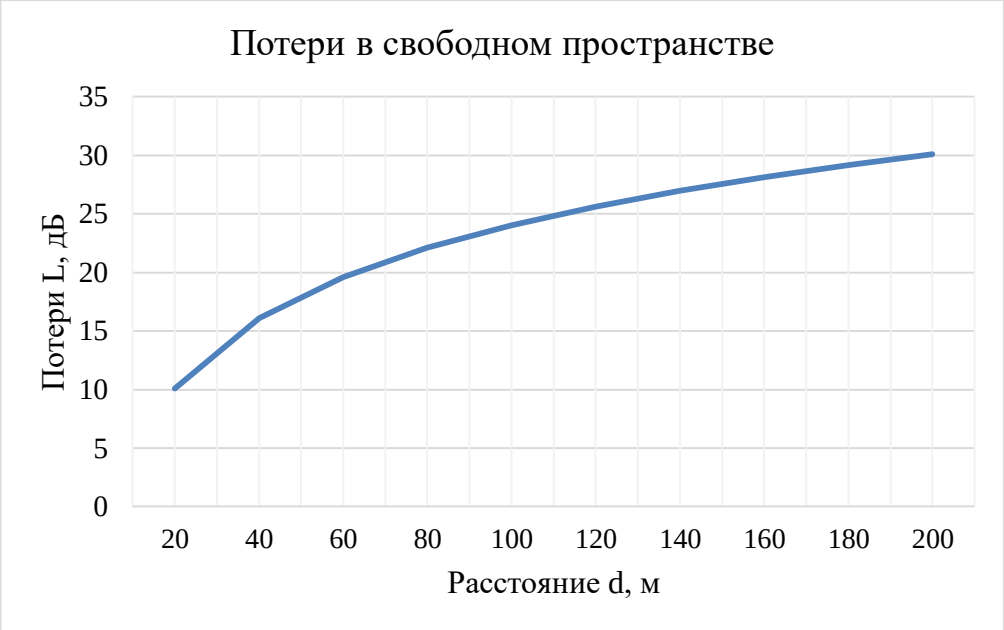


Рисунок 3.5 – График зависимости потерь от расстояния

Все расчеты были произведены с помощью программы Excel (приложения А, Б, В).

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Общие сведения

Эвакуация – процесс организованного самостоятельного движения людей непосредственно наружу или в безопасную зону из помещений, в которых имеется возможность воздействия на людей опасных факторов пожара.

Эвакуационный путь (путь эвакуации) – путь движения и (или) перемещения людей, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону, удовлетворяющий требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре(рисунок 4.1).

Интеллектуальная гостиница насыщена сложным инженерным оборудованием. Системы кондиционирования постоянно работают для подачи чистого воздуха и сохранении комфортной температуры для проживающих. Отопление, включается автоматически при необходимости в местах общего пользования или по желанию посетителей в своих номерах. Система водоснабжения и канализации работают исправно. Электрическое (большой мощности) и газовое оборудование кухни, кабельное телевидение, компьютеры и т.д. под постоянным контролем во избежание чрезвычайных ситуаций.

Личная безопасность гостей гарантирована. Служащие принимают все необходимые меры предосторожности, чтобы защитить гостей от взломов и проникновения в номера.

К техническим средствам безопасности, прежде всего, относятся телевизионные камеры, с помощью которых просматриваются все общественные и многие служебные помещения. Записи хранятся не менее 24 часов. Наличие электронных замков существенно повышает безопасность номерного фонда.

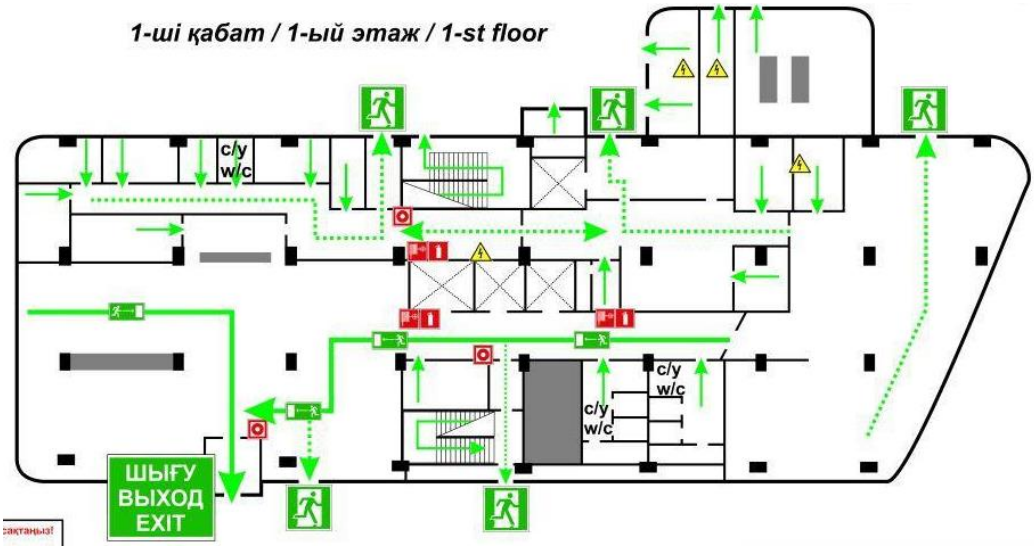


Рисунок 4.1 - Эвакуационный план гостиницы

Наиболее распространенными путями эвакуации являются проходы, коридоры, фойе и лестницы. Пути сообщения, связанные с механическим приводом (лифты, эскалаторы), не относятся к путям эвакуации, так как при пожаре или аварии источник энергии, обеспечивающий работу привода, может выйти из строя. Запасными выходами называют такие выходы, которые не используются при нормальном движении, но могут быть задействованы при ЧС. Установлено, что при вынужденной эвакуации люди обычно устремляются к выходам, которыми пользовались при нормальном движении. Поэтому в помещениях с массовым пребыванием людей запасные выходы в расчет эвакуации не принимаются.

4.2. Определение расчетного времени эвакуации людей из здания

Расчётное время эвакуации людей p_t из помещений и зданий устанавливается по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной i_l шириной $i_б$. Начальными участками являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т.п.

При определении расчетного времени эвакуации людей длину и ширину каждого участка пути эвакуации для проектируемых зданий принимают по проекту, а для построенных - по фактическому положению. Длину пути по лестничным маршам, а также по пандусам измеряют по длине марша. Длину пути в дверном проеме принимают равной нулю. Проем, расположенный в стене толщиной более 0,7 м, а также тамбур следует считать самостоятельными участками горизонтального пути, имеющими конечную длину i_l.

Расчетное время эвакуации следует определять как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути (τ_i) по следующей формул

$$\tau_p = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \cdots + \tau_i, \qquad (4.1)$$

где τ_1 – время движения людского потока на начальном участке пути, мин.

Время движения людского потока по первому участку пути (τ_1), мин., рассчитывают

$$\tau_i = \frac{l_1}{v_1}, \qquad (4.2)$$

где l_1 – длина первого участка пути, м;

v_1 – значение скорости движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, определяется в зависимости от плотности D, м/мин.

