

Министерство науки и высшего образования российской федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Высшая школа «Электроники и компьютерных наук»
Кафедра Инфокоммуникационных технологий

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
Даровских С.Н

“ _____ ” _____ 2020 г.

Проектирование беспроводной сети Wi-Fi на основе стандарта 802.11n

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ- Д 11.03.02.2020.241.00 ПЗ

Руководитель работы
Новиков В.В. _____

“ _____ ” _____ 2020 г.

Автор работы
студент группы КЭ-411
Сычев Н.И.

“ _____ ” _____ 2020 г.

Нормоконтролер
Спицына В.Д. _____

“ _____ ” _____ 2020г.

Челябинск
2020

РЕФЕРАТ

Сычев Н.И. Проектирование беспроводной сети Wi-Fi на основе стандарта 802.11n-
Челябинск: ЮУрГУ, КЭ, 2020, 49 с. - Библиографический список – 11 наименов.

В данном дипломном проекте рассмотрен план по построению сети беспроводной связи на основе стандарта Wi-Fi (IEEE-802.11n) в общежитии №7 Южно-Уральского государственного университета.

В дипломе так же представлены характеристики стандарта, отличие его от других стандартов, схема построения, покрытия сети и состав оборудования.

					<i>ЮУрГУ - Д 11.03.02.2020.241.00 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Сычев Н.И.</i>			Проектирование беспроводной сети Wi-Fi	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Новиков В.В.</i>					5	49
<i>Н. Кантр.</i>		<i>Спицына В.Д. М.С.</i>			ЮУрГУ, кафедра ИКТ			
<i>Утверд.</i>		<i>Даровских С.Н.</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Анализ технологии беспроводного доступа Wi-Fi	8
1.1 История совершенствования технологии.....	8
1.2 Основные стандарты протокола 802.11.....	8
1.3 Принцип работы стандарта 802.11n.....	11
1.3.1 Реализация технологии MIMO.....	12
1.3.2 Способы повышения быстродействия.....	14
1.3.3 Передача и прием.....	15
1.3.4 Совместимость со старыми стандартами 802.11.....	17
1.3.5 Безопасность.....	17
2 Планирование сети беспроводного доступа	19
2.1 Место реализации проекта.....	20
2.2 Подбор стандарта для построения сети.....	20
2.3 Создание структурной схемы строения сети.....	20
2.4 Авторизация и доступ пользователей.....	21
2.5 Электропитание точек доступа.....	22
2.6 Представление и характеристика выбранного оборудования.....	23
2.6.1 Сервер доступа	23
2.6.2 Точка доступа	24
2.6.3 PoE Коммутатор.....	28
2.7 Физическое проектирование сети.....	31
2.8 Монтаж оборудования.....	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	39
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	40
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	41
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	49

ВВЕДЕНИЕ

Технологии в сфере IT развиваются день за днем, и потребность в беспроводных соединениях стремительно растет. Особенно современные мобильные устройства нуждаются в подключении к сети Интернет и локальным ресурсам. Пользователи с беспроводным доступом к материалам могут работать гораздо быстрее и эффективнее.

Разрешить эти задачи можно с помощью беспроводных сетей на основе технологии Wi-Fi. Эта аббревиатура появилась от английского словосочетания Wireless Fidelity, что означает "беспроводная точность". Это система короткого действия, покрывающая десятки метров и которая использует не лицензированные диапазоны частот для обеспечения доступа к сети. На данный момент в установке и использовании эта технология является наиболее удобной и простой.

Преимуществом таких сетей можно отметить быстрое развертывание и удобство при работе с мобильными устройствами. Так же, беспроводная сеть не нуждается в прокладке кабелей, что приводит к экономии ресурсов и времени.

В то же время имеются и недостатки беспроводных сетей. К ним относятся зависимость скорости соединения и радиуса действия от наличия преград и от расстояния между передатчиком и приемником. Один из методов увеличения радиуса действия беспроводной сети заключается в расположении нескольких точек доступа и создании распределённой сети. При разработке таких сетей появляется возможность превратить здание в единую беспроводную зону и увеличить скорость соединения вне зависимости от количества преград.

Целью данной работы является проектирование сети беспроводного доступа в 9-ти этажном общежитии, с повышением уровня информатизации, предоставления современных услуг связи: высокоскоростной доступ в Интернет, компьютерная сеть, на базе технологии Wi-Fi.

1 Анализ технологии беспроводного доступа Wi-Fi

Wi-Fi - технология беспроводной локальной сети с устройствами на основе стандартов IEEE 802.11, разработанный консорциумом Wi-Fi Alliance.

Она дает мобильным устройствам, оборудованным клиентским Wi-Fi приемопередатчиком, доступ в Интернет и к информационным ресурсам внутри здания (локальная сеть). При передаче данных по беспроводной сети фигурируют три элемента: радиосигналы, формат данных и структура сети. Каждый из элементов не зависит от двух остальных, поэтому во время разработки новой сети необходимо разобраться со всеми тремя. С точки зрения эталонной модели OSI радиосигналы действуют на физическом уровне, а формат данных работает на канальном. В сетевую структуру входят адаптеры интерфейсов, точки доступа, беспроводные маршрутизаторы, которые передают и принимают радиосигналы.[1]

1.1 История совершенствования технологии

В 1991 году в Голландии коллективными усилиями двух фирм удалось создать продукт под названием «WaveLAN», который имел узконаправленную деятельность, связывая несколько кассовых аппаратов беспроводной сетью со скоростью передачи данных до 2 Мбит/сек. Затем в 1997 году появляется первая модификация стандарта 802.11, который был утверждён Институтом инженеров электротехники и электроники (англ. — Institute of Electrical and Electronics Engineers).

Стандарт IEEE 802.11 стал первым стандартом для продуктов WLAN от независимой международной организации. Однако этой скорости было недостаточно, что стало причиной последующих модификаций, поэтому сегодня можно говорить о группе стандартов.

1.2 Основные стандарты протокола 802.11

Различные стандарты Wi-Fi предполагают использование разных форматов радиосигнала. В современных стандартах используется два типа модуляции: DSSS (метод прямой последовательности), либо OFDM (ортогональное частотное

мультиплексирование). Информация о стандартах Wi-Fi показана в таблице 1.

Таблица 1 - Техническая информация основных стандартов 802.11

Протокол 802.11	Стандарты				
	a	b	g	n	ac
Дата выпуска	1999	1999	2003	2009	2014
Типичная пропускная способность (Мбит/с)	23	4,3	19	74	433
Максимальная пропускная способность (Мбит/с)	54	11	54	300	1331
Частота (ГГц)	5	2,4	2,4	2,4; 5	5
R внутри здания (м)	~35	~38	~38	~70	~30
R вне здания (м)	~120	~140	~140	~250	~100

802.11a. Стандарт предусматривает передачи данных со скоростью до 54 Мбит/с в частотном диапазоне 5 ГГц (от 5,15 до 5,350 ГГц и от 5,725 до 5,825 ГГц). OFDM модуляция позволяет передавать данные параллельно на множестве подчастот. Это позволяет повысить устойчивость к помехам и поскольку отправляется более одного потока данных, реализуется высокая пропускная способность.

802.11b. Как и в стандарте IEEE 802.11 диапазон частот 2 ГГц, а скорость передачи данных составляет 11 Мбит/с. В протоколе 802.11b для модуляции использовалась либо двоичная (BDPSK), либо квадратурная (QDPSK) относительная фазовая модуляция. На данный момент стандарт устарел и почти не используется, но до сих пор поддерживается большим количеством устройств.

802.11g. Стандарт является логическим развитием стандарта 802.11b/b+ и предполагает передачу данных в том же частотном диапазоне, но с более высокими скоростями до 54 Мбит/с. Следовательно, он полностью совместим с 802.11b,

что позволяет устройствам с 802.11g поддерживать работу с устройствами 802.11b. В качестве базовой модуляции используется OFDM, но опционально доступен метод двоичного пакетного сверточного кодирования PBCC. Главным достоинством сверточных кодеров является помехоустойчивость формируемой ими последовательности.

802.11n. На сегодняшний день это наиболее распространённый и универсальный стандарт, представленный 11 сентября 2009 года. Он применяется на частотах 2,4 ГГц, так и 5 ГГц. Максимальная скорость передачи данных до 600 Мбит/с при применении технологии MIMO, которая подразумевает использование сразу нескольких антенн для одновременной передачи и приёма данных.

Стандарты, упомянутые выше - это стандарты, представляющие протоколы передачи данных по беспроводной сети. Остальные стандарты, обеспечивающие работу различных механизмов, необходимых для работы беспроводной сети описаны ниже.

802.11d. Стандарт определяет требования к физическим параметрам каналов (мощность излучения и диапазоны частот) и устройств беспроводных сетей с целью обеспечения их соответствия законодательным нормам различных стран.

802.11e. Создание данного стандарта связано с использованием средств мультимедиа. Он определяет механизм назначения приоритетов (QoS) разным видам трафика - таким, как аудио и видео приложения.

802.11f. Протокол обмена служебной информацией для передачи данных между точками доступа. Данный протокол является рекомендацией, которая описывает необязательное расширение IEEE 802.11, обеспечивающее беспроводную точку доступа для коммуникации между системами разных производителей.

802.11i. Целью создания данной спецификации является повышение уровня безопасности беспроводных сетей. В ней реализован набор защитных функций при обмене информацией через беспроводные сети - в частности, технология AES (Advanced Encryption Standard) - алгоритм шифрования, поддерживающий ключи длиной 128, 192 и 256 бит.

802.11r. Данный стандарт предусматривает создание универсальной и совместимой системы роуминга для возможности перехода пользователя из зоны действия одной сети в зону действия другой.

Подведя итог можно понять, что разработки спецификации стандарта 802.11 значительно приблизили беспроводные сети по многим параметрам к проводным и оптоволоконным сетям.

1.3 Принцип работы стандарта 802.11n

Стандарт IEEE 802.11n является логическим развитием стандарта 802.11g и является полностью совместимым с ним, то есть любое устройство 802.11n должно поддерживать работу с устройствами 802.11a/b/g. Это повлияло на работу физического уровня стандарта. Максимальная скорость передачи в стандарте 802.11n в теории составляет 600 Мбит/с используя технологию MIMO с четырьмя каналами. По одной антенне — до 150 Мбит/с. Используются частотные диапазоны – 2,4 или 5,0 ГГц, что повышает надёжность связи, уменьшая влияние радиочастотных помех.

В спецификации 802.11n предусмотрены стандартные каналы шириной 20 МГц, а также широкополосные 40 МГц. Это решение повышает пропускную способность. Следует отметить, что в диапазоне 2,4 ГГц можно разместить только два непересекающихся широкополосных канала.

В разработке стандарта 802.11n использовались такие "наследственные" технологии, как OFDM (ортогональное частотное мультиплексирование) и QAM (квадратурная амплитудная модуляция). Подобный подход не только обеспечит обратную совместимость, но и снизит стоимость разработки.[4]

Для повышения пропускной способности сети самое простое решение — увеличение числа каналов передачи. Технология называется множественным входом/выводом (рисунок 1). MIMO (multiple input multiple output). В случае её использования параллельно передаётся множество сигналов, увеличивая тем самым суммарную пропускную способность. Вообще, у MIMO достаточно много пре-

имущества из-за одновременной передачи данных по разным каналам.

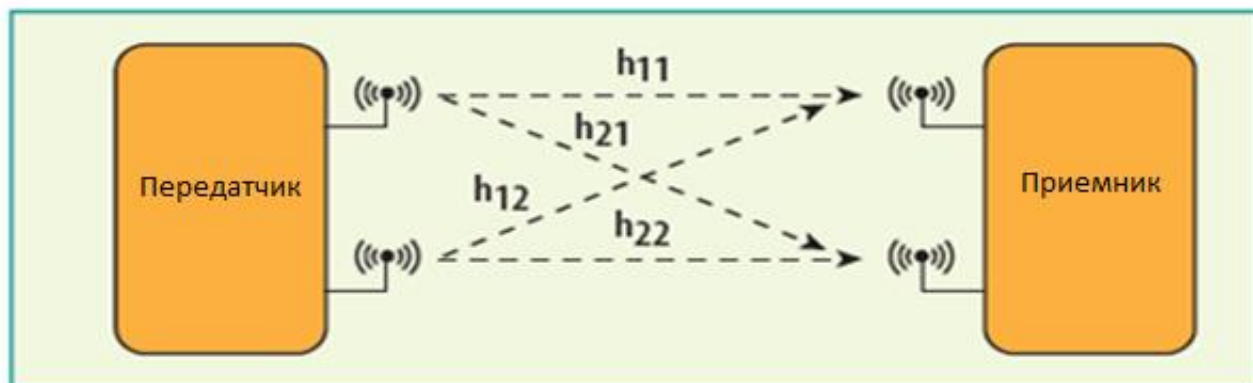


Рисунок 1 - Принцип работы системы MIMO 2x2

Технология использует мультиплексирование с ортогональным частотным разделением канала OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), то есть сигнал передаётся по нескольким различным частотам, после приёма превращаясь в скоростной поток данных. Однако для реализации MIMO на практике необходимо, чтобы для каждого потока данных использовались свои антенны приёма/передачи, цепи RF и АЦП.

