

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «РОССИЙСКИЙ ГОСУЛАРСТВЕННЫЙ

# «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра морских информационных систем

# ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

**На тему:** «Модернизация беспроводной сети общего доступа в здании второго учебного корпуса Российского Государственного Гидрометеорологического Университета»

**Исполнитель:** Прейс Алексей Юрьевич **Руководитель:** кандидат технических наук, доцент **Попов** Николай Николаевич

«К защите допускаю»

в.о. заведующего кафедрой:

вандидат географических наук, доцент

Фокичева Анна Алексеевна

<u>«10» об</u> 2017 г.

Санкт-Петербург

2017

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

### высшего образования

# «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет: Информационных систем и геотехнологий

Кафедра: МИС

Направление подготовки – 17.03.01 «Корабельное вооружение» Профиль - «Морские информационные системы и оборудование»

# ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

# На тему МОДЕРНИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ ОБЩЕГО ДОСТУПА В ЗДАНИИ ВТОРОГО УЧЕБНОГО КОРПУСА РГГМУ

Исполнитель: ПрейсАлексей Юрьевич

Руководитель: к.т.н. Попов Николай Николаевич

Допустить к защите /Фокичева А.А.

Санкт-Петербург

2017 г.

# Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Направление подготовки 17.03.01 Корабельное вооружение

# РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РГГМУ)

Факультет ИС и ГТ

	+ unymbrer ine in			
Кафедра	Морские информат	ционные системь	I	
Направление подготовки	17.03.01 Корабельн	ое вооружение		
Профиль	Морские информационные системы и оборудование			
	ЗАДАНИ	E		
	на дипломное проен	стирование		
студента	Прейс Алексей Н	Эрьевич		
1. Тема дипломного проект	ирования: «Модерниз	ация беспроводно	й сети общего доступа	
в здании второго	о учебного корпуса Ро	ссийского Госуда	рственного	
Гидј	рометеорологического	Университета».		
2. Цели исследований	ί:			
Дать рекомендации по увели	ичению покрытия бест	іроводной сети об	бщего доступа.	
3. Перечень подлежат	цих разработке раздел	юв по теме:		
- анализ технологий, мето,	дов и устройств для	разворачивания	беспроводной сети в	
здании высшего учебного за	ведения;			
– пример модернизации бо	еспроводной сети в	горого учебного	корпуса Российского	
Государственного Гидромет	еорологического Уни	верситета;		
<ul> <li>подбор технических решен</li> </ul>	ний для обеспечения у	стойчивой работн	ы беспроводной сети;	
	_	_	_	
4. Основные ожидаем				
		южения по модег	онизации беспроводной	
сети_		_	, 1	
5. Состав техническо			 гвии с методическими	
указаниями.				
Задание утверждено на засед	дании кафедры МИС	« »	2016 года	
-	(			
Зав. кафедрой МИ	IC	(A.Γ. Co	колов)	
1 1			,	
Руководитель _		(	)	
-		,		
Студент _		(	)	

# Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕТОДОВ И УСТРОЙО РАЗВОРАЧИВАНИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ В ЗДАНИИ УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ	высшего
1.1 Описание предметной области	9
1.2 Беспроводные технологии в промышленности	22
1.3 Разрешение на использование частот	29
Выводы	33
ПРИМЕР МОДЕРНИЗАЦИИ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ УЧЕБНОГО КОРПУСА РГГМУ	
2.1 Изучение особенностей здания	36
2.2 Проведение замеров уровней сигналов	39
2.3 Планирование сети и моделирование покрытия	42
2.4 Экономический анализ предложений	47
Выводы	48
ПОДБОР ТЕХНИЧСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТ РАБОТЫ СЕТИ	
3.1 Инструкция по настройке сети	51
3.2 Инструкции по безопасности	56
3.3 Инструкции по эксплуатации	57
Выводы	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	60
Используемые источники	66
приложения	68

# ВВЕДЕНИЕ

На территории Российского Государственного Гидрометеорологического Университета существует развитая локально – вычислительная сеть, состоящая из системы серверов управляемого и неуправляемого сетевого оборудования и др. инфраструктуры.

Логично предположить, что эта огромная система несовершенна, и в качестве предложения по её оптимизации, можно предложить улучшение беспроводной сети общего доступа. Это сформирует более уютную атмосферу в стенах учебного корпуса и сделает процес собучения, а также преподавания максимально комфортным.