Плотность людского потока (D_1) на первом участке пути, $м^2/м^2$, вычисляют по формуле

$$D_1 = \frac{N_1 f}{l_1 \delta_1}, \quad (4.3)$$

где N_1 – число людей на первом участке, чел.;

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека, $м^2$;

l_1 – ширина первого участка пути, м;

δ_1 - ширина первого участка пути, м.

Скорость движения людского потока на последующих участках пути определяются, в зависимости от интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, которую вычисляют для всех участков пути, в том числе для дверных проемов, по формуле

$$q_i = \frac{q_{i-1}\delta_{i-1}}{\delta_1}, \quad (4.4)$$

где ∂_{i-1},∂_1 – ширина рассматриваемого i-го и предшествующего ему участка пути, м;

q_1, q_{i-1} – значения интенсивности движения людского потока по рассматриваемому i-му и предшествующему участкам пути, м/мин.

Если значение q_i, определяемое по формуле, меньше или равно значению q_{max} , то время движения по участку пути (τ_i) в минуту, равно

$$\tau_i = \frac{l_i}{v_i}, \quad (4.5)$$

При этом значения q_{max} следует принимать равными, м/мин:

– для горизонтальных путей 16,5;
– для дверных проемов 19,6;
– для лестницы вниз 16;
– для лестницы вверх 11.

Если значение q_i , определенное по формуле, больше q_{max} то ширину i данного участка пути следует увеличивать на такое значение, при котором соблюдается условие

$$q_i \leq q_{max}. \quad (4.6)$$

При невозможности выполнения условия интенсивность и скорость движения людского потока по участку i определяются при значении D=0,9 и

более. При этом следует учитывать время задержки движения людей из-за образовавшегося их скопления.

При слиянии в начале i-го участка двух и более людских потоков интенсивность движения q_i рассчитывают по формуле

$$q_i = \frac{\sum(q_{i-1}\delta_{i-1})}{\delta_i}, \tag{4.7}$$

где q_{i-1} – интенсивность движения людских потоков, сливающихся в начале участка i , м/мин;

δ_{i-1}, δ_i – ширина участков пути слияния, м; i – ширина рассматриваемого участка пути, м.

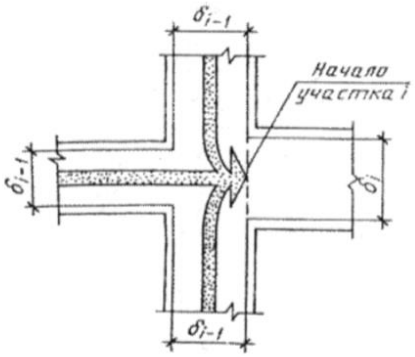


Рисунок 3.1 – Слияние людских потоков

Если значение q_i, определенное по формуле, больше q_{max}, то ширину i данного участка следует увеличить до величины соблюдения условия. В этом случае время движения по участку i определяется по формуле.

Если увеличение ширины участка невозможно, расчетное время эвакуации определяется с учетом задержки движения, возникающей перед границей i–го участка

$$\tau_1 = \frac{l_1}{v_{пр}} + \Delta\tau_i, \tag{4.8}$$

где $v_{пр}$ – скорость движения при предельной плотности (Д ≥ 0,9), м/мин;

$\Delta\tau_i$ – время задержки движения на i–ом участке, мин.

$$\Delta\tau = N_i f\left(\frac{1}{q_{пр}\delta_i} - \frac{1}{\sum(q_{i-1}\delta_{i-1})}\right), \tag{4.9}$$

Принимаем, что очаг пожара возникает в номере № 1005 1-го этажа отеля. Ближайшая комната к одному из эвакуационных выходов, поэтому данный выход является блокированным с первых секунд пожара, и при

расчете не учитывается. Причиной возгорания послужило короткое замыкание в планшете, включенном в электросеть для зарядки.

Фронт пламени распространяется по предметам мебели и отделочным строительным конструкциям со скоростью 0,648 м/мин. Очаг пожара свободно развивается во времени и пространстве.

Над очагом пожара формируется факел пламени и восходящий поток продуктов горения (конвективная колонка). Выделяющееся при горении тепло частично излучается, нагревая горючие материалы и ограждающие конструкции, а частично уносится с горячими газами конвективной колонки в задымленную зону. Продукты горения, поднимаясь, вовлекают в движение окружающий воздух. Таким образом, массовая производительность колонки с высотой растет, а температура, оптическая плотность дыма, концентрация токсичных продуктов соответственно снижаются.

Формируется задымленная зона, заполняющая объем помещения. Значения показателей опасных факторов пожара (ОФП) возрастают и эвакуационные пути из помещения блокируются.

Через двери в помещение поступает воздух, поддерживающий горение. Дым заполняет объем помещения.

Время возникновения пожара N – вечернее время 18 часа 00 минут, в здании находится максимальное количество людей.

Количество людей находящихся на этаже. Наиболее опасным для людей фактором пожара является потеря видимости на путях эвакуации.

Средняя площадь горизонтальной проекции человека составляет 0,112 $м^2$ на человека. Площадь горизонтальной проекции человека маломобильной группы населения, которые передвигаются на креслах-колясках, составляет 0,96 $м^2$. Расчет производим с наиболее неблагоприятными возможными условиями – все студенты находятся в здании. Результаты расчета времени эвакуации сводим в таблицу Приложение А Результаты расчета времени эвакуации. Расчетное время эвакуации p_t из здания, без учета эвакуации МГН, составило

$$\tau_p = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \cdots + \tau_i = 9{,}5(\text{мин}).$$

Мало мобильные группы населения для постоянного нахождения следует размещать на минимальном расстоянии от эвакуационного выхода из помещения здания наружу.

Так как ближайшие эвакуационные выходы не оснащены средствами для эвакуации МГН, расчет времени для мало мобильных групп производим для центрального выхода из здания, который оснащен пандусом. Расчетное время эвакуации МГН составляет:

$$t = 1{,}572\ (\text{мин}).$$

Так же был произведен расчет до ближайшего эвакуационного выхода, с учетом того, что он был бы оснащен пандусом. Время эвакуации составляет:

$$t = 0{,}516 \text{ (мин)}.$$

Время начала эвакуации для помещения очага пожара принимаем 0,5 мин. Для остальных помещений значение времени эвакуации

$$t_{из} = 2 \text{ (мин)}.$$

Время блокирования путей эвакуации вычисляется путем расчета времени достижения ОФП предельно допустимых значений на эвакуационных путях в различные моменты времени.

Предполагается, что каждый опасный фактор воздействует на человека независимо от других.

Критическая продолжительность пожара определяется:

– для людей находящихся в одном помещении – из условия достижения одним из ОФП в данном помещении критического значения;

– для людей находящихся на этаже очага пожара – определяется из условия достижения одним из ОФП в поэтажном коридоре своего предельного допустимого значения;

– для людей, находящихся выше очага пожара – из условия достижения одним из ОФП предельно-допустимого значения в лестничной клетке на уровне этажа пожара.