Кроме того, устройства 802.11n могут работать в трёх режимах:

- наследуемом (Legacy), в котором обеспечивается поддержка устройств 802.11b/g и 802.11a;
- смешанном (Mixed), в котором поддерживаются устройства 802.11b/g, 802.11a и 802.11n;
- «чистом» режиме — 802.11n (именно в этом режиме и можно воспользоваться преимуществами повышенной скорости и увеличенной дальностью передачи данных, обеспечиваемыми стандартом 802.11n).

Единственным недостатком использования MIMO является сложность и громоздкость системы и, как следствие, более высокое потребление энергии. [6]

1.3.1 Реализация технологии MIMO

Режим с высокой пропускной способностью. Точки доступа 802.11n исполь-

зуют режим High Throughput (HT), известный также как "чистый" режим (Greenfield - режим), который предполагает отсутствие поблизости (в зоне покрытия) работающих устройств 802.11b/g, использующих ту же полосу частот. Если же такие устройства существуют в зоне покрытия, то они не смогут общаться с точкой доступа 802.11n. Таким образом, в этом режиме разрешены к использованию только клиенты 802.11n, что позволит воспользоваться преимуществами повышенной скорости и увеличенной дальностью передачи данных, обеспечиваемыми стандартом 802.11n.

Наследуемый режим. Точка доступа 802.11n с использованием режима Non-HT, отправляет все кадры в формате 802.11b/g, чтобы устаревшие станции смогли понять их. В этом режиме точка доступа должна использовать ширину каналов 20 МГц и при этом не будет использовать преимущества стандарта 802.11n. Для обеспечения обратной совместимости все устройства должны поддерживать этот режим. Нужно учитывать, что точка доступа 802.11n с использованием режима Non-HT не будет обеспечивать высокую производительность. При использовании этого режима передача данных осуществляется со скоростью, поддерживаемой самым медленным устройством.

Двойной наследуемый режим. Устройства используют полосу 40 МГц, при этом одни и те же данные посылаются по верхнему и нижнему каналу (каждый шириной 20 МГц), но со смещением фазы на 90°. Структура пакета ориентирована на то, что приемником является обычная станция. Дублирование сигнала позволяет уменьшить искажения, повышая тем самым скорость передачи.

Смешанный режим. Смешанный режим HT Mixed будет наиболее распространенным режимом для точек доступа 802.11n в ближайшие несколько лет. В этом режиме, усовершенствования стандарта 802.11n могут быть использованы одновременно с существующими станциями 802.11b/g. Режим HT Mixed обеспечит обратную совместимость устройств, но устройства 802.11n получат уменьшение пропускной способности. В этом режиме точка доступа 802.11n распознает наличие старых клиентов и будет использовать более низкую скорость передачи дан-

ных, пока старое устройство осуществляет прием-передачу данных.

Таким образом, при практическом применении улучшений стандарта 802.11n, преимущества могут быть достигнуты в полной мере только при условии, что клиенты 802.11b/g отсутствуют и беспроводная сеть работает в "чистом" режиме HT.

1.3.2 Способы повышения быстродействия

В первую очередь, быстродействие можно повысить увеличением скорости передачи данных. А скорость зависит от ширины полосы пропускания, чем шире, тем выше скорость. В таблице 2 представлена информация о скорости при разных полосах пропускания и типов модуляции.

Таблица 2 - Скорость передачи данных при различных типах модуляции

Модуляция	Относительная скорость кодирования	Полоса пропускания. МГц	Количество поднесущих	Число каналов	Скорость передачи данных при CP = 800 нс	Скорость передачи данных при CP = 400 нс
BPSK	1/2	20	52	1	6,5	7,2
64-QAM	5/6				65,0	72,2
BPSK	1/2			2	13,0	14,4
64-QAM	5/6				130,0	144,0
BPSK	1/2			3	19,5	21,7
64-QAM	5/6				195,0	216,7
BPSK	1/2			4	26,0	28,9
64-QAM	5/6				260,0	288,9
BPSK	1/2	40	108	1	13,5	15,0
64-QAM	5/6				135,0	150,0
BPSK	1/2			2	27,0	30,0
64-QAM	5/6				270,0	300,0
BPSK	1/2			3	40,5	45,0
64-QAM	5/6				405,0	450,0
BPSK	1/2			4	54,0	60,0
64-QAM	5/6				540,0	600,0

Также, большое значение имеют тип модуляции и метод кодирования.

Помехоустойчивые коды, которые обычно применяются в сетях, предполагают внесение некоторой избыточности. Если защитных битов будет слишком много, то скорость передачи полезной информации снизится. В таблице 2 приведены скорости обмена при квадратурной модуляции QAM и BPSK. Видно, что при прочих одинаковых параметрах модуляция QAM обеспечивает большую скорость работы.

Еще в 802.11n введен режим агрегации пакетов – передачи нескольких кадров MAC в блок данных физического уровня (см. рисунок 2). Так же появляются и блочные подтверждения (BlockACK) на запросы нескольких кадров (BAR).

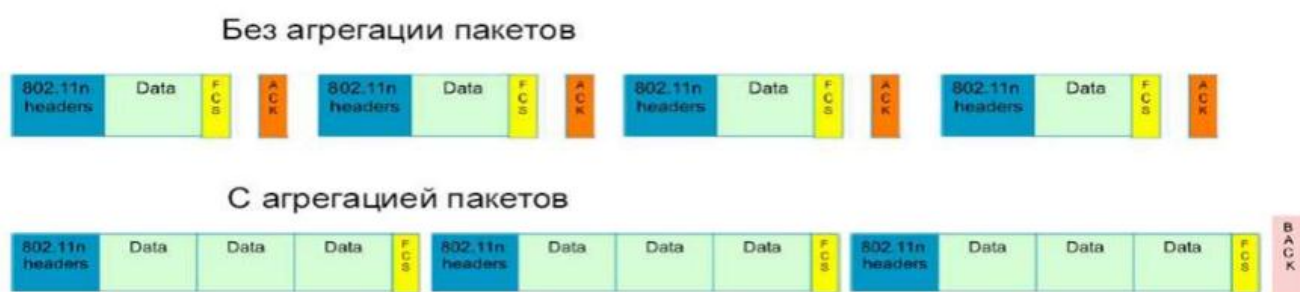


Рисунок 2 – Агрегация пакетов

Таким образом, теперь не нужно начинать процедуру передачи отдельно для каждого кадра.

1.3.3 Передача и прием

В стандарте IEEE 802.11n допускается использование до четырех антенн у точки доступа и беспроводного адаптера. Обязательный режим подразумевает поддержку двух антенн у точки доступа и одной антенны и беспроводного адаптера. Так же, предусмотрены как стандартные каналы связи шириной 20 МГц, так и каналы с удвоенной шириной. Общая структурная схема передатчика изображена на рисунке 3. Передаваемые данные проходят через скремблер, который вставляет в код дополнительные нули или единицы (так называемое маскирование псевдослучайным шумом), чтобы избежать длинных последовательностей

одинаковых символов. Затем данные разделяются на N потоков и поступают на кодер с прямой коррекцией ошибок (FEC).

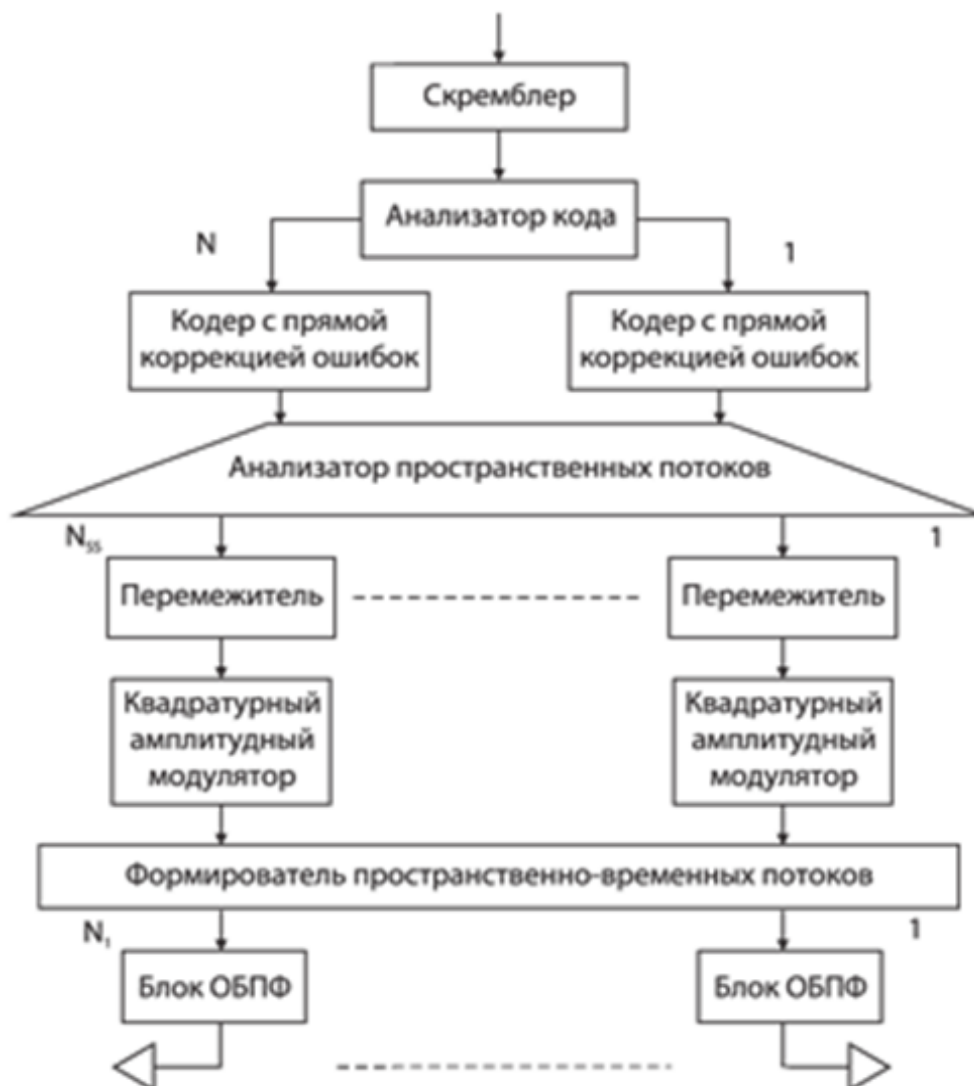


Рисунок 3 - Общая структура передатчика MIMO-OFDM

Для систем с одной или двумя антеннами $N = 1$, а если используются три или четыре передающих канала, то $N = 2$.

Кодированная последовательность разделяется на отдельные пространственные потоки. Биты в каждом потоке перемежаются (для устранения блочных ошибок), а затем модулируются. Далее происходит формирование пространственно-временных потоков, которые проходят через блок обратного быстрого преобразования Фурье и поступают на антенны. Количество пространственно-временных

потоков равно количеству антенн. Структура приемника аналогична структуре передатчика, изображена на рисунке 4, но все действия выполняются в обратном порядке.