# Актуальность

В настоящее время любое предприятие имеет локальную вычислительную сеть. Везде развивается сегмент беспроводной сети. Наш университет не исключение. Было проведено исследование. Да, конечно она уже есть, но она не оптимизирована. В некоторых местах попросту невозможно работать с беспроводным соединением из-за слабого сигнала, а возможность подключения по кабелю отсутствует или его прокладка будет очень затратной. Поэтому выбранная темаактуальна.

Объект исследования – второй корпус РГГМУ

Предмет исследования – беспроводная сеть.

Цель работы – разработать рекомендации по увеличению покрытия сети общего доступа.

### Задачи исследования

• анализ технологий, методов и устройств для разворачивания беспроводной сети в здании высшего учебного заведения;

- пример модернизации беспроводной сети второго учебного корпуса
   Российского Государственного Гидрометеорологического
   Университета;
- подбор технических решений для обеспечения устойчивой работы беспроводной сети;

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ РАЗВОРАЧИВАНИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ В ЗДАНИИ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

# Происхождение

«Wi-Fi»былсозданв 1991 годуотделениемиститутаCSIRO (CommonwealthScientificandIndustrialResearchOrganization) вКанберре, Австралия.

Беспроводнойпротоколобменаданных создалинженер Джон О'Салливан (John O'Sullivan).

СтандартІЕЕЕ 802.11 пбылутверждён 11 сентября 2009 года. Егоприменениеповышаетскоростьпередачиданныхпрактическивчетверопосра внениюсустройствамистандартов 802.11g 54 Мбит/с), (максимальнаяскоростькоторыхравна приусловиииспользованияврежиме 802.11псдругимиустройствами 802.11n. 802.11 пспособенобеспечитьскорость передачиданных до 600 Набумаге  $\mathbf{C}$ 2011 2013 Мбит/с. ПО разрабатывалсястандартІЕЕЕ 802.11ac, 2014 стандартпринятвянваре года. 802.11асможетдостигать Скоростьпередачиданныхприиспользовании несколькихГбит/с.

Большинствоведущихпроизводителейоборудованияужеанонсировалиустройс тва, поддерживающиеданныйстандарт.

27-июля 2011 года Институт инженеров электротехники и электроники (IEEE) выпустил официальную версию стандарта IEEE 802.22. Системы и устройства, поддерживающие этот стандарт, имеют возможность общаться на скорости 22 Мбит/с в радиусе 100 км от ближайшего передатчика.

Слово «Wi-Fi» изначально было придумано как игра слов для привлечения внимания потребителя «намёком» на Hi-Fi (англ. High Fidelity — высокая точность). Ранее в некоторых пресс-релизах WECA фигурировало словосочетание «Wireless Fidelity» («беспроводная точность»), на данный момент от такой формулировки отказались, и термин «Wi-Fi» никак не расшифровывается.

Построениесетей беспроводной передачи данных Wi-Fi (IEEE 802.11) в настоящее время получило широкое распространение засчёт массы преимуществ. Можно выделить следующие достоинства данной технологии:

- Быстрое и простое построение офисной локальной сети. Не потребуется проектировать локальную вычислительную сеть, прокладывать провода, что в свою очередь ускоряет срок и на построение сети. Это очень ценится, когда необходимо быстро развернуть, а потом, также быстро демонтировать компьютерную сеть. Установка беспроводной сети wi-fi в офисе или других помещениях возможен без остановки рабочего процесса компании, т.к.сам прцесс монтажа сведён к минимуму.
- Беспроводная система. Не всегда возможно проложить кабель до определенного сетевого устройства, а иногда прокладка такого кабеля или целой сети из оптоволокна может оказаться очень дорогой и потребовать много времени, а иногда потребовать дополнительного разрешения или согласования. Значительно легче и сравнительно дешевле использовать беспроводные технологии передачи данных по радиоканалу (wireless, wlan), которые не требуют дополнительной прокладки кабеля.
- Сведение к минимуму затрат на строительно-монтажные работы. Внешний вид помещения и егоотделка не претерпят никаких заметных видимых изменений при организации беспроводной сети Wi-Fi. В виду отсутствия необходимости протягивать провода и разводить розетки,

строительно-монтажные работы будут сведены к минимуму, а то и вовсе не потребуются.