Исходные данные:

– средняя высота помещения – 2,7 м;

– объем помещения – 49,77 м^3;

– коэффициент свободного объема – 0,8;

– свободный объем помещения – 39,816 м$^{3;}$;

– показатель степени – 3;

– начальная температура воздуха в помещении – 24 ºС;

– разность высот пола (0 при его горизонтальном расположении) – 0 м;

– высота площадки, на которой находятся люди под полом помещения – 0 м;

– низшая теплота сгорания материалов, Q – 14700 кДж/кг, 14,7 МДж/кг;

– линейная скорость распространения пламени, V – 0,0108 м/сек, 0,648 м/мин;

– удельная скорость выгорания материалов, – 0,0145 кг/(м^2 ×с), 0,87 кг/(м^2×мин);

– дымообразующая способность, – 82 м^2 /кг;

– удельный расход кислорода при горении вещества – 1,437 кг/кг;

– выделение СО2 – 1,285 кг/кг Выделение СО – 0,0022 кг/кг;

– выделение HCl – 0,006 кг/кг;

– удельная изобарная теплоемкость газа – 0,001068 МДж/кг;
– коэффициент теплопотерь, – 0,6;
– коэффициент полноты сгорания, – 0,95;
– начальная освещенность, E – 50 лк;
– предельная дальность видимости в дыму, l – 20 м;
– коэффициент отражения предметов на путях эвакуации α – 0,3;
– предельно допустимое содержание: – CO – 0,00116 – CO2 – 0,11 – HCl – 0,000023;

Значение критической температуры по условию достижения каждым из ОФП предельно допустимых значений в зоне пребывания людей находим по формулам:

– по потере видимости

$$t_{кр}^{ПВ} = \left\{\frac{B}{A}\ln\left[1 - \frac{V\cdot\ln(1{,}05\cdot\alpha\cdot E}{l_{пр}\cdot B\cdot D_m\cdot Z}\right]^{-1}\right\}^{\frac{1}{n}} = 0{,}525\ (мин);$$

– по повышенной температуре

$$t_{кр}^{Т} = \left\{\frac{B}{A}\ln\left[1 + \frac{70-t_0}{(273+t_0)\cdot Z}\right]\right\}^{\frac{1}{n}} = 0{,}87\ (мин);$$

– по CO

$$t_{кр}^{тг} = \left\{\frac{B}{A}\ln\left[1 - \frac{V\cdot X}{B\cdot L\cdot Z}\right]^{-1}\right\}^{\frac{1}{n}}.$$

Получили отрицательный логарифм, следовательно, ОФП не представляет опасности:

– по CO2

$$t_{кр}^{тг} = \left\{\frac{B}{A}\ln\left[1 - \frac{V\cdot X}{B\cdot L\cdot Z}\right]^{-1}\right\}^{\frac{1}{n}} = 2{,}24\ (мин);$$

– по HCl

$$t_{кр}^{тг} = \left\{\frac{B}{A}\ln\left[1 - \frac{V\cdot X}{B\cdot L\cdot Z}\right]^{-1}\right\}^{\frac{1}{n}} = 0{,}418\ (мин);$$

– по пониженному содержанию кислорода

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{\frac{B}{A} ln\left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27\right) \cdot Z}\right]^{-1}\right\}^{\frac{1}{n}} = 0,829 \text{ (мин)}.$$

В – размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, вычисляем по формуле

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V}{(1-\varphi) \cdot \eta \cdot Q} = 2,687 \text{ (кг)}.$$

А – размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания материала и площадь пожара, вычисляем по формуле

$$A = 1,05 \cdot \psi_F \cdot V^2 = 0,606\ 9 (\text{кг} \cdot \text{с}^{-3}),$$

h – высота рабочей зоны, вычисляем по формуле

$$h = h_{пл} + 1,7 - 0,5 \cdot \delta = 1,7 \text{ (м)}.$$

Z – безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения, вычисляем по формуле

$$Z = \frac{h}{H} \cdot \exp^{\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right)} = 1,62.$$

Отсюда время блокирования путей эвакуации из помещения, где произошел пожар

$$t_{бл} = \min\{t_{кр}^{ПВ}, t_{кр}^{Т}, t_{кр}^{O_2}, t_{кр}^{ТП}\} = 0,525 \text{ (мин)}.$$

Время эвакуации из помещения 0,0855 минут, следовательно, все студенты из помещения, где произошел пожар, успеют эвакуироваться.

Минимальное время наступления ОФП наблюдается по потере видимости. ВНИИПО подтверждает, что блокирование путей эвакуации, чаще всего наступает из-за задымления и потере видимости. Рассчитаем время задымления коридора; что приведет к блокированию эвакуационных путей. Объем коридора – 362,88 м^3; Свободный объем коридора – 290,304 м^3

$$t_{кр}^{ПВ} = \left\{\frac{B}{A} \ln\left[1 - \frac{(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{l_{пр} \cdot B \cdot D_m \cdot Z}\right]^{-1}\right\}^{\frac{1}{n}} = 14,23 \text{ (мин)},$$

$$t_{бл}=14,23 \text{ (мин)}.$$

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

- $Q_В^Н$ – нормативное значение индивидуального пожарного риска, $Q_В^Н = 10^{-6}$год$^{-1}$.

- $Q_В$- расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска в каждом здании рассчитывается по формуле

$$Q_В = Q_n \cdot (1 - R_{ап}) \cdot P_{пр} \cdot (1 - P_э) \cdot (1 - P_{п.з.}), \qquad (4.10)$$

где Q_n– частота возникновения пожара в здании в течение года, определяется на основании статистических данных. При наличии данных о количестве людей в здании необходимо использовать уточненную оценку, а при их отсутствии - оценку в расчете на одно учреждение. При отсутствии статистической информации допускается принимать Q_n=4·10^{-2} для каждого здания;

$R_{ап}$ – вероятность эффективного срабатывания АУПТ. Значение параметра определяется технической надежностью элементов АУПТ, приводимых в технической документации. При отсутствии сведений по параметрам технической надежности допускается принимать, $R_{ап} = 0.9$;

$P_{пр}$ – вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения

$$P_{пр} = \frac{t_{функ}}{24},$$

где $t_{функ}$– время нахождения людей в здании в часах.

$P_э$ – вероятность эвакуации людей;

$P_{п.з}$ – вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

Вероятность эвакуации рассчитывается по формуле

$$P_э = \begin{Bmatrix} \frac{0{,}8 \cdot t_{бл} - t_р}{t_{нэ}}, \text{если } t_р < 0{,}8 \cdot t_{бл} + t_{нэ} \text{ и } t_{ск} \le 6 \text{ мин} \\ 0{,}999, \text{если } t_р + t_{нэ} \le 0{,}8 \cdot t_{бл} \text{ и } t_{ск} \le 6 \text{ мин} \\ 0{,}000, \text{если } t_р \ge 0{,}8 \cdot t_{бл} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{Bmatrix},$$

где $t_р$– расчетное время эвакуации людей, мин;

$t_{нэ}$ – время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), мин;

$t_{бл}$ – время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно

допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации), мин;

$t_{ск}$ – время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение 0,5).

Время существования скоплений $t_{ск}$=4,83.

Вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты $P_{пз}$,направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей, рассчитывается по формуле

$$P_{п.з.} = 1 - (1 - R_{обн} \cdot R_{соуэ}) \cdot (1 - R_{обн} \cdot R_{пдз}), \quad (4.11)$$

где $R_{обн}$ – вероятность эффективного срабатывания системы пожарнойсигнализации. Значение параметра определяется технической надежностью элементов системы пожарной сигнализации, приводимых в технической документации. При отсутствии сведений по параметрам технической надежности допускается принимать;

$R_{соуэ}$ – условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации;

$R_{пдз}$ – условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации.

$$P_{пр} = \frac{t_{функц}}{24} = 0{,}67,$$

$$P_{э} = 0{,}999,$$

$$P_{пз} = 1 - (1 - R_{обн} \cdot R_{СОЭ}) \cdot \left(1 - R_{обн} \cdot R_{ПДЗ}\right) = 0{,}8704,$$

$$Q_{в} = Q_{n} - (1 - R_{ап}) \cdot P_{пр} \cdot (1 - P_{э}) \cdot (1 - P_{пз}) = 0{,}51 \cdot 10^{-6},$$

$$Q_{В} \leq Q_{В}^{Н}.$$

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому.

5 Бизнес – план

5.1 Введение

Одним из наиболее устойчивых новшеств в области недвижимости считаются регулярно разрастающиеся запросы к ее качеству на первооснове

формирования высокотехнологичных перспектив, увеличивающих способности увеличить продуктивность инвестиционных вложений. В данном случае повсеместной закономерностью считается выстраивание новейших типов недвижимости с сложной инженерной инфраструктурой, к примеру, разнообразные бизнес - центры, многофункциональные и спортивно - развлекательные площадки, сети мировых отелей, собственно, что приводит к сложностям ведения объектами и службами. В последствие, увеличивается цена обслуживания данных объектов. Здесь закладывается прогрессивное направление развития недвижимости, связанное со строительством "Интеллектуального здания".

5.2 Резюме

Интеллектуальное здание DoubleTree by Hilton является отелем с уникальными возможностями для кллиентов. Благодаря автоматизированной структуре управления оптимизирована работа гостиничного комплекса. Оснащение, которое заключается в разнообразных устройствах обеспечивает благоприятное времяпровождение гостям. Помимо удобства для постояльцев, необходимо подчеркнуть комфортабельные обеспечения для рабочего персонала.

5.3 Анализ идеи

Организация интеллектуальной системы с повышенной эффективностью, учитывая пропускную способность сети внутри здания, спрос на различные виды услуг в гостиничном комплексе. Интеллектуальная Wi-Fi сеть, созданная оборудованием Ruckus, обеспечит максимально надежный прием и передачу сигналов. Работает технология, которая передает сигналы по наиболее эффективным путям так, чтобы обойти возникающие помехи. Используя точки доступа Ruckus, владелец гостиницы может снизить количество точек доступа на 35-40% и это позволит существенно сэкономить затраты.

5.4 Характеристика отрасли

На сегодняшний день в Казахстане представлено незначительное количество компаний, занимающиеся разработкой Интеллектуальных зданий, в которых все услуги и функции заключены на базе автоматизированной системы управления. Особенность главного проекта состоит в том, что интеллектуальная mesh-сеть имеет ряд неоспоримых преимуществ, которые выгодно отличают ее от конкурентов. Во-первых, она предоставляет возможность параллельно подключаться пользователям. Во-вторых, присутствует поддержка современных мультимедийных технологий. Все это стало возможным, благодаря адаптивным антеннам и технологии управления информационными потоками, что позволяют осуществить классификацию, планирование, установить приоритеты и оптимизировать мультимедийный трафик. Таким образом, клиентам гостиниц и отелей открывается прекрасная возможность транслировать изображения и видеоматериал без каких-либо

искажений, качественно воспроизводить звук в ходе голосовых коммуникаций сотрудников, использующих IP-телефонию.

5.5 Продукт

Компания Ruckus предлагает новейшую разработку двухдиапазонных точек доступа, работающих по стандарту 802.11n, которые обеспечивают крупные гостиничные комплексы продуктивно действующей инфраструктурой на базе внедрения беспроводной сети с довольно высокими показателями надежности. Данные системы способны всесторонне справиться с требованиями, которые предъявляют современные бизнес-процессы и задачи [29]. Среди них первоначальные ступени занимают:

- высокоскоростной бесперебойный интернет;
- многоуровневый доступ к Интернету;
- высочайший уровень безопасности соединений;
- обеспечение безотказной работы IP-телефонии.

5.6 Оценка рынка сбыта

Рынком сбыта, для Интеллектуальной гостиницы будут не только туристы со всего мира, но и бизнес-корпорации. В Интеллектуальной гостинице предоставляются всевозможные услуги, начиная с уютных-номеров и заканчивая конференц-залами, оснащенными передовыми технологиями.

5.7 Конкурентоспособность

Для развивающейся страны данный проект является новшеством, демонстрируя технологические услуги последнего поколения. Это достаточно узкая ниша, то есть мы строим интеллектуальную сеть с максимально пропускной способностью, готовая предоставлять возможность организации оптимизировать работу.

5.8 Стадии развития

Стадия развития проектирования беспроводной сети в Интеллектуальном здании: подготовительная, основная и заключительная.

Первоначальная стадия предусматривает получение кредита для покупки оборудования, позволяющего создать беспроводную сеть.

На основной стадии производится монтаж и установка оборудования

Заключительная стадия осуществляет эксплуатацию, окупаемость кредита.

5.9 Организационный план

В задачи проекта входит:

- выбор оборудования для организации контакт-центра;
- доставка и монтаж оборудования;
- установка операторских мест;
- настройка оборудования;
- наем персонала и начало работы.

Оборудование для организации сети приведено в таблице 5.1.

5.10 Производственный план

Реализация инвестиционного проекта производится по следующим этапам:

- монтаж оборудования;
- настройка системы;
- сдача в эксплуатацию.

Таблица 5.1 – Оборудование для организации сети

Наименование	Кол-во, штук	Цена, тыс. тенге.	Сумма, тыс. тенге.
Точка доступа Ruckus Wireless ZoneFlex R300 901-R300-WW02	34	207,2	7044,8
Оптический кабель Ubiquiti Fiber Cable Single Mode 90 м FC-SM-300	30	69500	2085
Итого			9129,8

Для обслуживания проектируемой беспроводной сети требуется определенный штат сотрудников.

Необходимый штат сотрудников сведен в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Необходимый штат сотрудников [30]

Наименование должностей	Кол-во единиц	Ежемесячная зар. плата одного работника, тыс. тенге	Ежемесячная зар. плата всех сотрудников, тыс. тенге.
Сис. админ	2	108	216
Инженер	4	133	532
Итого	6	245	748

Основная заработная плата сотрудников за 1 календарный год составит

$$ЗПосн = 8976 \text{ (тыс. тенге).}$$

5.11 Финансовый план

Финансовый план является основной частью бизнес-плана, который включает в себя расчет всех капитальных затрат, доходов, эксплуатационных расходов, прибыли, рентабельности и срока окупаемости.

Далее представлены расчеты, показывающие стоимость внедрения, экономическую эффективность использования и срок окупаемости.

5.11.1 Расчет капитальных затрат. Капитальные затраты определим по формуле

$$К = Ц + К_П + К_Д + К_У, \quad (5.1)$$

где Ц – цена оборудования сети;

$К_П$ – стоимость перевозки оборудования;

$К_Д$ – стоимость доставки оборудования;

$К_У$ – стоимость монтажа и установки оборудования.

Капитальные вложения на оборудование указаны в таблице 5.3.

Расчет затрат на организацию рабочего места сделан и внесен в таблицу 5.4.