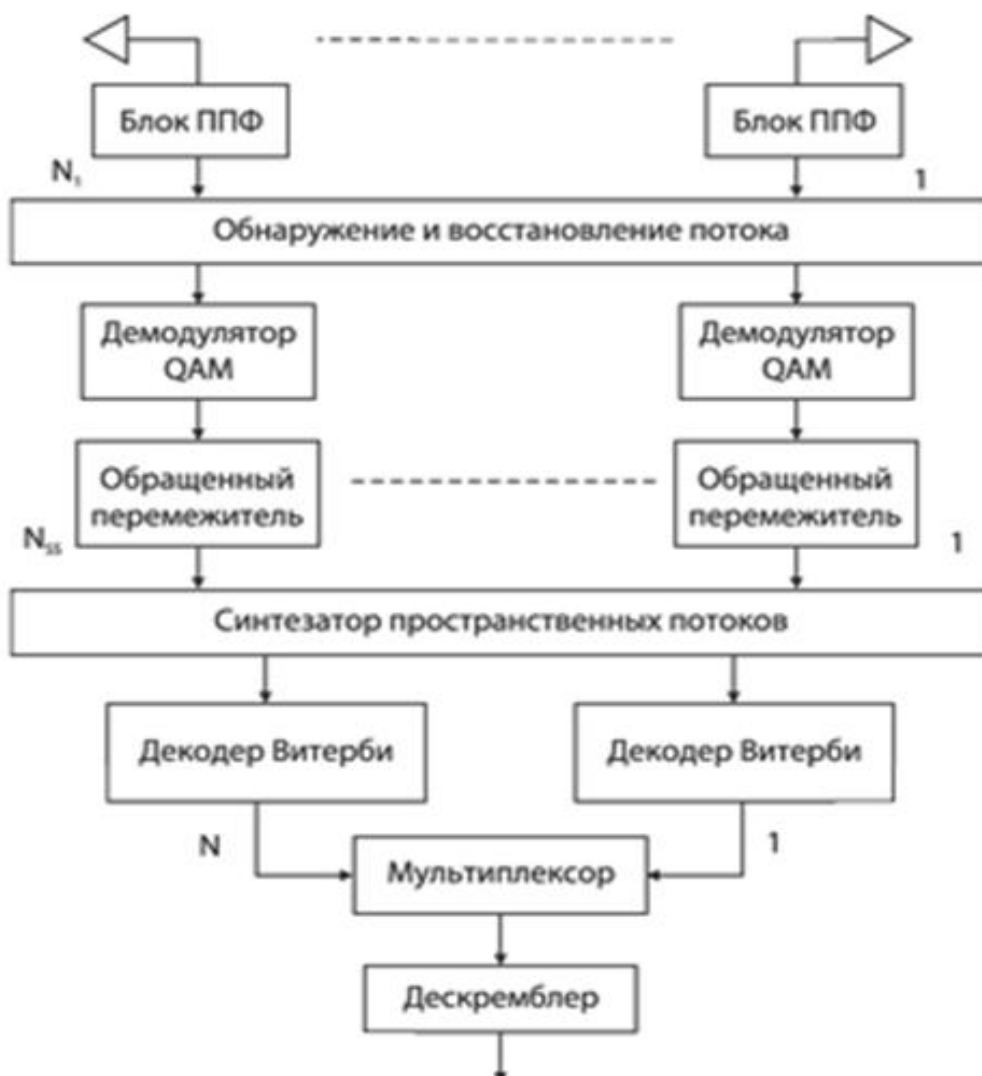


Рисунок 4 - Общая структура приемника MIMO-OFD

1.3.4 Совместимость со старыми стандартами 802.11

При использовании одного канала и частотного диапазона рабочая группа IEEE гарантирует обратную совместимость новых устройств 802.11n с оборудованием 802.11a/b/g. Как было сказано выше, поддержка 20-мегагерцовых каналов пригодится для обратной совместимости.

Совместимость будет осуществляться средствами MAC-уровня. То есть все существующие устройства стандартов 802.11a/b/g смогут подключаться к точкам доступа 802.11n. На уровне MAC также будет обеспечена совместимость схем модуляции для соответствующих частотных диапазонов.

1.3.5 Безопасность

Стандарт 802.11n использует те же меры безопасности 802.11i (WPA2), используемые ранее на устройствах стандарта 802.11a/g. VPN может быть использован для защиты кадров 802.11n, несмотря на то, что VPN-шлюзам необходима поддержка более высокой пропускной способности для обеспечения защиты.

Новая система предотвращения вторжений (IPS, Intrusion Prevention System) в беспроводной сети работает также как и ранее и способна обнаруживать и реагировать на небезопасные (Rogue AP) точки доступа 802.11n. Обратим внимание, что возможно обнаружение устройств 802.11n, только работающих в режимах Non-НТ (наследуемый) или Mixed НТ (смешанный), но не в "чистом" режиме НТ (Greenfield).[5]

2 Планирование сети беспроводного доступа

При организации беспроводной сети необходимо учитывать некоторые особенности окружающей среды. На качество и дальность работы связи влияет множество физических факторов: число стен, перекрытий и других объектов, через которые должен пройти сигнал. Обычно расстояние зависит от типа материалов и радиочастотного шума от других электроприборов в помещении. Для улучшения качества связи надо следовать базовым принципам.

1. Сократить число стен и перекрытий между абонентами беспроводной сети - каждая стена и перекрытие отнимает от максимального радиуса от 1 м до 25 м. Расположить точки доступа и абонентов сети так, чтобы количество преград между ними было минимальным.

2. Проверить угол между точками доступа и абонентами сети. Стена толщиной 0,5 м при угле в 30 градусов для радиоволны становится стеной толщиной 1 м. При угле в 2 градуса стена становится преградой толщиной в 12 м. Надо стараться расположить абонентов сети так, чтобы сигнал проходил под углом в 90 градусов к перекрытиям или стенам.

3. Строительные материалы влияют на прохождение сигнала по-разному – целиком металлические двери или алюминиевая облицовка негативно сказываются на передаче радиоволн. Желательно, чтобы между абонентами сети не было металлических или железобетонных препятствий.

4. С помощью программного обеспечения проверки мощности сигнала надо позиционировать антенну на лучший прием.

5. Удалить от абонентов беспроводных сетей, по крайней мере, на 1–2 метра электроприборы, генерирующие радиопомехи, микроволновые печи, мониторы, электромоторы, ИБП. Для уменьшения помех эти приборы должны быть надежно заземлены.

6. Если используются беспроводные телефоны стандарта 2,4 ГГц или оборудование X-10 (например, системы сигнализации), качество беспроводной связи может заметно ухудшиться или прерваться.[8]

2.1 Место реализации проекта

Место реализации беспроводной сети Wi-Fi девятиэтажное жилое здание общежития №7 ЮУрГУ. Площадь каждого этажа составляет 1080 м². При отсутствии преград обыкновенная точка доступа обеспечивает уверенный прием на расстоянии 30 м. Таким образом, необходимо несколько точек доступа на этаже. Их расположение будет зависеть от планировки помещения и толщины стен.

Предполагается, что у сети уже есть выход в Интернет, и для подключения к глобальной сети можно будет использовать его.

2.2 Подбор стандарта для построения сети

Логично применить стандарт 802.11g или 802.11n для проектирования беспроводной сети. Так как у 802.11n скорость передачи данных составляет до 300 Мбит/с, то будет использоваться оборудование на базе стандарта 802.11n. Этот стандарт широко известен, позволяет работать на скоростях, нужных для нашей проектируемой сети, поддерживается высоким количеством мобильных устройств, есть немалая практика работы с сетями, работающими в данном стандарте, что позволит избежать ошибок при проектировании и работе.

При принятии решений относительно развертывания беспроводной локальной сети (WLAN) необходимо учитывать:

- особенности работы протокола 802.11n;
- поведение мобильных узлов;
- вопросы защиты;
- качество связи в целом и для различных типов приложений в отдельности (QoS);
- сервисы и приложения, которые будут использоваться клиентами.

2.3 Создание структурной схемы строения сети

Сеть беспроводного доступа будет основана на основе стандарта IEEE 802.11n. Управление будет осуществляться сервером с помощью коммутатора. Так как

коммутатор и точки доступа распространяют сигнал сферически, планируется установить пять точек доступа на первом этаже, и семь точек доступа на втором и остальных этажах по всей площади общежития, а коммутатор - на третьем и шестом этаже. Схема беспроводной сети представлена на рисунке 5.

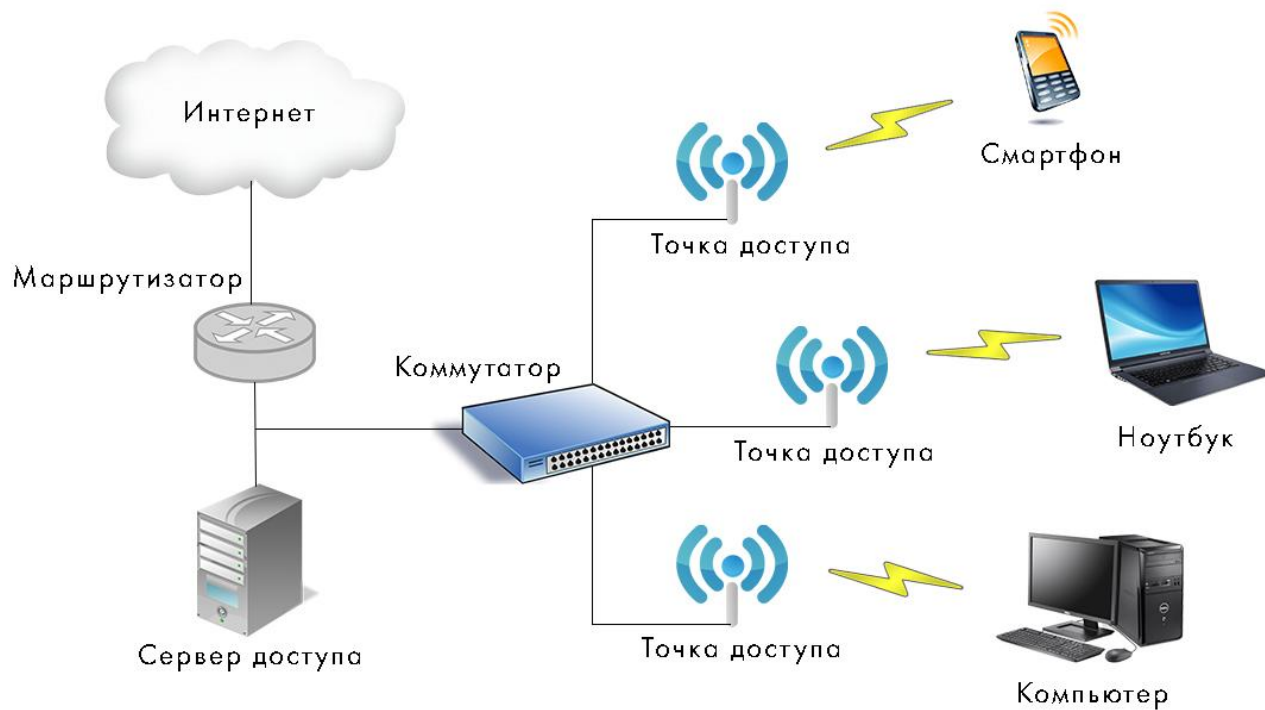


Рисунок 5 – Схема беспроводной сети

2.4 Авторизация и доступ пользователей

Для авторизации в сети планируется применять веб-авторизацию на основе CaptivePortal, а также ключ WPA/PSK2 для доступа к беспроводной сети. Доступ к сети на основе ключа позволит обеспечить защищенность сети от посторонних, а веб-авторизация позволит уникальным образом идентифицировать каждого подключающегося клиента. Жильцам общежития можно выдавать временно сгенерированные пароли либо использовать один и тот же стандартный.

Преимущество веб-авторизации по сравнению со всеми другими - ее доступность на большом количестве устройств, будь то ноутбуки, КПК или смартфоны.

Каждому подключившемуся беспроводному клиенту по DHCP выдается уникальный IP-адрес из т.н. «серой» (непубличной) подсети, макс. подсети, шлюз и

DNS-серверы. Таким образом, вся беспроводная сеть является маршрутизируемой. При этом пользователям не нужно передавать никаких дополнительных маршрутов - хватит маршрута по умолчанию (default route), который будет показывать путь до сервера доступа, выполняющего одновременно функции маршрутизатора беспроводной сети. Этот маршрутизатор будет производить перенаправление трафика на нужные направления - локальные ресурсы, ресурсы на других компьютерах сети, IP-телефония либо Интернет.[10]

2.5 Электропитание точек доступа

При строительстве сетей связи крупного размера надежность и управляемость сети приобретает большее значение, чем стоимость ее строительства. Поэтому большое значение приобретает надежное обеспечение электропитания устройств. Надежное электропитание точек доступа обеспечить сложнее, т.к. контролировать систему электропитания всего здания системным администраторам в настоящее время не под силу. Прокладывать отдельную электрическую сеть для питания точек доступа чаще всего нецелесообразно по экономическим и организационным причинам.

В данной ситуации можно использовать централизованное питание точек доступа по технологии PoE (Power over Ethernet). Эта технология, позволяет передавать удалённому устройству электрическую энергию вместе с данными через стандартную витую пару в сети Ethernet. Она предназначена для IP-телефонии, точек доступа беспроводных сетей, IP-камер, сетевых концентраторов и других устройств, к которым нежелательно или невозможно проводить отдельный электрический кабель. Для обеспечения питания используются специальные коммутаторы с PoE портами. Для подачи электропитания и для передачи данных можно использовать один провод UTP Cat5e.