- Оптимальная скорость для комфортной работы. Беспроводная сеть Wi-Fi сегодня может обеспечить скорости до 108 Мбит/с, что соответствует обычной проводной локальной вычислительноый сети (ЛВС), которые мы привыкли видеть в каждом обычном офисе, этой скорости будет достаточно для большинства офисных приложений и для работы с базами данных.
- Недорогая установка и ослуживание. Всё что требуется для работы Wi-Fi сети — это точка доступа (access point), которых может быть от одной до нескольких десятков, в зависимости от габаритов и назначения помещений и используемого предприятием программного обеспечения.
- Легкость в установке. Беспроводную сеть можно организовать там, где нельзя или не выгодно прокладывать кабели, но необходим доступ к сети. Технология беспроводной сетиоблегчает постоянную или временную развертку ЛВС и её перемещение при необходимости, а так же обеспечивает возможность быстро организовывать временные сети для гостей либо на время проведения мероприятий.
- Высокая мобильность рабочего места. Можно производить любые перестановки мебели, например, свободно перемещать рабочие места сотрудников посвоему усмотрению и производственной необходимости в пределах зоны покрытия беспроводной сети, так как нет жёсткой привязки рабочих мест к информационной розетке и нет ограничений накладываемых длинной проводов, мобильность персонала, возможность всегда быть на связи, соблюдение принципа «anyone, anywhere, anytime» (кто угодно, где угодно, когда угодно).
- Возможность внесений изменений конфигурации и масштаба. Расширение беспроводной сети Wi-Fi не является сложной задачей:

пользовательские устройства можно легко интегрировать в сеть, установив на них беспроводные сетевые адаптеры, сегодня все устройства, предназначенные для общения и работы (планшеты, смартфоны, ноутбуки и обычные компьютеры) получают адаптер для работы с беспроводными сетями на стадии его производства самими производителями. Wi-Fi сети дают возможность быстро добавлять, перемещать и изменять права пользователей, новых направлений, каналов связи и рабочих мест.

- Совместимость. Различные марки и типы совместимых клиентских и сетевых устройств будут взаимодействовать между собой. К сети могут подключаться любые мобильные устройства, поддерживающие Wi-Fi с учётом установленных сетевых протоколов безопасности.
- Повышение производительности. Увеличение производительности организации, использующей сети Wi-Fi достигается засчёт более эффективного использования ресурсов, а так же рабочего пространства пространства, и даёт возможность работать сотрудникам там, где они нужны, а не только за офисным столом.
- Престиж. Использование беспроводных сетей Wi-Fi показывает общественности Ваше желание развиваться в ногу со временем, а также активную политику и осведомлённость в сфере информационных технологий.

Активноразвивающиеся беспроводные технологии, постоянно расширяющийся спектр всевозможного совместимого оборудования, постоянно совершенствующиеся стандарты и принципы обеспечения безопасности — все это делает Wi-Fi привлекательным для использования в корпоративных ЛВС любого размера.

# 1.1 Описание предметной области

# Стандарты беспроводных сетей

Большая часть используемых в настоящее время стандартов беспроводных сетей разработано Институтом инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE).

Беспроводные сети подразделяют на: персональные (WPAN), локальные (WLAN), городские (WMAN) и глобальные (WWAN) сети.

К трем последним типам относятся стандарты IEEE.

# Персональные беспроводные сети

Персональные беспроводные сети находятся под юрисдикцией рабочей группы стандарта 802.15. В рамках стандарта, определено четыре группы, решающие различные задачи.

Таблица 1 – Стандарты 802.15.х

Стандарт	Описаниестандарта
IEEE 802.15.1	Персональные беспроводныесети наоснове
	технологииBluetooth
IEEE 802.15.2	Совместное использованиесетей WPAN с
	другимибеспроводными технологиями
IEEE 802.15.3	Высокопроизводительные персональные
	беспроводныесети (High Rate WPAN)
IEEE 802.15.4	Энергосберегающие персональные беспроводныесети(Low
	Rate WPAN)

# Локальные беспроводные сети

Наиболее распространенным стандартом беспроводных сетей является технология IEEE 802.11, это стандарт организации беспроводных коммуникаций на ограниченной территории в режиме локальной сети. Иными словами, несколько абонентов имеют равноправный доступ к общему

каналу передач. Пользователям более известен по названию Wi-Fi, фактически являющимся брендом, предложенным и продвигаемым организацией Wi-Fi Alliance.