Окончательные капитальные затраты приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.3 – Капитальные вложения на оборудование

Наименование затрат	Стоимость, тыс. тенге.
1 Стоимость оборудования, (Ц)	9129,8
2 Перевозка оборудования, (Кп, составляет 5% от стоимости оборудования)	456,49
3 Установка и монтаж оборудования, (Ку, составляет 8% от стоимости оборудования)	730,38
Итого	10316,67
Доп. неучтенные расходы (10%)	1031,67
Всего	11348,34

Таблица 5.4 – Расчет затрат на организацию рабочего места

Наименование	Цена, тыс. Тенге	Кол-во	Стоимость, тыс. тенге.
Компьютер (стационарный)	100	2	200
Ноутбук	150	2	300
Стол офисный	20	2	40
Стул	15	2	30
Набор инструментов для обслуживания медных и оптических линий связи	250	4	1000
Итого			1570
Доп. неучтенные расходы (10%)			157
Всего			1727

Таблица 5.5 – Капитальные затраты

Наименование вложений	Стоимость, тыс. тенге.
1. Капитальные вложения на оборудование, транспортировку и монтаж	11348,34
2. Капитальные вложения на организацию рабочих мест	1727
Всего	13075,34

5.11.2 Расчет годовых эксплуатационных расходов. Эксплуатационные расходы определим по формуле

$$Э = ЗП + А + М + С_{ЭЛ} + С_{АДМ}, \quad (5.2)$$

где *ЗП* - основная и дополнительная заработная плата сотрудников с учетом отчислений на социальное страхование, пенсионный фонд, фонд занятости;

А - суммарная амортизация;

М - затраты на материалы и запасные части;

$С_{ЭЛ}$ - затраты на использование электрической энергии;

$С_{АДМ}$ - прочие административные управленческие и эксплуатационные расходы.

Для вычисления заработной платы в таблице 5.2 приведем среднемесячные оклады обслуживающего персонала. Основная заработная плата за год составит

$$ЗП_{ОСН} = 8976 \text{ (тыс. тенге).}$$

В годовой фонд заработной платы включается дополнительная заработная плата (работа в ночное время, сверхурочные и т.д.) в размере 30% от основной заработной платы

$$ЗП_{ДОП} = ЗП_{ОСН} \cdot 0{,}3 = 8976 \cdot 0{,}3 = 2692{,}8 \text{ (тыс. тенге).}$$

Фонд оплаты труда складывается из основной и дополнительной заработной платы

$$ФОТ = ЗП_{ОСН} + ЗП_{ДОП}, \quad (5.3)$$

$$ФОТ = 8976 + 2692{,}8 = 11668{,}8 \text{ (тыс.тенге).}$$

Социальный налог составляет 13% от фонда оплаты труда без учета отчислений в пенсионный фонд

$$С_Н = (ФОТ - С_П) \cdot 0{,}13, \quad (5.4)$$

$$C_H = (11668{,}8 - 1166{,}88) \cdot 0{,}13 = 1365{,}25 \text{ (тыс. тенге).}$$

Итоговый показатель затрат на заработную плату составят

$$ЗП = ФОТ + С_Н, \quad (5.5)$$

$$ЗП = 11668{,}8 + 1365{,}25 = 13034{,}05 \text{ (тыс. тенге).}$$

Амортизационные расходы на обслуживание оборудования беспроводной сети варьируются в зависимости от вида и составляет от 7 до

30%. Рассчитаем укрупненным методом и примем среднее значение 15% от цены оборудования

$$A_1 = 11348{,}34 \cdot 0{,}15 = 1702{,}25 \text{ (тыс. тенге).}$$

Амортизационные расходы на использование компьютеров и комплект оборудования составляют 30% от их цены

$$A_2 = (300 + 200 + 1000) \cdot 0{,}3 = 450 \text{ (тыс. тенге).}$$

Амортизация офисной мебели составляет 15% от цены

$$A_3 = (40 + 30) \cdot 0{,}15 = 10{,}5 \text{ (тыс. тенге),}$$

$$A = A_1 + A_2 + A_3 = 1702{,}25 + 450 + 10{,}5 = 2162{,}75 \text{ (тыс. тенге).}$$

Затраты на использование электрической энергии находим путем сложения затрат на освещение и производство, так как затраты на освещение значительно ниже последних, примем затраты на освещение как 5% от производственных[31]. Затраты на электроэнергию рассчитаем по данной формуле

$$C_{произЭЛ} = W \cdot T \cdot S, \tag{5.6}$$

где W= 9,9 кВт - потребляемая мощность;

T– количество часов работы T=9x365 = 3285 ч;

S–стоимость киловатт×часа электроэнергии S=19,17 тенге/квт×час.

$$C_{произЭЛ} = 9{,}9 \cdot 3285 \cdot 19{,}17 = 623437{,}155 \text{ (тыс. тенге).}$$

Таким образом, затраты на использование электрической энергии составят

$$C_{ЭЛ} = C_{произЭЛ} \cdot 0{,}05 + C_{произЭЛ} = 623437{,}155 \cdot 0{,}005 + 623437{,}155 = 626554{,}34 \text{(тыс. тенге).}$$

Затраты на материалы и запасные части принимают в размере 5% от стоимости системы

$$M = 9129{,}8 \cdot 0{,}05 = 456{,}49 \text{ (тыс. тенге).}$$

Сумма остальных расходов составит 40% от ФОТ

$$C_{АДМ} = ФОТ \cdot 40\% = 11668{,}8 \cdot 0{,}4 = 4667{,}52 \text{ (тыс. тенге).}$$

Таким образом, эксплуатационные расходы составят

$$Э = ЗП + A + M + C_{ЭЛ} + C_{АДМ}, \tag{5.7}$$

Э =13034,05+2162,75+456,49+626554,34+4667,52=646875,15 (тыс. тенге).

5.11.3 Расчет ожидаемых годовых доходов. Оценка производственных показателей. Внедрение высококачественной беспроводной сети Wi-Fi в Интеллектуальном здании позволит не только повысить доход, полученный с гостиничных номеров, но и доходы от рекламы и аренды помещений.

Рисунок 5.1 – Доли статей эксплуатационных расходов

Выделим следующие категории номеров:

– делюкс – 110 (55234 тенге/сутки);
– люкс – 30 (100946 тенге/сутки);
– роскошный люкс – 24 (125706 тенге/сутки);
– премиум – 10 (228556 тенге/сутки);
– королевские апартаменты – 2 (2628398 тенге/сутки);
– президентские апартаменты – 1 (3000000 тенге/сутки).

Рассчитаем среднюю стоимость 1 гостиничного номера в сутки

$$\frac{55234\cdot110+100946\cdot30+125706\cdot24+228556\cdot10+2628398\cdot2+3000000}{177} = 128041{,}92(\text{тенге}).$$

Средняя стоимость 1 гостиничного номера в сутки составляет 128041,92 тенге.

Предположим, что 1% от стоимости номера включает в себя использование Wi-Fi, тогда

$$128041{,}92 \cdot 0{,}01 = 1280{,}42 \text{ (тенге)}.$$

Учитывая занятость 100 номеров отеля из 177 в течение одного года, то доход от продаж номеров составит

$$1280{,}42 \cdot 60 \cdot 365 = 28041{,}2 \text{ (тыс. тенге/год).}$$

5.11.4 Рассчитаем срок окупаемости. Для этого необходимо знать величину абсолютной экономической эффективности.