Точки доступа должны быть связаны с коммутатором витой парой UTP 5e. Питание должно снабжаться по свободным парам этих же кабелей по технологии PoE.

Таким образом, коммутатор будет обеспечивать питание точек доступа.

Расстояние от коммутатора до любой из точек доступа не будет превышать 100 м, поэтому проблем с использованием УТР кабеля не возникнет.

Кабель должен прокладываться в специальных кабель-каналах, закрепленных на стенах внутри здания. Часть кабелей также можно провести над фальш-потолком.

2.6 Представление и характеристика выбранного оборудования

2.6.1 Сервер доступа

Сервер доступа (access server) совмещает в себе функции нескольких устройств, применяемых для глобальной связи и представляет собой программно-аппаратный комплекс, совмещающий функции маршрутизатора, моста и шлюза.

На рынке имеются следующие решения:

- самостоятельно разработанные и настроенные программные шлюзы (специально настроенные операционные системы, как правило, на базе компьютеров x86 архитектуры) на *nix (Linux, GNU, Minix, OpenBSD, FreeBSD и т.д.);
- маршрутизаторы с функциями серверов доступа от известных вендоров (Juniper, Cisco, AlliedTelesin и т.д.);
- готовые программные шлюзы на *nix-подобных операционных системах.

Известны и широко распространены в России следующие:

- программный шлюз на базе MikrotikRouterOS;
- программный шлюз на базе IdecoSoftware.

IdecoSoftware в основном предлагает решения для небольших сетей, сочетающие одновременно биллинг, веб-сервер, маршрутизатор и сервер доступа на одной физической машине.

MikrotikRouterOS является специализированной сборкой Linux, предназначенной для решения задач маршрутизации и организации серверов доступа. MikrotikRouterOS позволяет обработать трафик до 1 Гб/с, что немаловажно с учетом возможности расширения сети и увеличения скоростей доступа для кли-

ентов. Также эта операционная система имеет больший функционал, чем у большинства аппаратных маршрутизаторов. К недостаткам систем с использованием x86 компьютеров и MikrotikRouterOS можно отнести меньшую стабильность, чем у классических маршрутизаторов, отсутствие поддержки некоторых распространенных проприетарных функций (например, Netflow).

Преимущества аппаратных серверов доступа:

- а) надежность и стабильность работы;
- б) хорошая документация по функциям и типовым схемам работы;
- в) унификация с другим оборудованием производителя.

Недостатки аппаратных серверов доступа:

- а) дороговизна по сравнению с программными серверами x86 архитектуры;
- б) меньшие возможности: лишь небольшое количество аппаратных маршрутизаторов позволяет одновременно организовать сервер доступа, ограничение скоростей, и сложную маршрутизацию трафика в сочетании с QoS;

Примем решение остановиться на сервере доступа на x86 архитектуре. В качестве операционной системы для сервера доступа выберем MikrotikRouterOS. Такое решение сможет одновременно выполнять функции маршрутизатора и сервера доступа, исполнять роль сервера для вебавторизации по технологии CaptivePortal.

2.6.2 Точка доступа

Основным элементом беспроводной сети являются точки доступа, поэтому выберем в соответствии с техническим заданием. К точкам доступа предъявлены следующие требования:

- полоса рабочих частот в пределах: 2400 ... 2483 МГц, 5150 ... 5350 МГц;
- поддерживаемая скорость доступа: не менее 100 Мбит/с;
- оборудование должно удовлетворять требованиям одного из стандартов IEEE 802.11 (a,b,g,n);
- рабочая температура: от 0 до 40 °С;

- рабочая влажность: от 10 до 90 %;

Также в подразделе 2.4 решено, что точки доступа должны поддерживать питание по технологии PoE.

Приведенным требованиям к точкам доступа удовлетворяет D-Link AirPremier DAP-2695. Двухдиапазонная точка доступа D-Link AirPremier DAP-2695 с поддержкой PoE предназначена для построения беспроводных локальных сетей предприятий (WLAN). Она может выполнять функции базовой станции для подключения к беспроводной сети устройств, работающих по стандартам 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n и 802.11ac. Созданная для сетей бизнеса-класса, эта точка доступа предлагает сетевым администраторам набор функций для построения защищенных и управляемых беспроводных сетей с поддержкой работы в двух диапазонах частот со скоростью до 1300 Мбит/с.

D-Link AirPremier DAP-2695 позволяет создать управляемую и надежную двухдиапазонную беспроводную сеть. Шесть съемных двухдиапазонных антенн обеспечивают оптимальный радиус действия при работе в двух частотных диапазонах 2,4 ГГц (стандарты 802.11g и 802.11n) и 5 ГГц (802.11a, 802.11n и 802.11ac). Эта точка доступа оснащена металлическим корпусом класса “пленум” поддерживающая стандарт 802.3at Power over Ethernet, что позволяет установить это устройство в местах, где недоступны розетки питания.

DAP-2695 обеспечивает надежное беспроводное соединение на скорости до 450 Мбит/с в частотном диапазоне 2,4 ГГц и до 1300 Мбит/с в частотном диапазоне 5 ГГц, используя новейший стандарт 802.11ac. Эта возможность наряду с поддержкой функции Wi-Fi Multimedia™ (WMM) Quality of Service (QoS) делает точку доступа идеальным решением для передачи аудио, видео и голосовых приложений. Включенная функция QoS позволяет точке доступа DAP-2695 автоматически приоритизировать сетевой трафик в соответствии с уровнем интерактивной потоковой передачи, например, HD видео или VoIP. Функцию QoS можно отрегулировать через Web-интерфейс DAP-2695, используя выпадающее меню для выбора пользовательских правил приоритетов. Кроме того, DAP-2695 поддержи-

вает функцию балансировки нагрузки для обеспечения максимальной производительности за счет ограничения количества пользователей на точку доступа. Вид DAP-2695 представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Беспроводная точка доступа D-Link AirPremier DAP-2695

С целью обеспечения безопасности беспроводной сети DAP-2695 поддерживает обе версии стандартов WPA и WPA2 (802.11i) – Personal и Enterprise, с внутренним RADIUS-сервером, позволяющим пользователям создавать учетные записи в самом устройстве. Точка доступа также поддерживает фильтрацию MAC-адресов, сегментацию беспроводной сети, функцию запрета широковещания SSID, обнаружение несанкционированных точек доступа и работу беспроводной сети в режиме широковещания по расписанию. DAP-2695 поддерживает до 8 SSID на частотный диапазон, что позволяет использовать несколько VLAN для сегментации пользователей в сети. Также в точке доступа реализован механизм изоляции беспроводного клиента, который ограничивает прямое взаимодействие типа “клиент- клиент”. Кроме того, DAP-2695 поддерживает Network Access Protection (NAP), функцию Windows Server® 2008, позволяющую сетевым администраторам задать несколько уровней сетевого доступа, исходя из нужд каждого клиента.

Для оптимизации производительности сети DAP-2695 можно настроить в один из следующих режимов работы: точка доступа, Wireless Distribution System (WDS) с точкой доступа, WDS/Мост (No AP Broadcast), беспроводной клиент. Благодаря поддержке WDS сетевые администраторы могут установить несколько точек доступа DAP-2695 и настроить их на работу друг с другом в режиме моста, одновременно обеспечивая доступ к сети отдельным клиентам. DAP-2695 также поддерживает расширенные функции, такие как балансировка нагрузки и резервирование для безотказной работы беспроводного соединения.

Сетевые администраторы обладают несколькими возможностями для управления точкой доступа DAP-2695, включающими Вебинтерфейс (HTTP), Secure Socket Layer (SSL, который обеспечивает безопасное соединение с Вебинтерфейсом), Secure Shell (SSH, которое обеспечивает безопасный канал между точкой доступа и удаленным компьютером) и Telnet. Для расширенного сетевого управления администраторы могут использовать D-Link Central Wi-Fi Manager или модуль управления по SNMP D-View, чтобы настроить и управлять несколькими точками доступа с одного компьютера. Помимо стандартных опций управления, D-Link Central Wi-Fi Manager и программное обеспечение D-Link позволяют сетевым администраторам удаленно осуществлять проверку оборудования, исключая необходимость непосредственного личного контроля за какими-либо операциями. Также доступна функция массив ТД, позволяющая управлять комплексом сетевых устройств как отдельной группой для легкой настройки и установки. Кроме того, DAP-2695 поддерживает функцию беспроводного планировщика, который выключает функционал беспроводной сети, когда это необходимо, экономя электроэнергию. Обладая возможностью одновременной работы в двух диапазонах частот, поддержкой PoE, высокой управляемостью, несколькими режимами работы и надежными функциями безопасности, точка доступа DAP-2695 позволяет создать беспроводную сеть на крупных предприятиях и предприятиях малого и среднего бизнеса.

Общие характеристики представлены в приложении А.

2.6.3 PoE Коммутатор

Коммутатор DGS-1210-52MP поддерживает полный набор функций уровня 2, включая IGMP Snooping, PortMirroring, SpanningTreeProtocol (STP) и LinkAggregationControlProtocol (LACP). Функция управления потоком IEEE 802.3x позволяет оптимизировать нагрузку на коммутатор для повышения надежности передачи данных.

Настраиваемый коммутатор серии WebSmart DGS-1210-52MP, оснащенный 48 портами 10/100/1000Base-T с поддержкой PoE и 4 комбо-портами 100/1000Base-T/SFP (DGS-1210-52MP/F)/4 портами 1000Base-XSFP (DGS-1210-52MP/C), поддерживает технологию D-Link Green и расширенные функции управления и безопасности, обеспечивая высокую производительность и масштабирование сети. Функции управления включают SNMP, управление на основе Web-интерфейса, утилиту D-Link Network Assistant и упрощенный интерфейс командной строки (CLI) через Telnet. DGS-1210-52MP поддерживает AutoVoice VLAN, обеспечивая максимальный приоритет для «голосового» трафика. Данная модель оснащена интеллектуальными вентиляторами, которые способны изменять скорость вращения в зависимости от температуры, что позволяет экономить электроэнергию и снизить уровень шума.

48 портов данного коммутатора поддерживают технологию Power over Ethernet. Порты PoE подают питание мощностью до 15,4 Вт/30 Вт при общем бюджете коммутатора 370 Вт, что позволяет пользователям подключать к DGS-1210-52MP устройства, совместимые со стандартами 802.3af и 802.3at. Это позволяет размещать оборудование в труднодоступных местах вне зависимости от расположения электрических розеток и минимизировать прокладку кабеля.

Благодаря этому устройству можно создавать унифицированные масштабируемые, высокопроизводительные, безопасные и управляемые проводные/беспроводные коммутируемые локальные сети. Располагая портами Gigabit Ethernet, слотами для установки дополнительных модулей 10GE1, поддержкой технологии PoE и возможностью подключения резервных источников питания,

коммутатор обеспечивает предприятиям простой переход к беспроводным сетям. Вид D-Link DGS-1210-52MP представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Управляемый коммутатор DGS-1210-52MP

Коммутаторы серии DGS-1210-52MP поддерживают две различные версии программного обеспечения – стандартную версию (SI) и расширенную версию (EI). Стандартная версия поддерживает усовершенствованные функции для построения сетей масштаба кампуса или предприятия, включая расширенные настройки Quality of Service (QoS), ограничение трафика, туннелирование 802.1Q (Q-in-Q), маршрутизацию/многоадресную рассылку IPv4, Ethernet OAM и различные функции безопасности. Расширенная версия программного обеспечения поддерживает маршрутизацию IPv6, протокол BGP (Border Gateway Protocol) и протокол MPLS (Multi Protocol Label Switching), применяемые в сетях нового поколения с поддержкой IPv6 или для приложений VPN/triple play в сетях Metro Ethernet.

Так же, есть поддержка таких новейших функций безопасности как многоуровневые списки управления доступом (ACL), Storm Control и IP-MAC-Port Binding с DHCP Snooping. Функция IP-MAC-Port Binding обеспечивает привязку IP-адреса источника к соответствующему MAC-адресу для определенного номера порта, способствуя увеличению безопасности доступа. Благодаря функции DHCP Snooping, коммутатор автоматически определяет пары IP/MAC-адресов, отслеживая DHCP-пакеты и сохраняя их в «белом» списке IMPB. Кроме того, функция D-

Link Safeguard Engine обеспечивает идентификацию и приоритезацию пакетов, предназначенных для обработки CPU, для предотвращения сетевых атак и защиты управляющего интерфейса коммутатора.

Созданный для легкого развертывания сети, коммутатор поддерживает от 24 до 48 беспроводных точек доступа, которые могут быть подключены к его портам непосредственно или опосредованно через коммутатор локальной сети.