Таблица 2 – Стандарты 802.11.х

Стандарт	Описаниестандарта
IEEE 802.11	изначальный 1 Мбит/с и 2 Мбит/с, 2,4 ГГц и ИК стандарт
	(1997)
IEEE 802.11a	54 Мбит/с, 5 ГГцстандарт (1999, выходпродуктовв 2001)
IEEE 802.11b	улучшения к 802.11 для поддержки 5,5 и 11 Мбит/с (1999)
IEEE 802.11c	процедуры операций с мостами; включен в стандарт IEEE
	802.1D (2001)
IEEE 802.11d	Интернациональныероуминговыерасширения (2001)
IEEE 802.11e	улучшения: QoS, включение packet bursting (2005)
IEEE 802.11g	54 Мбит/с, 2,4 ГГцстандарт (обратнаясовместимостьс b)
	(2003)
IEEE 802.11h	Распределённыйпоспектру 802.11a (5 GHz)
	длясовместимостивЕвропе (2004)
IEEE 802.11i	улучшенная безопасность (2004)
IEEE 802.11j	расширения для Японии (2004)
IEEE 802.11k	улучшения измерения радиоресурсов
IEEE 802.111	зарезервирован
IEEE 802.11m	поддержание эталона; обрезки
IEEE 802.11n	Увеличениескоростипередачиданных (600 Мбит/с). 2,4-2,5
	или 5 ГГц. Обратнаясовместимостьс 802.11a/b/g
IEEE 802.11o	Зарезервирован
IEEE 802.11p	WAVE — Wireless Access for the Vehicular Environment

	(Беспроводной Доступдля Транспортной Среды,
	такойкакмашиныскоройпомощиилипассажирскийтранспорт)
IEEE 802.11q	зарезервирован
IEEE 802.11r	быстрый роуминг
IEEE 802.11s	ESS Mesh Networking (англ.) (Extended Service Set —
	Расширенный Набор Служб; Mesh Network — Ячеистая Сеть)
IEEE 802.11u	Взаимодействиесне – 802 сетями (например, сотовыесети)
IEEE 802.11v	управление беспроводными сетями
IEEE 802.11x	Зарезервированинебудетиспользоваться
IEEE 802.11y	Дополнительныйстандартсвязи, работающийначастотах
	3,65-3,70 ГГц. Обеспечиваетскоростьдо 54
	Мь/снарасстояниидо 5000 мнаоткрытомпространстве.
IEEE 802.11w	Protected Management Frames
	(Защищенные Управляющие Фреймы)
IEEE 802.11ac	новый, разрабатываемый ІЕЕЕ стандарт.
	Скоростипередачиданных до 1.3 Гбит/с,
	энергопотреблениепосравнениюс 802.11п сниженодо 6 раз.
	Обратнаясовместимостьс 802.11a/b/g/n.
IEEE 802.11ad	Новыйстандартсдополнительнымдиапазоном 60 ГГц
	(частотанетребуетлицензирования).
	Скоростьпередачиданных до 7 Гбит/с.

Извсех существующих стандартовбеспроводнойпередачиданных IEEE 802.11, на практике наиболее часто используютсявсего четыре, это: 802.11а, 802.11b, 802.11g и 802.11n.

Стандарт IEEE 802.11а имеетнаиболееширокуюполосуиз семейства стандартов 802.11, предусматривая скоростьпередачиданных до 54 Мбит/с. В

отличие отбазового стандарта, ориентированного на областьчастот 2,4 ГГц, спецификациями 802.11а предусмотрена работа вдиапазоне 5 ГГц. Вкачестве метода модуляции сигнала выбрано ортогональное частотное мультиплексирование (OFDM). Кнедостаткам 802.11а относятсяболее высокаяпотребляемаямощность радиопередатчиковдлячастот 5 ГГц, а также меньший радиус действия.

В стандарте IEEE 802.11b скоростьпередачиданных до 11 Мбит/с, работаетвдиапазоне 2,4 ГГц, ЭТОТ стандартзавоевалнаибольшуюпопулярностьупроизводителей оборудования длябеспроводных сетей. Поскольку оборудование, работающее на максимальной скорости 11 Мбит/с имеетменьший радиус действия, чемна более 802.11b низких скоростях, TO стандартом предусмотрено автоматическое понижение скоростиприухудшениикачества сигнала.