Абсолютная экономическая эффективность определяется соотношением чистого дохода ($Д_{ЧИСТ}$) и стоимости капитальных затрат

$$\text{Е} = \frac{\text{Дчист}}{\text{К}}. \tag{5.8}$$

Доход от основной деятельности

$$\text{Д}_{\text{ОСН}} = \text{Д}_{\text{реал(месяц)}} \cdot 12 - \text{Э}_{\text{р}}, \tag{5.9}$$

$$\text{Д}_{\text{осн}} = 28041{,}2 - 20701{,}56 = 7339{,}64 \text{ (тыс.тенге).}$$

Примем $\text{Д}_{\text{осн}} = \text{Д}_{\text{доналогооб}}$, таким образом

$$\text{Дчист} = \text{Д}_{\text{ОСН}} - 0{,}2 \times \text{Д}_{\text{ОСН}} = \text{Д}_{\text{ОСН}} \times 0{,}8, \tag{5.10}$$

$$\text{Д}_{\text{чист}} = 7339{,}64 \cdot 0{,}8 = 5871{,}712 \text{ (тыс.тенге).}$$

Поэтому

$$\text{Е} = \frac{5871{,}712}{1307{,}34} = 0{,}45.$$

Расчетный срок окупаемости определяется как величина, обратная абсолютной экономической эффективности

$$T = \frac{1}{E} = \frac{1}{0{,}45} = 2{,}22 \text{ (года).}$$

Таким образом, срок окупаемости внедрения проекта составляет 2 года 3 месяца.

Точка окупаемости инвестиционного проекта изображена на рисунке 5.2.

Показатели эффективности от внедрения контакт-центра приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Показатели эффективности от внедрения контакт-центра.

Наименование показателя	Значения
Капитальные затраты, тыс. тенге	13075,34
Эксплуатационные расходы, тыс. тенге	646875,15

Доход от основной деятельности, тыс. тенге	7339,64
Чистый доход, тыс. тенге.	5871,712
Абсолютная экономическая эффективность	0,45
Расчетный срок окупаемости (без учета дисконты), год	2,2
Индекс доходности (PI)	1,702

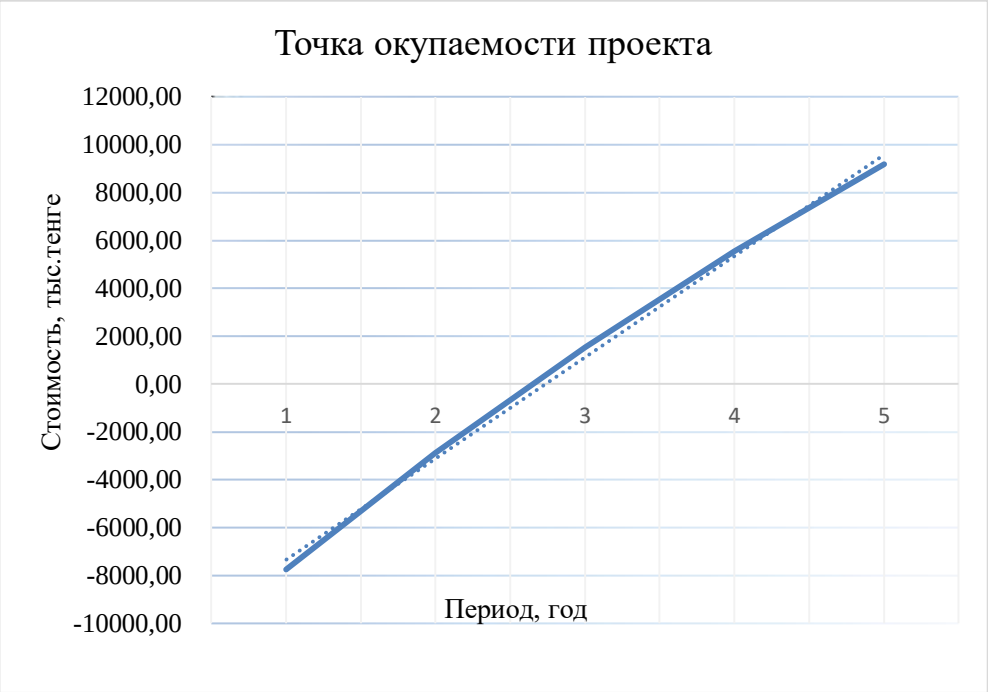


Рисунок 5.2– Точка окупаемости инвестиционного проекта

5.12 Вывод по экономической части

В своем бизнес-плане я произвела расчет проекта по организации сети Wi-Fi в Интеллектуальном здании. Объектом является отель мирового класса «DoubleTree by Hilton». В работе был сделан расчет окупаемости беспроводного доступа Wi-Fi. В качестве выбора оборудования для реализации проекта было отдано предпочтение в пользу фирмы Ruckus.

Если инвестировать не в технологию, а в ликвидный материальный актив, банкротство предприятия даже при наихудшем сценарии развития проекта не представляется возможным. Стоимость уже построенного и оборудованного здания Интеллектуального отеля может существенно превосходить затраты на его разработку и оборудование. Для расчета средств, необходимых кредита, требуется составить инвестиционный план. На начальном этапе необходимо подсчитать сумму капитальных вложений, к которым относится покупка оборудования, мебели, установка и монтаж оборудования и пр. Сумма капитальных инвестиций составляет 13 075 340 тенге. Для организации проекта необходимы трудовые ресурсы. Количество персонала на первых этапах внедрения составит 6 человек. Таким образом, основная заработная плата за год составит 8 976 000 тенге. Эксплуатационные

затраты на проектирование беспроводной сети Wi-Fi – составляют 646 875 150 тенге. Стоимость оборудование составляет порядка 11 348 340 тенге. При рентабельности 1,702, данная работа окупается в среднем за 2,654 года.

Заключение

Целью дипломного проекта служило не только обеспечение Интеллектуального здания усовершенствованными технологиями автоматизации, но и анализ характеристик и параметров телекоммуникационной сети. Результатом проекта является установка, которая является высокоэффективной, энергосберегающей и имеет значительно более низкие эксплуатационные расходы и обеспечивает улучшенную внутреннюю среду и комфортные условия для гостей. Все это обеспечивает значительный возврат инвестиций.

Многие технологические решения являются доступными в данной отрасли. Другие будут доступны в течение следующих нескольких лет. Задача, с которой мы сталкиваемся, состоит в том, чтобы двигаться дальше и проектировать концепции Интеллектуальных зданий с действительно модернизированными продуктами.

Телекоммуникационные сети связи имеют важное значение для осуществления проекта Интеллектуального управления зданием. Многие коммуникационные технологии и архитектуры могут быть использованы, чтобы позволить умным зданиям участвовать в работе сети. В работе были рассмотрены несколько возможных коммуникационных решений и стандартов для интеллектуального построения, а также их преимущества и недостатки. Также была изучена архитектура коммуникационной сети для Интеллектуального здания.

С появлением подключенных к IoT устройств, достижений в области сенсорных технологий и технологий управления, новая волна передовых, неинвазивных, экономичных и быстрых в установке продуктов преодолела основные трудности традиционных BMS. Эти новые продукты развернуты с минимальными затратами и установлены неспециалистами-профессионалами, они расширяют возможности существующих BMS и могут даже заменить BMS в основных приложениях. Устройства IoT с «большими данными», которые они могут генерировать, могут быть собраны в облачное управление с помощью устройств, которые легко контролируются и управляются менеджерами оборудования с помощью мобильных гаджетов (смартфонов и планшетов).