Connectivity Fault Management (CFM) предоставляет функции мониторинга, поиска и устранения неисправностей в сетях Ethernet, позволяя контролировать соединение, изолировать проблемные участки сети и идентифицировать клиентов, к которым применялись ограничения в сети.

Коммутаторы серии DGS-1210 поддерживают функции маршрутизации уровня 3 со скоростью, соответствующей среде передачи данных. В небольших сетях маршрутизация между VLAN, статическая маршрутизация и протокол RIP (Routing Information Protocol) обеспечивают легкий способ настройки маршрутизации уровня 3. В сетях средних и крупных предприятий поддерживаются протоколы Open Shortest Path First (OSPF) и Border Gateway Protocol Version 4 (BGPv4) для обеспечения наилучшей маршрутизации. Маршрутизация на основе политик (PBR) позволяет администраторам контролировать направление динамической маршрутизации в целях балансировки нагрузки или обеспечения безопасности.

Для облегчения труда IT-персонала коммутатор обеспечивает выбор свободных или наименее используемых радиочастотных каналов для каждой беспроводной точки доступа, чтобы избежать интерференции с другими точками доступа или радиочастотными устройствами. Для каждой точки доступа коммутатор устанавливает выходную мощность передатчика, которая обеспечит устойчивый прием радиосигналов беспроводными клиентами и в то же время сведет к минимуму интерференцию с радиочастотными сигналами других устройств.

Коммутаторы серии DGS-1210 являются полностью совместимыми с сетями следующего поколения на базе протокола IPv6. Они поддерживают удаленное управление IPv6 через telnet, HTTP или SNMP. Коммутатор поддерживает про-

токолы динамической IPv6-маршрутизации, такие как RIPng и OSPFv3. Помимо этого, это устройство поддерживает функции IPv4/v6 dual stack и туннелирование IPv6, позволяя коммутатору DGS-1210-52MP выступать в роли моста между сетями IPv4 и IPv6.

Коммутаторы обеспечивает пользователям дополнительные функции. В зависимости от беспроводного приложения, беспроводной трафик может направляться обратно к коммутатору в целях обеспечения большей безопасности или локально перенаправляться к точке доступа для оптимальной производительности.

Каждый клиент, подключаемый к беспроводной сети, проходит через процесс строгой аутентификации, что гарантирует максимальную безопасность. Является ли клиент постоянным пользователем, гостем или просто имеет доступ к сети отдела, коммутатор защищает сетевую инфраструктуру с помощью большого набора функций безопасности, включая: WEP-шифрование данных, WPA/WPA2, аутентификацию пользователей 802.1x и стандарт безопасности 802.11i, адаптивный портал и аутентификацию MAC-адресов.

Общие характеристики представлены в Приложении Б.

2.7 Физическое проектирование сети

Рассмотрим схему первого этажа здания общежития (см. рисунок 9).

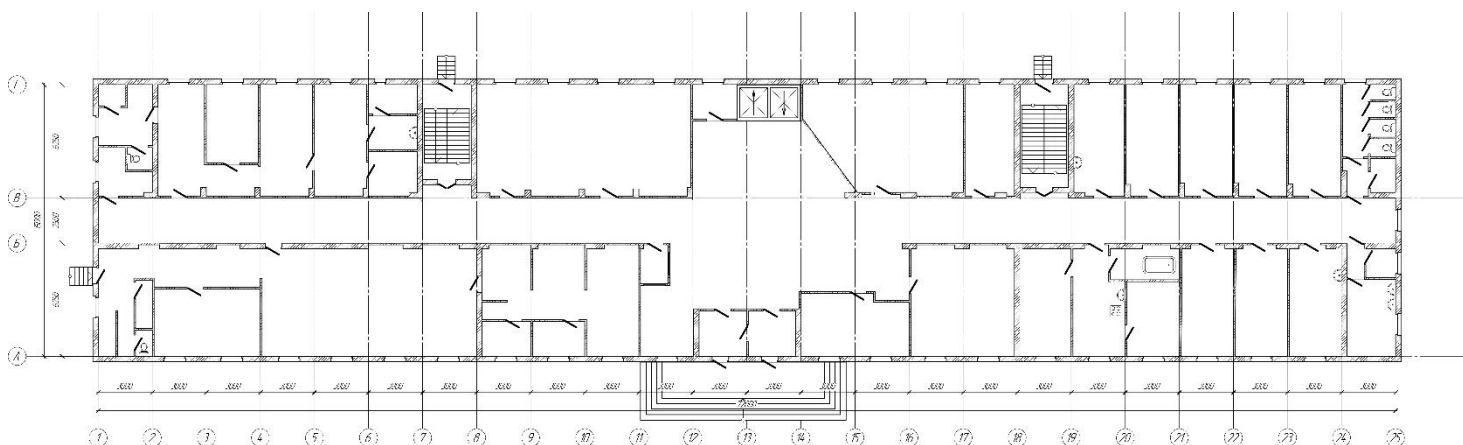


Рисунок 9 – Схема первого этажа здания общежития

При установке точек доступа прежде всего необходимо опираться на плани-

руемую нагрузку. Также важный момент - дальность действия точек доступа и препятствия, затрудняющие распространение радиосигнала. При скоростях около 3 Мбит/с точкой доступа D-Link DAP-2695 могут стабильно работать 25...30 соединенных клиентов. Примем, что в среднем точки доступа должны работать с 25 одновременно соединенными клиентами, для того, чтобы был запас по мощности и пропускной способности. Дальность распространения сигнала внутри помещений при работе в стандарте 802.11n в среднем составляет 40 метров.

В среднем на первом этаже находится 100 человек. С учетом того, что одна точка доступа должна одновременно обслуживать до 25 клиентов, на один этаж должно приходиться не менее четырех точек доступа.

На схеме изображен первый этаж общежития, на котором находятся кабинеты, жилые комнаты, спортзал, актовый зал. Через капитальные стены сигнал Wi-Fi проникает слабо (ослабление сигнала составляет 8...16 дБ).

С учетом данных условий необходимо распределить точки доступа по этажу.

На этаже находится много небольших помещений, поэтому логично будет установить точки доступа в коридоре. Желательно располагать точки доступа таким образом, чтобы каждая из них покрывала заранее определенную территорию, ограниченную естественными преградами (например, несколько комнат). Так как здание выполнено из кирпича, то будем использовать пять точек доступа.

Исходя из всех вышеприведенных соображений, выбран следующий вариант размещения точек доступа на первом этаже представленный на рисунке 10:

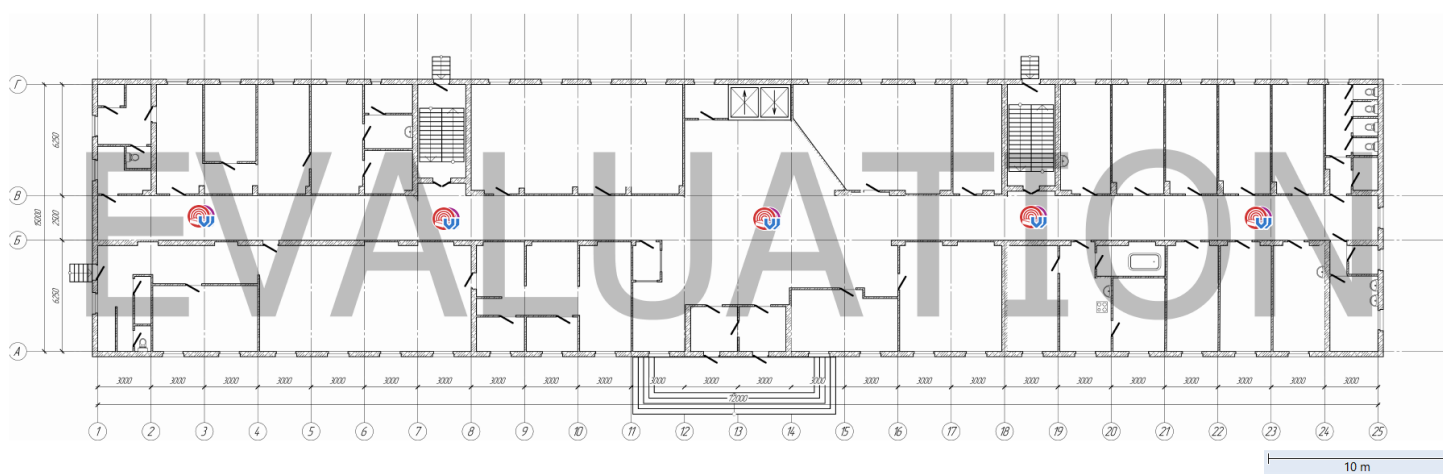


Рисунок 10 – Расположение точек доступа на первом этаже

Таким образом, предполагается, что пять точек доступа позволят обеспечить уверенную связь для жильцов, сотрудников, работающих на этом этаже.

Для оптимальности распространения радиосигнала предлагается располагать точки доступа на высоте 1,5 метра. Это позволит максимально использовать распространение сигнала от антенны, сохранив большую часть мощности распространяемого радиосигнала в пределах нахождения мобильных устройств.

Используем специализированное программное обеспечение TamoGraph Site Survey для анализа радиопокрытия территории при таком расположении точек доступа (см. рисунок 11). Оно показывает что, практически на всей территории этажа уровень сигнала составляет от минус 20 до минус 60 дБм, что позволяет работать на скорости до 300 Мбит/с.

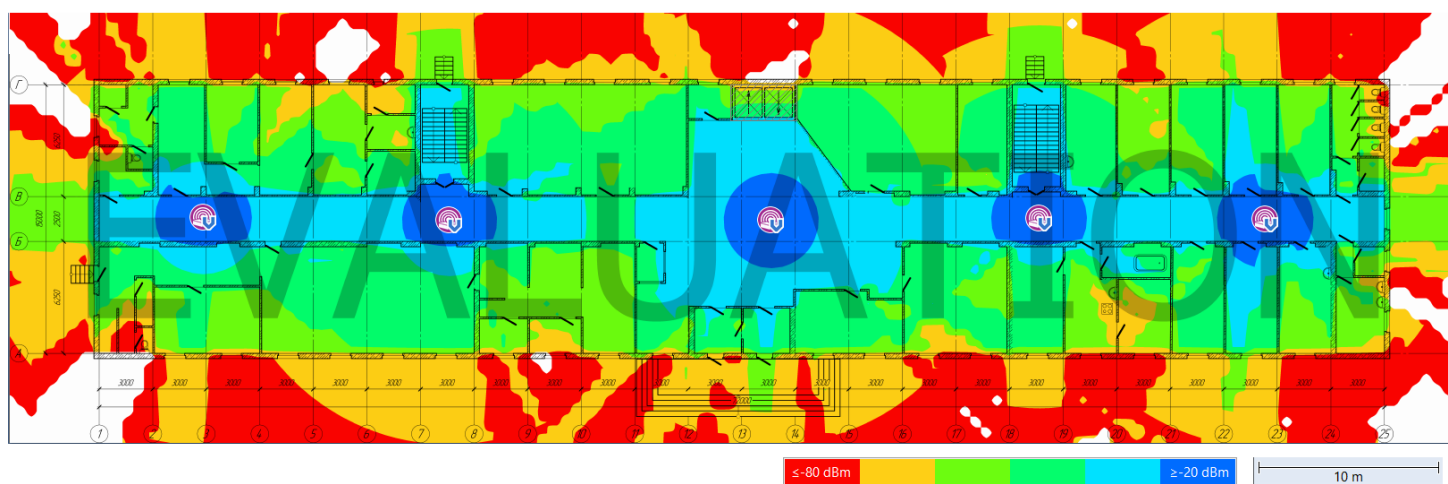


Рисунок 11 – Уровень сигнала на первом этаже

На всем этаже достигается уверенный прием Wi-Fi сигнала.

Отношение мощности передаваемого сигнала к уровню шума для этого сигнала получились высокими, чем выше полученные значения, тем лучше пользовательский опыт, скорость передачи и стабильность Wi-Fi соединения.