Стандарт IEEE 802.11g являетсялогическим развитием 802.11b ипредполагаетпередачуданных втомже частотномдиапазоне. Кроме того, стандарт 802.11g полностью совместим с 802.11b, тоестьлюбое устройство 802.11g должно поддерживать работу с устройствами 802.11b. Максимальная скорость передачив стандарте 802.11g составляет 54 Мбит/с, поэтомуна сегодняшний день это наиболее перспективный стандарт беспроводной связи.

Стандарт 802.11п повышает скоростьпередачиданных практически в четверо по сравнению с устройствами стандартов 802.11g (максимальная скорость которых равна 54 МБит/с), приусловии использования в режиме 802.11n с другими устройствами 802.11n. Теоретически 802.11n способен обеспечить скоростьпередачиданных до 480 Мбит/с. Устройства 802.11n работают в диапазонах 2,4 — 2,5 или 5,0 ГГц.

Кроме того, устройства 802.11n могут работатьвтрёх режимах: наследуемом (Legacy), вкотором обеспечиваетсяподдержка устройств 802.11b/g и 802.11a смешанном (Mixed),

вкоторомподдерживаютсяустройства 802.11b/g, 802.11au 802.11n «чистом» режиме — 802.11n (именно вэтом режиме иможно воспользоватьсяпреимуществамиповышенной скоростииувеличеннойдальностьюпередачиданных, обеспечиваемыми стандартом 802.11n).

Стандарт 802.11ас работаеттольков спектре 5GHz. Будет обеспечена обратная совместимость с устройствами 802.11п (в 5GHz) и 802.11а. Приэтом ожидается существенное увеличение не только полосыпропускания, но ипокрытия.

Важнымнововведениемявляетсятехнология MU-MIMO (Multiple User). Это фактическипространственный радиокоммутатор, позволяющий одновременно передаватьиприниматьданные отмножества пользователейпо одномучастотномуканалу.

Вчастиуслуг 802.11ас, с одной стороны, сфокусированна значительно более полноценнуюзаменупроводномудоступуна высоких скоростях, чем 802.11п. С другой стороны, естьцельивэффективнойподдержке мультимедийныхуслугвокругпотокового видео высокого разрешения.

Доступностьчастотных каналов в спектре 5GHz, что существенно варьируется от странык стране, ив РФ составляет, например, всего 100MHz (5150-5250MHz). Поэтомупока наш регулятор глубоко не задумается о необходимостивы свобождении части спектра 5GHz подзадачи Wi-Fi, как сделано во многих странах, такая привлекательная технология будет оставаться красивой сказкой внаших реалиях.

802.11ad Стандартбудет работатьв спектре 60GHz, которыйне лицензируетсявбольшинстве стран. Здесьдоступно значительно больше свободнойполосы, чемвперегруженном 2.4GHz иуже загружаемом спектре 5GHz.

В части услуг Настоящий стандарт направлен на поддержку видео высокой четкости (в формате HD). Также здесь ожидается появление таких услуг, как «беспроводая стыковка» («wireless docking»), когда все устройства: ПК, монитор, проектор, и т. д. Беспроводная связь, использующая сверхвысокую частоту, приводит к тому, что сигналы являются достаточно узкими. Есть много проблем из-за интенсивного поглощения сигнала при прохождении через препятствия, поэтому основная ожидаемого использования случае взаимодействия устройств помещении. Ожидается, что 802.11ad должен быть совместим состандартом WiGig.

# Региональные и городские сети

Технологии, объединенные под торговой маркой WiMAX, направлены на реализацию широкополосного беспроводного доступа на значительных расстояниях. Коммерческим продвижением технологии занимается организация WiMAX Forum.

Согласно спецификации стандарта 802.16, максимальное расстояние, на котором возможно взаимодействие посетям WiMAX, составляет 50 км, а суммарная пропускная способность - 70 Мбит/с.

В условиях реальной эксплуатации эти показатели гораздо скромнее и составляют около 8 км и 2 Мбит/с. Такие характеристики делают протокол WiMAX очень привлекательным для замены традиционных технологий по предоставлению «последней мили» при доступе к сети Internet и телефонии. Провайдеры разветвленной городской беспроводной сети МОГУТ беспроводные предоставлять «выделенные» каналы ДЛЯ организации виртуальных частных сетей между офисами компаний. Преимущества очевидны: большая, чем при использовании технологии SL, пропускная способность, отсутствие необходимости прокладки кабелей.