Разработка Интеллектуального здания представляет собой масштабный комплекс всех направлений. Здание, в котором заключено инновационное оборудование, обеспечивающее автоматизацию всех устройств, должно быть безопасным для пребывания в нем. Помещение, в котором находится центр управления зданием, спроектировано согласно всем нормам и правилам техники безопасности. В разделе безопасности жизнедеятельности произведен расчет вентиляционной системы в центре управления и мониторинга. Правильный расчет параметров вентиляции позволит повысить производительность работы персонала и оборудования.

Важно отметить экономическую эффективность Интеллектуального здания с интегрированными системами, которые позволяют значительно сократить расходы на энергию. Инвестировав в качественное и драгостоящее оборудование беспроводной сети, можно окупить проект в течение 2,5 лет.

Список литературы

1 Aldrich F. K. Smart homes: past, present and future. Inside the smart home. – 2003. – №1. – С.17 – 39.

2 Caffrey R. The Intelligent Building – An ASHRAE Opportunity, ASHRAE Technical Data Bulletin. – 2008. - №4 – С. 57-61.

3 Royal Academy of Engineering. Smart Buildings: People and Performance. // RAENG.ORG: Royal Academy of Engineering. URL: http://www. raeng.org.uk (дата обращения 05.02.2020).

4 Ryu, C. S. Iot-based intelligent for fire emergency response systems. International Journal of Smart Home 9(3). – 2015. – С.161-168.

5 Green Peak. Building the Smart Home. - 2015. – 205 с.

6 Alex Herceg. Upstart Innovators are Positioned to Disrupt Incumbents in HVAC Sensing, Controls and Services Combinations. – 2015. -// DAINTREE.NET : GE Current, a Daintree company. URL: http://www.daintree.net/blog/category/smartbuildings/. (дата обращения: 22.02.2020)

7 Гололобов В.Н. Умный дом своими руками. - М.: НТ Пресс, 2007. - 416 с.

8 Clements-Croome, D. Intelligent Buildings: Design, Management and Operation. – London.: 2004. – с 276.

9 Автоматизированная система управления «Умный дом»// INTELVISION.RU : INTELVISION. 2006. URL: https://www.intelvision.ru/services/smarthome (дата обращения: 15.03.2020).

10 Кавалеров М.В., Кон Е.Л., Южаков А.А. Принципы построения аппаратурно-программного обеспечения рабочего места оператора интеллектуального здания. Учебное пособие. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 126 с.

11 Hemant Kumar Sharma, Sanjeev Sharma, Krishna Kumar Pandey. Survey of propagation Model in wireless Network. International Journal of Computer Science Issues – 2011. - № 8. – P.110.

12 Dhillon, H. S., Huang, H., & Viswanathan, H. Wide-area wireless communication challenges for the internet of things// IEEE Communications Magazine 55(2). – 2015. – P. 168-174.

13 Paul Ehrlich. Intelligent Buildings vs. Building Automation// REALCOMM.COM : the Intersection of Commercial and Corporate Real Estate, Technology, Automation and Innovation. URL: https://realcomm.com/advisory/advisory.asp?Adviso (дата обращения 07.03.2020).

14 Abbas, Z., & Yoon, W. A survey on energy conserving mechanisms for the internet of things: wireless networking aspects. Sensors 15(10) 24818-24847. – 2015.

15 Ancy Varghese. Smart Buildings. – 2015. – с.145.

16 Zorzi, M., Gluhak, A., Lange, S., & Bassi, A. From today's intranet of things to a future internet of things: a wireless- and mobility-related view// IEEE Wireless Communications 17(6), - 2017. – P. 44-51.

17 Velt T. J., Alsenpetter R.K. The Smart home construction. - №3. – 2018. – P. 75-88.

18 Дементьев Андрей. Умный дом XXI века. Без издательства, 2016. — 100 с.

19 Реализованные проекты HDL автоматизации гостиниц// HDLAUTOMATION.RU : HDL. 2008.URL: https://hdlautomation.ru/reshenia-v-hotel (дата обращения 23.02.2020).

20 Ефимов Н. Системы освещения на базе PoE: ответы на главные вопросы. Журнал сетевых решений LAN. - №5. – 2018.

21 Комнатный контроллер HDL// HDLAUTOMATION.RU: HDL. 2008. URL: https://hdlautomation.ru/product-category/hdl-buspro/dmx-upravlenie-led (дата обращения 11.03.2020).

22 Коммутатор Cisco Nexus 3000// CISCO.COM : Cisco Systems, Inc. URL: https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/nexus-3000-series-switches/datasheet-c78-739189.html (дата обращения .

23 Вильямс. Беспроводные линии связи и сети − М. Издательский дом "Вильямс". – 2003. − 440 с.

24 Точка доступа Ruckus Wireless ZoneFlex 7372 901-7372-WW00// WIFI.KZ : Ruba Technology. URL: https://wifi.kz/catalog/access-points/tochka-dostupa-ruckus-wireless-zoneflex-7372/ (дата обращения 20.04.2020)

25 Калькулятор расчета потерь в свободном пространстве// ec2-52-4-221-11.compute-1.amazonaws.com URL: https://www.everythingrf.com/rf-calculators/free-space-path-loss-calculator (дата обращения 24.03.2020).

26 Абикенова А.А., Санатова Т.С. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Пожарная профилактика» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат - Алматы.: АИЭС, 2009. - 32 с.

27 Н.Г. Приходько, Ф.Р. Жандаулетова. Основы пожарной безопасности. Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 5В073100 – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды. - Алматы: АУЭС, 2013 - 31 с.

28 Мурашова Ольга Владимировна. Оценка экономической эффективности строительства "интеллектуальных зданий" – Москва.: 2010.- 168 с.

29 Современная сеть Wi-Fi для владельцев гостиничного бизнеса// WIFI.KZ : Ruba Technology. URL: https://wifi.kz/articles/sovremennaya-set-wi-fi-dlya-vladeltsev-gostinichnogo-biznesa/ (дата обращения 28.02.2020).

30 Калькулятор заработной платы// MOJAZARPLATA.KZ : Powered by the WageIndicator Foundation - Share and compare wages, understand Labour Laws and spot career opportunities. URL: https://mojazarplata.kz/zarplatny-kalqkuljator#/ (дата обращения 23.03.2020).

31 Бекишева А.И. Методические указания к выполнению экономической части дипломной работы для бакалавров специальности 5В0703 - Информационные системы – Алматы: АУЭС; 2013. –24 с.

32 Офисная мебель// SKOMPLEKT.COM : СвязьКомплект URL: https://skomplekt.com/tovar/7/1/16/ (дата обращения 06.03.2020).

33 Компьютерная техника// TECHNODOM.KZ : Интернет-магазин электробытовой и компьютерной техники. URL: https://www.technodom.kz/catalog/statsionarnye_pk/ (дата обращения 11.04.2020).

34 System integration control of HVAC in intelligent building// RESEARCHGATE.NET : ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/4114403_System_integration_control_of_HVAC_in_intelligent_building.