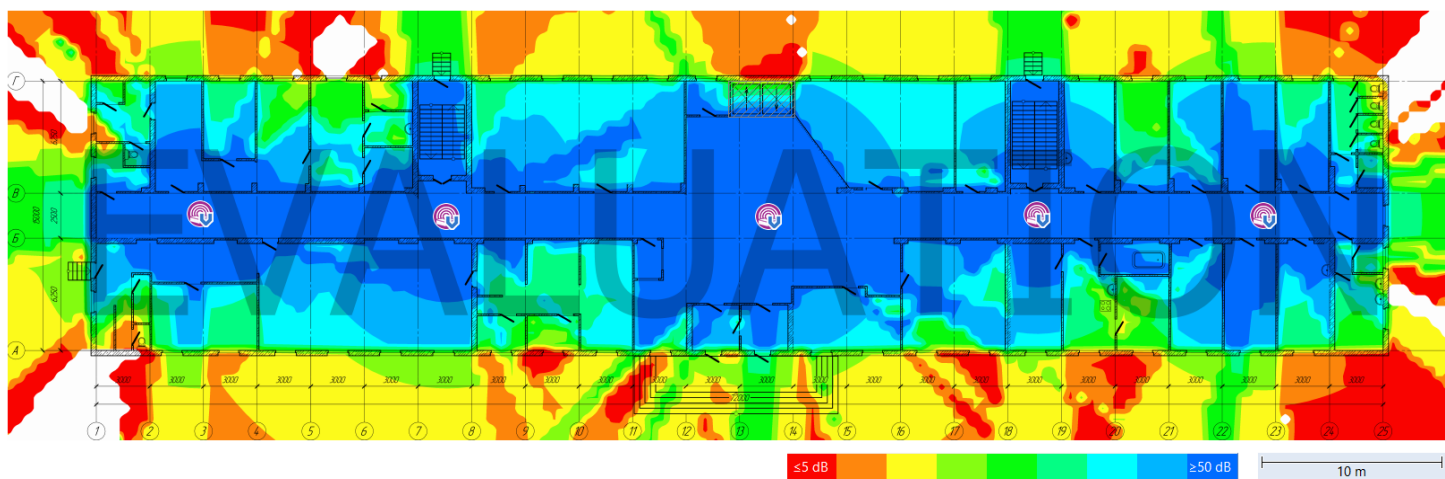


Рисунок 12 – Анализ отношения сигнал\шум

Анализ скоростей передачи на покрываемой территории показывает, что практически на всей площади этажа скорость соединения во все моменты времени должна составлять 150 Мбит/с.

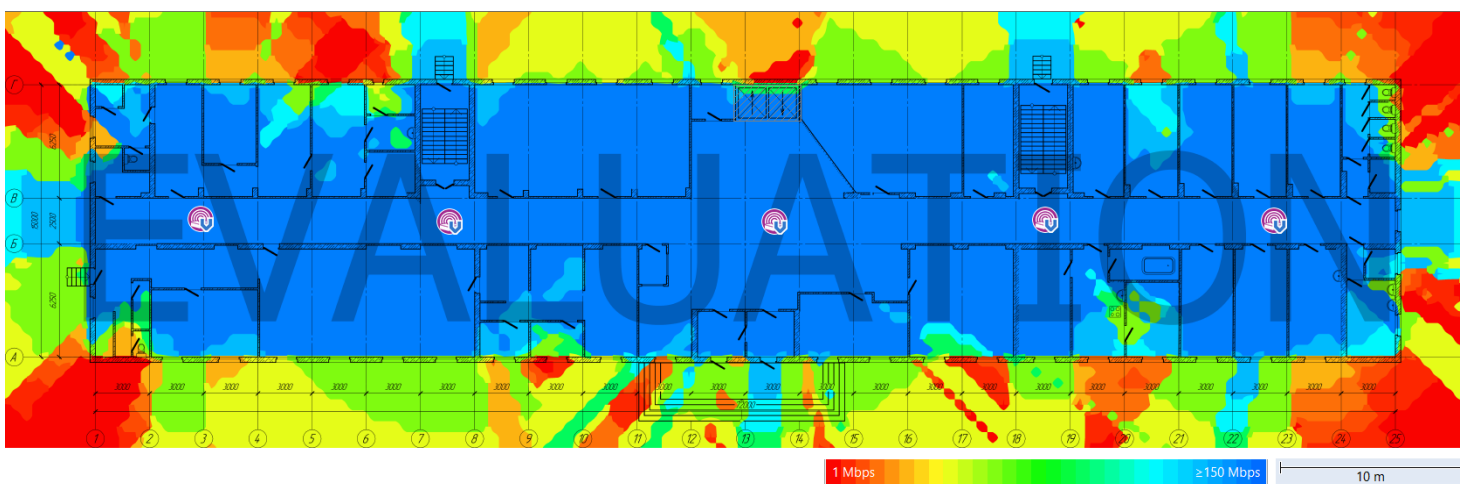


Рисунок 13 – Ожидаемая физическая скорость на первом этаже.

Распределим точки доступа на втором этаже (см. рисунок 14):

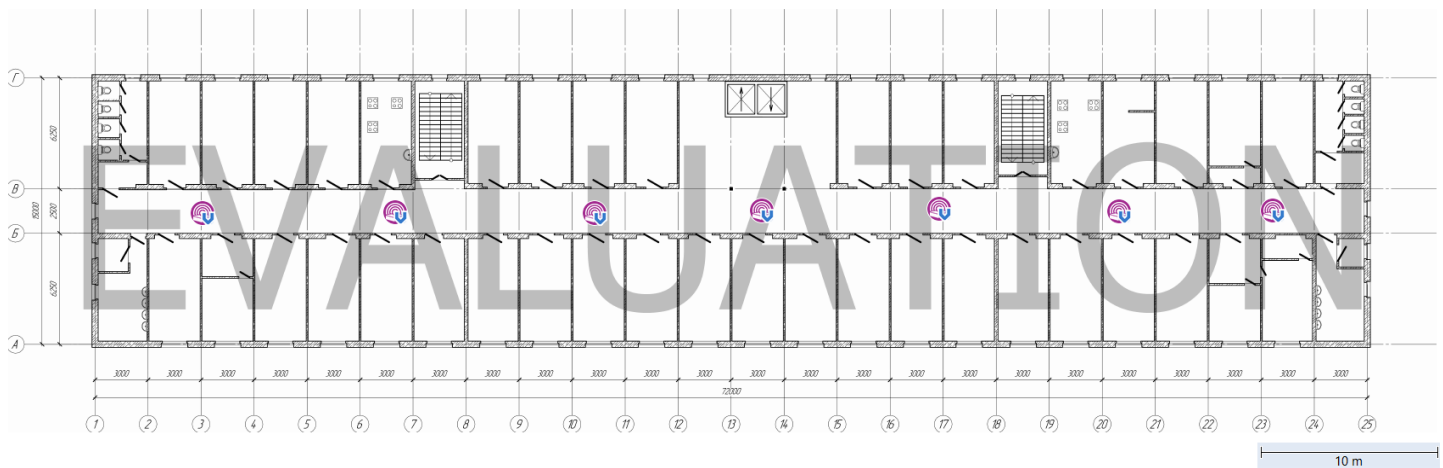


Рисунок 14 – Расположение точек доступа на втором этаже

Проанализируем уровень сигнала (см. рисунок 15):

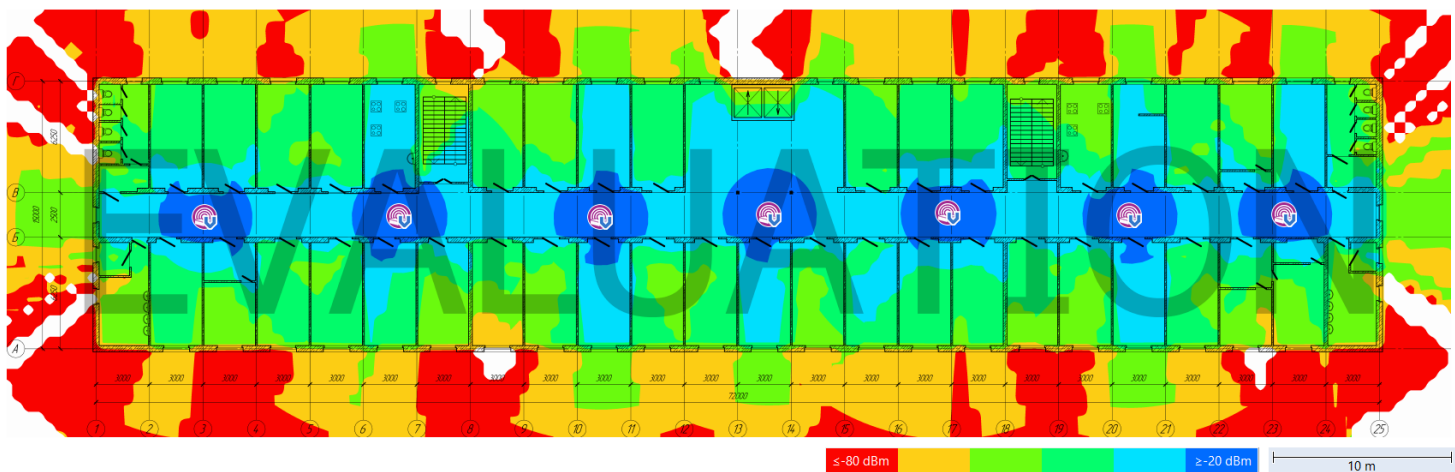


Рисунок 15 – Уровень сигнала на втором этаже

Как и на первом этаже, уровень сигнала составляет от минус 20 до минус 60 дБм, что позволяет работать на необходимой нам скорости.

Отношение сигнал\шум на втором этаже тоже велико, следовательно, лучше скорость передачи и стабильность Wi-Fi соединения.

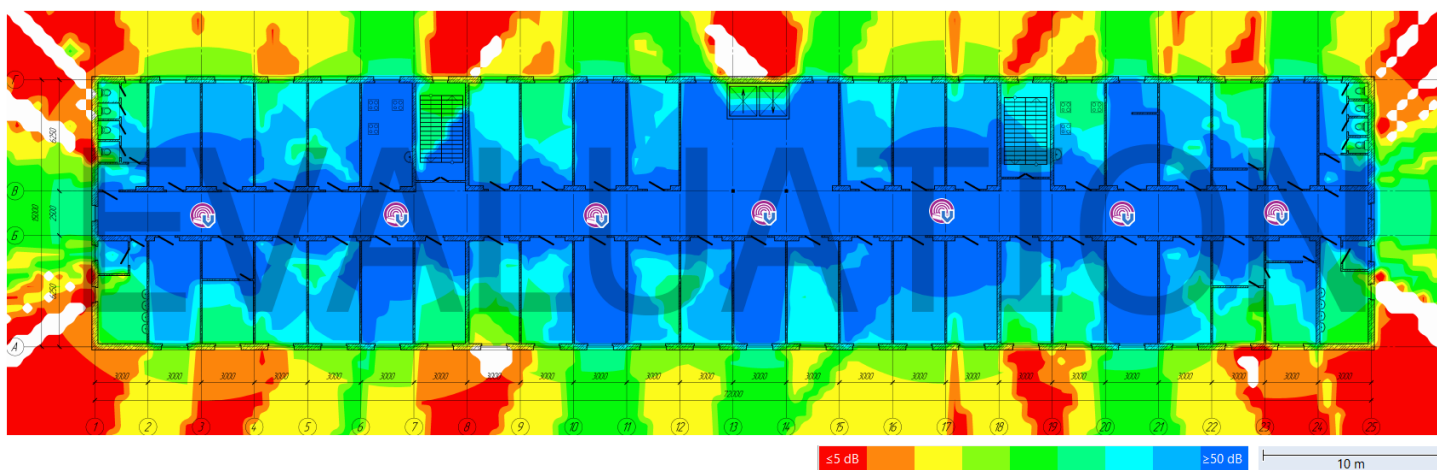


Рисунок 16 – Анализ отношения сигнал\шум

Анализ скоростей передачи на втором этаже показывает, что практически на всей площади скорость соединения должна составлять 150 Мбит/с (см. рисунок 17).