В ближайшее время намечается широкое внедрение устройств стандарта 802.16е. Это мобильный вариант протокола WiMAX, рассчитанный на использование в качестве конечных терминалов таких устройств, как компьютеры, КПК, мобильные телефоны и т.д.

Разработанный при содействии правительства стандарт WiBRO выполняет те же функции, что стандарт 802.16 е, и является совместимым. В оригинальной версии протокола WiMAX и описано в стандарте 802.16с был использован частоты в диапазоне 10...66 ГГц. Этот диапазон имеет некоторые ограничения, в связи с лицензированием. Кроме того, его нельзя использовать при наличии препятствий между передатчиком и приемником.

Стандарт 802.16а описывает использование диапазона от 2 до 11 ГГц, вышел в 2004г. Потому что логика работы сети WiMAX предполагает использование диаграмм, точка-многоточка с фиксированной полосой пропускания для каждого из абонентов, на канальном уровне использовать механизм множественного доступа с разделением времени перевозчика (Time Division Multiple Access, TDMA). Этот метод широко используется в сетях сотовой связи (например, GSM) и позволяет реализовать гарантированное качество обслуживания.

Стандарт 802.16 предполагает шифрование трафика с использованием алгоритма DES. Мобильный вариант WiMAC (802.16 е) расширяет возможности по защите информации, добавляя аутентификацию станций по протоколу EAP, управление ключами с использованием протокола Privacy and Key Management Protocol Version 2 (PKMv2) и шифрование AES. При использовании стандарта 802.16 для передачи корпоративных данных рекомендуется усилить встроенные механизмы защиты с помощью технологий построения виртуальных частных сетей.

Стандарт 802.16 предполагает шифрование трафика с использованием алгоритма DES. Мобильная версия WiMAC (802.16 e) расширяет

возможности по защите информации, путем добавления аутентификации станции по протоколу управления ключами EAP и с помощью протокола «конфиденциальности и управления ключами версии 2» (РКМv2) и шифрование AES. При использовании стандарта 802.16 для передачи корпоративных данных, рекомендуется укреплять интегрированных механизмов защиты с использованием технологии построения виртуальных частных сетей.

При проектировании и развертывании сетей нужно помнить о том, что частотный диапазон выделенный для Wi-Fi весьма тесен, поэтому нужно стараться не использовать антенн с коэффициентом усиления больше чем необходимо, а также принять меры для минимизации, или и вовсе предотвращения помех соседними сетям.

По способу объединения точек доступа в единую систему можно выделить:

- Автономные точки доступа (называютсятакжесамостоятельные, децентрализованные, умные)
- Точки доступа, работающие под управлением контроллера (называются также «легковесные», централизованные)
- Бесконтроллерные, нонеавтономные (управляемые без контроллера)

По способу организации и управления радиоканалами можно выделить беспроводные локальные сети:

- Со статическими настройками радиоканалов
- С динамическими (адаптивными) настройками радиоканалов
- Со «слоистой» или многослойной структурой радиоканалов

# Технология Wi-Fi – принципы работы, преимущества и недостатки

Принцип действия Wi-Fi не отличается от работы радиостанций, сотовых телефонов и телевизионных приемников. Исключением будет являться лишь использование более высоких частот, нежели в радиосвязи и телетрансляции. Работа на частотах 2,4ГГц или 5ГГц позволяет предвавать большие объемы информации. Для использования этой технологии необходим маршрутизатор (роутер) который работает на прием и передачу радиосигналов и аналогичный модуль в устройсте, с которого выполняется подключение.

Память роутера содержит таблицу маршрутизации, в которой хранятся пути ко всем подключенным устройствам. Ширина канала доступа в интернет, предоставляемая провайдером, также распределяется между всеми мобильными и стационарными устройствами. Следует заметить, что соединение по Wi-Fi через роутер удобно для общения в соцсетях или по скайпу, просмотра электронной почты, интернет-серфинга. Для онлайн-просмотра объемного видео или скачивания файлов больше подойдет сетевое подключение.