35 Intelligent elevator control and safety monitoring system// RESEARCHGATE.NET : ResearchGate GmbH. 2008. URL: https://www.researchgate.net/publication/325739355_Intelligent_elevator_control_and_safety_monitoring_system.

36 The Designs of Intellectual Lighting Control System Based on 51 Single-Chip// MEMOORI.COM : Smart Building Research. URL: https://memoori.com/lighting-controls-play-key-role-smart-building-sector/.

37 The Designs of Intellectual Lighting Control System// RESEARCHGATE.NET : ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/325739355_Intelligent_elevator_control_and_safety_monitoring_system.

38 Intelligent elevator control and safety monitoring system// RESEARCHGATE.NET : ResearchGate GmbH. 2008. URL: https://www.researchgate.net/publication/325739355_Intelligent_elevator_control_and_safety_monitoring_system.

39 6 Different Types of Sensors That Home Alarm Systems Use to Detect an Intruder// RESEARCHGATE.NET : ResearchGate GmbH. 2008. URL: https://www.commandone.com/6-different-types-of-sensors-that-home-alarm-systems-use-to-detect-an-intruder/.

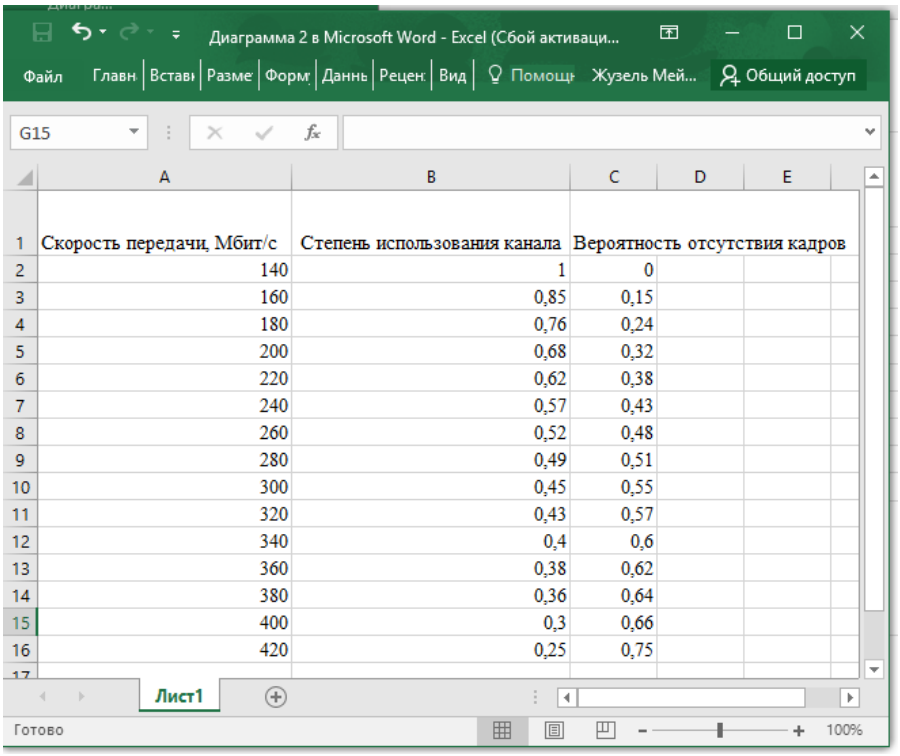
Приложение А

Расчет скорости обслуживания в магистральном канале

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Скорость передачи,	Время обсулживания, с	Скорость обслуживания, бит/с			Степень использования канала	Вероятность отсутствия кадров	
2	140000000	4,22857E-06	236486,4865			0,971674971	0,028325029	
3	160000000	0,0000037	270270,2703			0,8502156	0,1497844	
4	180000000	3,28889E-06	304054,0541			0,7557472	0,2442528	
5	200000000	0,00000296	337837,8378			0,68017248	0,31982752	
6	220000000	2,69091E-06	371621,6216			0,618338618	0,381661382	
7	240000000	2,46667E-06	405405,4054			0,5668104	0,4331896	
8	260000000	2,27692E-06	439189,1892			0,5232096	0,4767904	
9	280000000	2,11429E-06	472972,973			0,485837486	0,514162514	
10	300000000	1,97333E-06	506756,7568			0,45344832	0,54655168	
11	320000000	0,00000185	540540,5405			0,4251078	0,5748922	
12	340000000	1,74118E-06	574324,3243			0,400101459	0,599898541	
13	360000000	1,64444E-06	608108,1081			0,3778736	0,6221264	
14	380000000	1,55789E-06	641891,8919			0,357985516	0,642014484	
15	400000000	0,00000148	675675,6757			0,34008624	0,65991376	
16	420000000	1,40952E-06	709459,4595					

Приложение Б

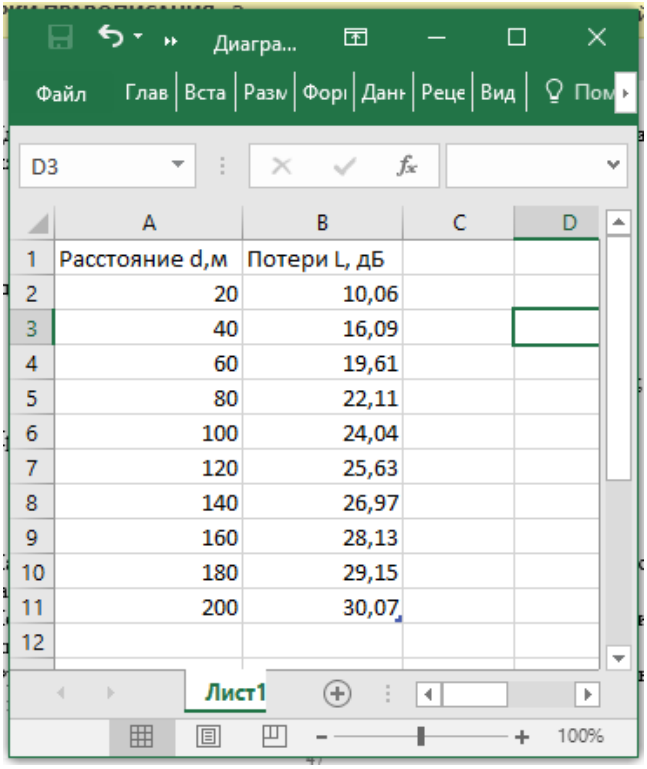
Расчет степени использования канала и вероятности отсутствия кадров



	A	B	C
1	Скорость передачи, Мбит/с	Степень использования канала	Вероятность отсутствия кадров
2	140	1	0
3	160	0,85	0,15
4	180	0,76	0,24
5	200	0,68	0,32
6	220	0,62	0,38
7	240	0,57	0,43
8	260	0,52	0,48
9	280	0,49	0,51
10	300	0,45	0,55
11	320	0,43	0,57
12	340	0,4	0,6
13	360	0,38	0,62
14	380	0,36	0,64
15	400	0,3	0,66
16	420	0,25	0,75

Приложение В

Зависимость потерь в свободном пространстве от расстояния



	A	B	C	D
1	Расстояние d,м	Потери L, дБ		
2	20	10,06		
3	40	16,09		
4	60	19,61		
5	80	22,11		
6	100	24,04		
7	120	25,63		
8	140	26,97		
9	160	28,13		
10	180	29,15		
11	200	30,07		
12				