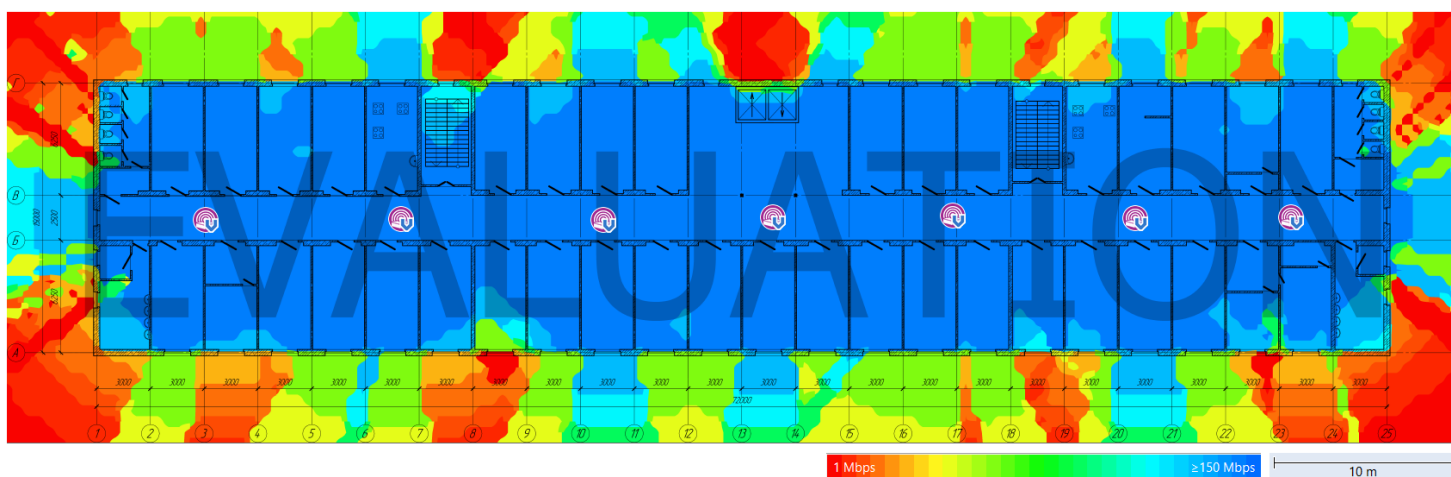


Рисунок 17 - Ожидаемая физическая скорость на втором этаже

Остальные этажи аналогичны 2-ому этажу, что позволяет взять такое же расположение точек доступа и их настройки.

Условия, заданные в техническом задании выполняются.

2.8 Монтаж оборудования

Монтаж оборудования содержит в себе следующие этапы:

- монтаж коммутатора DGS-1210-52MP на третьем и шестом этаже;

- монтаж точек доступа D-LinkDAP-2695;
- прокладка медного кабеля (витая пара UTP 5e) от точек доступа до коммутатора, прокладка оптоволоконного кабеля от серверной комнаты до коммутаторов.

Рассмотрим каждый из этапов подробнее.

Точки доступа D-LinkDAP-2695 могут быть установлены на потолке или стене, не привлекая излишнего внимания. Также их можно установить под фальш-потолок. Места, в которых следует устанавливать точки доступа, определены в подразделе 2.7. Точки доступа устанавливаются на поверхности при помощи крепежной платы входящей в комплект поставки.

Коммутатор DGS-1210-52MP может быть установлен на стене в специальных ящиках для оборудования.

Наиболее трудоемким процессом при монтаже оборудования является прокладка кабеля от каждой точки доступа к коммутатору и монтаж оптоволоконного кабеля. Кабеля необходимо прокладывать в кабель-каналах.

Для подключения всех точек доступа потребуется несколько сотен метров кабеля. Для подключения PoE коммутаторов к ядру сети потребуется также около 150 метров оптоволоконного кабеля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В своей дипломной работе была разработана беспроводная сеть Wi-Fi в девятиэтажном общежитии №7 ЮУрГУ на основе стандарта 802.11n. В работе был сделан анализ сети беспроводного доступа Wi-Fi. В качестве выбора оборудования для реализации проекта было отдано предпочтение в пользу фирмы D-Link. Обоснование выбора оборудования производилось с учетом: технических характеристик, возможности применения, стоимости и т.д. В технической части проекта рассмотрен вариант построения сети беспроводного доступа с установлением точек доступа на каждом этаже. Выбор обусловлен условиями технических параметров оборудования.

Таким образом, при внедрении данного проекта мы получаем современную беспроводную сеть, что позволит предоставлять доступ в Интернет, к локальным и корпоративным ресурсам для клиентов сети в пределах всего здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Шахнович, И.А.Современные технологии беспроводной связи / И.А. Шахнович. – М.: Техносфера, 2004. – 288 с.
- 2 Олифер В.Г. Базовые технологии локальных сетей /В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 1999. – 80 с.
- 3 Ватаманюк А. И. Беспроводная сеть своими руками/ А. И. Ватаманюк— СПб: Питер, 2006. — 192 с.
- 4 Пахомов С.В. Анатомия беспроводных сетей / С.В. Пахомов. – Компьютер-Пресс, №7, 2002.—103 с.
- 5 Мерит М.Безопасность беспроводных сетей /М. Мерит, П. Дэвид; – М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2004.- 288с.
- 6 Олифер В.Г.Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов/ В.Г.Олифер,Н.А. Олифер–Спб.: Питер, 2006. – 958 с.
- 7 Джим Г. Беспроводные сети. Первый шаг / Г. Джим. – М.: Издательство: Вильямс, 2005. – 187 с.
- 8 Рошан П.Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11 / П.Рошан, Д.Лиэри.: Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 304 с.
- 9 Столлингс В. Беспроводные линии связи и сети/Столлингс В.:Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 640 с.
- 10 Томас М. WLAN: практическое руководство для администраторов и профессиональных пользователей / М. Томас. – М.: КУДИЦ-Образ, 2005. – 365 с.
- 11 СТО ЮУрГУ 04-2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. - 56 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

«Точка доступа D-Link AirPremier DAP-2695»

Таблица А1 – Общие характеристики оборудования DAP-2695

Характеристика	Значение
Модель	DAP-2695
Производитель	D-Link
Индикаторы	Power LAN 2,4 ГГц 5 ГГц
Стандарты	IEEE 802.11a/b/g/n/ac IEEE 802.3u/ab/at
Антенны	Три антенны с коэффициентом усиления 4 dBi для работы в диапазоне частот 2,4835 ГГц Три антенны с коэффициентом усиления 6 dBi для работы в диапазоне частот 5 ГГц
Диапазон частот	2400 - 2483,5 МГц 5150 – 5350 МГц
Выходная мощность передатчика	IEEE 802.11a: 14 dBm при 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Мбит/с IEEE 802.11b: 16 dBm при 1, 2, 5,5, 11 Мбит/с IEEE 802.11g: 16 dBm при 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Мбит/с IEEE 802.11n: 2,4 ГГц/HT-20: 16 dBm при MCS0 - MCS23 2,4 ГГц/HT-40: 16 dBm при MCS0 - MCS23 5 ГГц/HT-20: 14 dBm при MCS0 - MCS23 5 ГГц/HT-40: 14 dBm при MCS0 - MCS23 IEEE 802.11ac: 5 ГГц/VHT-20: 14 dBm при MCS0 - MCS9 5 ГГц/VHT-40: 14 dBm при MCS0 - MCS9 5 ГГц/VHT-80: 14 dBm при MCS0 - MCS9

Продолжение таблицы А1

Характеристика	Значение								
Скорость беспроводного соединения	802.11a: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Мбит/с								
	802.11b: 1, 2, 5,5, 11 Мбит/с								
	802.11g: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Мбит/с								
	802.11n: от 6,5 Мбит/с до 450 Мбит/с								
	802.11ac:								
	Один пространственный поток (SISO)								
	Индекс MCS	Скорость кодирования	Тип модуляции	GI3=800 нс			GI=400 нс		
				20 МГц	40 МГц	80 МГц	20 МГц	40 МГц	80 МГц
	0	1/2	BPSK	6,5	13,5	29,3	7,2	15	32,5
	1	1/2	QPSK	13	27	58,5	14,4	30	65
	2	3/4	QPSK	19,5	40,5	87,8	21,7	45	97,5
	3	1/2	16-QAM	26	54	117	28,9	60	130
	4	3/4	16-QAM	39	81	175,5	43,3	90	195
5	2/3	64-QAM	52	108	234	57,8	10	260	
6	3/4	64-QAM	58,5	121,5	263,3	65	135	292,5	
7	5/6	64-QAM	65	135	292,5	72,2	150	325	
8	3/4	256-QAM	78	162	351	86,7	180	390	
9	5/6	256-QAM	N/A	180	390	N/A	200	433,3	
Два пространственных потока MIMO 2x2									
Индекс MCS	Скорость кодирования	Тип модуляции	GI3=800 нс			GI=400 нс			
			20 МГц	40 МГц	80 МГц	20 МГц	40 МГц	80 МГц	
0	1/2	BPSK	13	27	58,6	14,4	30	65	
1	1/2	QPSK	26	54	117	28,8	60	130	
2	3/4	QPSK	39	81	175,6	43,4	90	195	
3	1/2	16-QAM	52	108	234	57,8	120	260	
4	3/4	16-QAM	78	162	351	86,6	180	390	
5	2/3	64-QAM	10	216	468	115,6	240	520	
6	3/4	64-QAM	117	243	526,5	130	270	585	
7	5/6	64-QAM	130	270	585	144,4	300	650	
8	3/4	256-QAM	156	324	702	173,4	360	780	
9	5/6	256-QAM	N/A	360	780	N/A	400	866,6	
Три пространственных потока MIMO 3x3									
Индекс MCS	Скорость кодирования	Тип модуляции	GI3=800 нс			GI=400 нс			
			20 МГц	40 МГц	80 МГц	20 МГц	40 МГц	80 МГц	
0	1/2	BPSK	19,5	40,5	88	21,6	45	97,5	
1	1/2	QPSK	39	81	175,5	43,2	90	195	
2	3/4	QPSK	58,5	121,5	263,5	65,1	135	292,5	
3	1/2	16-QAM	78	162	351	86,7	180	390	
4	3/4	16-QAM	117	243	526,5	129,9	270	585	
5	2/3	64-QAM	156	324	702	173,4	360	780	
6	3/4	64-QAM	175,5	364,5	790	195	405	877,5	
7	5/6	64-QAM	195	405	877,5	216,6	450	975	
8	3/4	256-QAM	234	486	1053	260,1	540	1170	
9	5/6	256-QAM	N/A	540	1170	N/A	600	1300	

Продолжение таблицы А1

Характеристика	Значение			
Скорость беспроводного соединения	-65 dBm при 54 Мбит/с IEEE 802.11b: -80 dBm при 2 Мбит/с -76 dBm при 11 Мбит/с IEEE 802.11g: -82 dBm при 6 Мбит/с -81 dBm при 9 Мбит/с -79 dBm при 12 Мбит/с -77 dBm при 18 Мбит/с -74 dBm при 24 Мбит/с -70 dBm при 36 Мбит/с -66 dBm при 48 Мбит/с -65 dBm при 54 Мбит/с IEEE 802.11n:			
	2,4 ГГц/HT-20 -82 dBm при MCS0/8 -79 dBm при MCS1/9 -76 dBm при MCS2/10 -74 dBm при MCS3/11 -70 dBm при MCS4/12 -66 dBm при MCS5/13 -65 dBm при MCS6/14 -64 dBm при MCS7/15	2,4 ГГц/HT-40 -79 dBm при MCS0/8 -76 dBm при MCS1/9 -74 dBm при MCS2/10 -71 dBm при MCS3/11 -67 dBm при MCS4/12 -63 dBm при MCS5/13 -62 dBm при MCS6/14 -61 dBm при MCS7/15	5 ГГц/HT-20 -82 dBm при MCS0 -79 dBm при MCS1 -77 dBm при MCS2 -74 dBm при MCS3 -70 dBm при MCS4 -66 dBm при MCS5 -65 dBm при MCS6 -64 dBm при MCS7	5 ГГц/HT-40 -79 dBm при MCS0 -76 dBm при MCS1 -74 dBm при MCS2 -71 dBm при MCS3 -67 dBm при MCS4 -63 dBm при MCS5 -62 dBm при MCS6 -61 dBm при MCS7
	IEEE 802.11ac:			
VHT20 -82 dBm при MCS0 -79 dBm при MCS1 -77 dBm при MCS2 -74 dBm при MCS3 -70 dBm при MCS4 -66 dBm при MCS5 -65 dBm при MCS6 -64 dBm при MCS7 -59 dBm при MCS8 -57 dBm при MCS9	VHT40 -79 dBm при MCS0 -76 dBm при MCS1 -74 dBm при MCS2 -71 dBm при MCS3 -67 dBm при MCS4 -63 dBm при MCS5 -62 dBm при MCS6 -61 dBm при MCS7 -56 dBm при MCS8 -54 dBm при MCS9	VHT40 -79 dBm при MCS0 -76 dBm при MCS1 -74 dBm при MCS2 -71 dBm при MCS3 -67 dBm при MCS4 -63 dBm при MCS5 -62 dBm при MCS6 -61 dBm при MCS7 -56 dBm при MCS8 -54 dBm при MCS9		
Функциональные возможности				
Безопасность	WPA-Personal WPA-Enterprise WPA2-Personal WPA2-Enterprise 64/128-битное шифрование WEP Запрет широковещания SSID Управление доступом на основе MAC-адресов Network Access Protection (NAP)			