Рисунок 1 Схема организации Wi-Fi доступа

# Преимущества Wi-Fi

Технология беспроводной передачи данных обладает определенными достоинствами:

- Возможность развертывания сети без использования кабеля, что уменьшает стоимость организации и дальнейшего расширения сети. В местах, где отсутствует возможность прокладки кабеля, это особенно важно.
- Предоставление мобильным устройствам доступа к сети.
- Широкое распространение на рынке Wi-Fi-устройств, а также их абсолютная совместимость в виду обязательной сертификации оборудования Wi-Fi Alliance.
- Мобильность клиентов и возможность пользования Интернетом в любой точке доступа.
- Возможность подключения к сети нескольких пользователей сразличных устройств телефонов, компьютеров, ноутбуков и т.п., в зоне действия Wi-Fi.
- Wi-Fi-устройства имеют низкий уровень излучения в момент передачи данных (в 10 раз меньше, чем у сотового телефона).

# Недостатки Wi-Fi

Среди недочетов технологии следует отметить:

- Частотный диапазон 2.4 GHz используют многие другие устройства, поддерживающие Bluetooth, а также микроволновые печи, что может создавать помехи и, вследствие, ухудшать качество сигнала.
- Производители оборудования указывают скорость на L1, однакореальная скорость передачи на L2 всети Wi-Fi зависит от наличия физических препятствий между устройствами, наличия помех

от других электронных устройств, взаимного расположения устройств и всегда ниже заявленной, что создает впечатление завышения скорости производителем.

- разных странах частотные диапазоны И эксплуатационные ограничения отличаются. Так, в некоторых европейских странах разрешено использование двух дополнительных каналов, в то время, как в США они запрещены. В Японии используется еще один канал в верхнем сегменте диапазона. В некоторых странах (например, России, Белоруссии, Италии) обязательной является регистрация всех наружных сетей Wi-Fi или регистрация Wi-Fi-оператора.
- В России также подлежат обязательной регистрации точки беспроводного доступа и адаптеры Wi-Fi с мощностью излучения, превышающей 100 мВт.
- Даже при правильной конфигурации алгоритм шифрования WEP может быть относительно легко взломан. Поэтому новые устройства совместимы с более совершенным протоколом шифрования данных WPA и WPA2, чему способствовало принятие в июне 2004 года стандарта IEEE 802.11i (WPA2). Оба протокола требуют более устойчивый пароль. Во многих организациях для защиты от вторжения используется дополнительное шифрование (например, VPN).
- В режиме ad-hoc доступна лишь скорость 11 Мбит/сек (802.11b) и легко взламываемый алгоритм шифрования WEP.

# Принцип действия Wi-Fi

Принцип работы беспроводной сети построен на использовании радиоволн, а сам обмен данными во многом напоминает переговоры с использованием радиосвязи:

• Адаптер беспроводной связи трансформирует информацию в радиосигнал и передает его в эфир через антенну.

• Беспроводной маршрутизатор принимает и делает обратное преобразование сигнала. Далее информация направляется в сеть Интернет по кабелю.

Похожим образом осуществляется и прием информации. После получения информации из Интернета маршрутизатор преобразует ее в радиосигнал и отправляет через антенну на адаптер беспроводной связи устройства.

Применяемые в сетях Wi-Fi приемники и передатчики по принципу действия напоминают устройства, используемые в сотовых телефонах и дуплексных портативных радиостанциях. Они передают и принимают радиоволны, а также преобразовывают цифровой сигнал в радиоволны и наоборот. Отличие устройств Wi-Fi от аналогичных устройств состоит в том, что они используют частоты 2,4 ГГц или 5 ГГц, которые существенно выше, что позволяет передавать больший объем данных за меньшее время.

Приемопередатчики сетей Wi-Fi рассчитаны на работу в одном из трех частотных диапазонов, причем возможно быстрое переключение из одного диапазона в другой. Засчет применения такого способа удается снизить воздействие помех и одновременно использовать беспроводную связь несколькими устройствами. Так как все такие устройства оборудованы адаптерами беспроводной связи, для связи с сетью Интернет нескольких устройств может использоваться один маршрутизатор. Такая организация связи очень удобна, практически невидима и достаточно надежна, однако при выходе из строя маршрутизатора или при одновременной попытке большого количества пользователей сети воспользоваться широкополосной связью возможно возникновение взаимных помех или даже неожиданный разрыв связи.