Продолжение таблицы А1

Функциональные возможности	
Сетевое управление	Telnet Secure Shell (SSH) HTTP SecureHTTP (HTTPS) Управление трафиком SNMP Модуль D-View – private MIB D-Link Central Wi-Fi Manager AP Array
Физические характеристики	
Размеры	190 x 36,5 x 198,8 мм
Вес	1140 г вместе с антеннами
Рабочее напряжение	48 В постоянного тока \pm 10% или 802.3at PoE
Макс. выходная мощность (ЭИИМ)	2,4 ГГц: 20 dBm (с 3 потоками) 5 ГГц: 20 dBm (с 3 потоками)
Макс. потребляемая мощность	18,03 Вт
Температура	Рабочая: От 0° до 40° С Хранения: От -20° до 65° С
Влажность	Рабочая: От 10% до 90% (без конденсата) Хранения: От 5% до 95% (без конденсата)
Сертификаты	FCC IC CE UL Wi-Fi® Certified

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

«PoE коммутатор D-LinkDGS-1210-52MP»

Таблица Б1 – Общие характеристики оборудования DGS-1210-52MP

Характеристика	Значение	
Интерфейс устройств	48 портов 10/100/1000Base-T с поддержкой PoE 4 комбо-порта 100/1000Base-T/SFP	
Flash-память	32 МБ	
Оперативная память	128 МБ	
Индикаторы	Power Link/Activity/Speed (напорт) Power Fail/Power Ok (напортPoE) PoEMax FanError	
Кнопки	Кнопка Reset	
Сетевые кабели	УТР категории 5, 5e (макс. 100 м)	
Разъем питания	Разъем для подключения питания (переменный ток)	
Стандарты и функции	IEEE 802.3 10Base-T (медная витая пара) IEEE 802.3u 100Base-TX (медная витая пара) IEEE 802.3ab 1000Base-T (медная витая пара) IEEE 802.3az EnergyEfficientEthernet Автоматическое согласование скорости и режима дуплекса Управление потоком IEEE 802.3x IEEE 802.3z 1000Base-X Автоматическое определение MDI/MDIX на всех медных портах	
Дуплексный режим	Полу-/полный дуплекс для скорости 10/100 Мбит/с Полный дуплекс для скорости 1000 Мбит/с	
Коммутационная матрица	104 Гбит/с	
Метод коммутации	Store-and-forward	
Макс. скорость перенаправления 64-байтных пакетов	77,4 Mpps	
Буфер пакетов	1,5 МБ	
Jumbo-фрейм	10 000 байт	
Фильтрация многоадресных рассылок	Перенаправление всех незарегистрированных групп	+
	Фильтрация всех незарегистрированных групп	+
	Настраиваемый интерфейс MDI/MDIX	+
	MLD Snooping	256 групп

Продолжение таблицы Б1

Характеристика	Значение	
VLAN	Группы VLAN	Макс. 256 статических VLAN-групп
	Диапазон VID	1-4094
	Asymmetric VLAN	+
	AutoVoice VLAN	+
	Макс. количество задаваемых пользователем OUI	10
	Макс. количество OUI по умолчанию	8
	AutoSurveillance VLAN	+
Функции уровня 2	Статические MAC-адреса	256 записей
	IGMP Snooping	256 групп
	IGMP v1/v2	+
	IGMP v3 awareness	+
	Поддержка статических многоадресных групп	До 64 групп
	IGMP на VLAN	+
	Поддержка IGMP SnoopingQuerier	+
	LoopbackDetection	+
	802.3ad LinkAggregation	Макс. 4 группы на устройство/8 портов на группу
	LLDP	+
	LLDP-MED	+
	Jumbo-фреймы	До 10 000 байт
	SpanningTreeProtocol	
	802.1D STP	+
	802.1w RSTP	+
802.1s MSTP		
Управление потоком	802.3x	+
	Предотвращение блокировок HOL	+
	Зеркалирование портов	
	One-to-One	+
	Many-to-One	+
	Поддержка зеркалирования для входящего/ исходящего/трафика в обоих направлениях	+

Продолжение таблицы Б1

Характеристика	Значение		
Качество обслуживания (QoS)	802.1p	+	
	Обработка очередей	8 очередей на порт	
	Strict	+	
	WeightedRoundRobin (WRR)	+	
	Управление полосой пропускания		
	На основе порта (входящее/исходящее)	С минимальным шагом 16 Кбит/с для 10/100/1000 Мбит/с	
	QoS на основе:		
	Очередей приоритетов 802.1p	+	
	DSCP	+	
	ToS	+	
	IP Precedence	+	
	Класса трафика IPv6	+	
	Номера TCP/UDP-порта	+	
	MAC-адреса	+	
	Ethertype	+	
IP-адреса	+		
Типа протокола	+		
Функции уровня 3	IP-интерфейс	4 интерфейса	
	IPv6 NeighborDiscovery (ND)	+	
	Статическая маршрутизация	+	
	Поддержка статических маршрутов IPv4	124 маршрута	
	Поддержка статических маршрутов IPv6	50 маршрутов	
Безопасность	Защита от широковещательного/ многоадресного/одноадресного шторма	+	+
	D-LinkSafeguardEngine	+	+
	DHCP ServerScreening	+	+
	Привязка IP-MAC-Port (Интеллектуальная привязка)		
	Инспектирование ARP-пакетов	+	+
	Инспектирование ARP-пакетов + IP-пакетов	+	+
	Поддержка DHCP Snooping	+	+
	Управление доступом 802.1X на основе портов	+	+
	Предотвращение атак DoS	+	+
	Предотвращение атак ARP Spoofing	+	+
	Макс. количество записей	127	64
Сегментация трафика	+	+	

Продолжение таблицы Б1

Характеристика	Значение	
Списки управления доступом (ACL)	Макс. количество списков доступа	50
	Макс. количество правил для IPv4, MAC и IPv6	768
	Каждое правило может быть привязано к одному порту	+
	ACL на основе:	
	Очередей приоритетов 802.1p	+
	VLAN	+
	MAC-адреса	+
	Ethertype	+
	IP-адреса	+
	DSCP	+
	Типа протокола	+
	Номера TCP/UDP-порта	+
	Класса IPv6-трафика	+
AAA	Аутентификация 802.1X	
	Поддержка локальной базы/RADIUS-сервера	+
	Поддержка управления доступом на основе портов	+
	Поддержка EAP, OTP, TLS, TTLS, PEAP	+
	RADIUS-сервер с поддержкой протокола IPv6	+
	Поддержка аутентификации MD5	+
	Диагностика кабеля	+
	Восстановление заводских настроек по умолчанию	+
Технология Green V3.0	Экономия электроэнергии за счет:	
	Определения статуса соединения	+
	Выключения индикаторов	-
	Использования спящего режима	+
	Выключения портов	+
	Определения длины кабеля	+
	PoE по расписанию: выключение/включение портов с поддержкой PoE по расписанию	+
PoE	Стандарт PoE	IEEE 802.3af IEEE 802.3at
	Порты с поддержкой PoE	Порты 1-48
	Бюджет мощности PoE	370 Вт (макс. 30 Вт на порт PoE)

Продолжение таблицы Б1

Характеристика	Значение	
Управление	Web-интерфейс	+
	Утилита D-Link Network Assistant	+
	Упрощенный CLI	+
	Telnet-сервер	+
	TFTP-клиент	+
	Настройка MDI/MDIX	+
	SNMP v1/v2c/v3	+
	SNMP Trap	+
	Резервное копирование/обновление программного обеспечения	+
	Мастер установки SmartWizard	+
	Скачивание/загрузка конфигурационного файла	+
	Системный журнал	+
	Макс. количество записей в журнале	500
	BootP/DHCP-клиент	+
SNTP	+	
MTBF (Часы)	236 406	
Уровень шума	При высокой скорости вентилятора: 52,4 дБ При низкой скорости вентилятора: 47,6 дБ	
Тепловыделение	1 634,01 БТЕ/час	
Питание на входе	100-240 В переменного тока, 50/60 Гц, внутренний универсальный источник питания	
Макс. потребляемая мощность	478,9 Вт (функция PoE включена) 54,4 Вт (функция PoE выключена)	
Размер	440×430× 44 мм	
Вес	6,26 кг	
Рабочая температура	От -5° до 50°С	
Температура хранения	От -20° до 70°С	
Рабочая влажность	От 0% до 95% без конденсата	
Влажность при хранении	От 0% до 95% RH	
Emission(EMI)	FCC Class A, CE, C-Tick, VCCI	
Безопасность	cUL, CB	
Сертификаты	CE Class A, VCCI Class A, FCC Class A, cUL, BSMI, CCC, C-Tick	

ПРИЛОЖЕНИЕ В

«План здания»

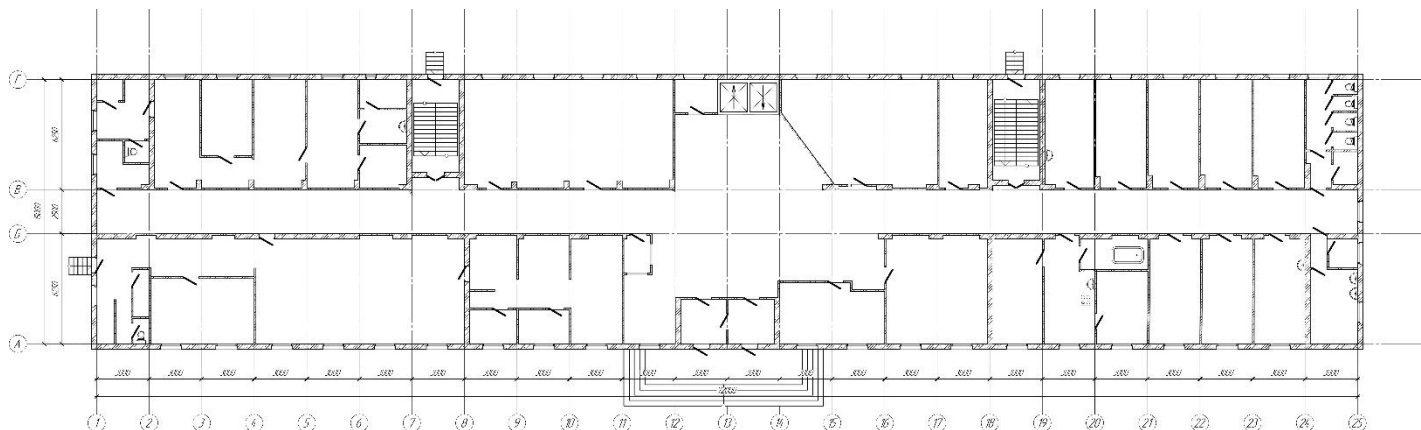


Рисунок В1 – Схема первого этажа

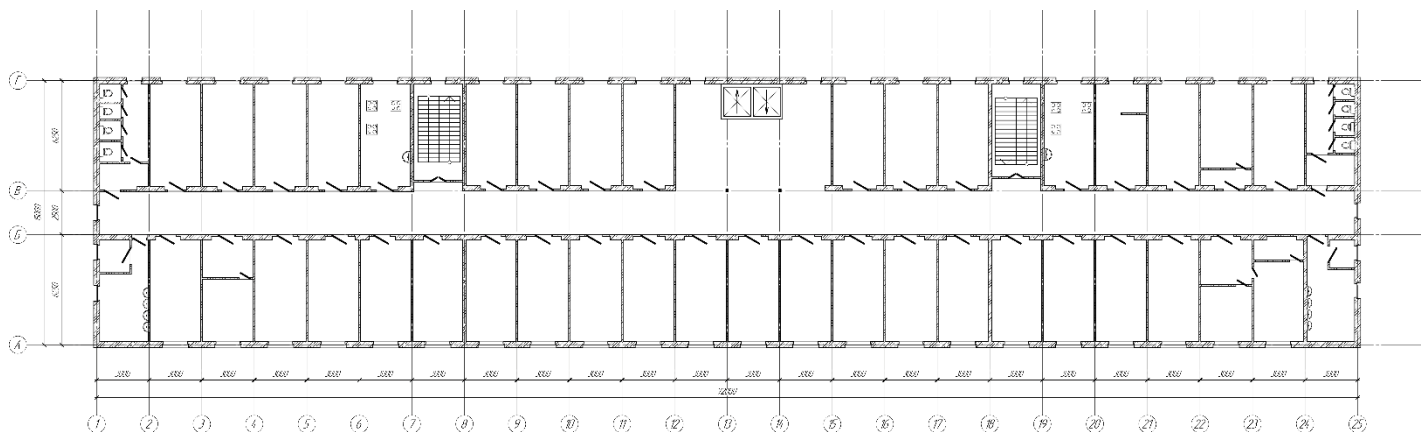


Рисунок В2 – Схема второго этажа