Традиционная схема сети с технологией Wi-Fi содержит как минимум одну точку доступа и одного клиента. Возможна коммутация двух абонентов

в режиме точка-точка (Ad-hoc). При этом точка доступа отсутствует, а клиенты соединяются напрямую через сетевые адаптеры. Для передачи своего идентификационного номера в сети SSID каждые 100 мс точка доступа посылает специальные сигнальные пакеты на скорости передачи данных 0,1 Мбит/сек, которая является минимальной для сетей Wi-Fi. Узнав SSID, клиент определяет возможность подключения к данной точке доступа. Если приёмник оказывается в зоне действия 2-х точек доступа с одинаковым SSID, он вправе выбрать одну из них по уровню сигнала. Технология Wi-Fi предоставляет клиенту свободу при определении критериев для соединения.

### 1.2 Беспроводные технологии в промышленности

Для Wi-Fi использования В промышленности технологии предлагаются пока ограниченным числом поставщиков. Так Siemens Automation & Drives предлагает Wi-Fi-решения для своих контроллеров SIMATIC в соответствии состандартом IEEE 802.11g в свободном ISMдиапазоне 2,4 ГГц и обеспечивающим максимальную скорость передачи 54 Мбит/с. Данные технологии применяются для управления движущимися объектами и в складской логистике, а также в тех случаях, когда по какойлибо Ethernet. причине невозможно прокладывать проводныесети Использование Wi-Fi устройств на предприятиях обусловлено высокой помехоустойчивостью, что обуславливает их применение на предприятиях с множеством металлических конструкций. В свою очередь Wi-Fi приборы не создают существенных помех для узкополосных радиосигналов. В настоящее время технология находит широкое применение на удаленном или опасном производстве, там где нахождение оперативного персонала связано с повышенной опасностью или вовсе затруднительно. Например, для задач телеметрии на нефтегазодобывающих предприятиях, а также для контроля за перемещением персонала и транспортных средств в шахтах и рудниках, для определения нахождения персонала в аварийных ситуациях.

# Wi-Fi и телефоны сотовой связи

Некоторые считают, что Wi-Fi и подобныеему технологии со временем могут заменить сотовые сети, такие как GSM. Препятствиями для такого развития событий в ближайшем будущем являются отсутствие глобального роуминга, ограниченность частотного диапазона и сильно ограниченный радиус действия Wi-Fi. Более правильным выглядит сравнение сотовых сетей с другими стандартами беспроводных сетей, таких как UMTS, CDMA или WiMAX.

Тем менее, Wi-Fi пригоден для использования VoIP корпоративных сетях или в среде SOHO. Первые образцы оборудования появились уже в начале 2000-х, однако нарынок они вышли только в 2005 году. Тогда такие компании, как Zyxel, UT Starcomm, Samsung, Hitachi и многие другие, представили нарынок VoIP Wi-Fi-телефоны по «разумным» ценам. В 2005 году ADSL ISP провайдеры начали предоставлять услуги VoIP своим клиентам (например нидерландский ISP XS4All). Когда звонки с помощью VoIP стали очень дешёвыми, а зачастую вообще бесплатными, провайдеры, способные предоставлять услуги VoIP, получили возможность открыть новый рынок — услуг VoIP. Телефоны GSM с интегрированной поддержкой возможностей Wi-Fi и VoIP начали выводиться нарынок, и потенциальноони могут заменить проводные телефоны.

В настоящий момент непосредственное сравнение Wi-Fi и сотовых сетей необоснованно. Телефоны, использующие только Wi-Fi, имеют весьма ограниченный радиус действия, поэтому развёртывание таких сетей обходится очень дорого. Так или иначе, установка таких сетей может быть наилучшим решением для локального использования, к примеру, в корпоративных сетях. Однако устройства, поддерживающие несколько стандартов, могут занять значительную долю рынка.

Стоит заметить, что при наличии в данном конкретном месте покрытия как GSM, так и Wi-Fi, экономически намного более выгодно использовать Wi-Fi, разговаривая посредством сервисов интернет-телефонии. Например, клиент Skype давно существует в версиях как для смартфонов, так и для КПК.

# Международные проекты

Другая бизнес-модель состоит в соединении уже имеющихся сетей в новые. Идея состоит в том, что пользователи будут разделять свой частотный диапазон через персональные беспроводные маршрутизаторы, комплектующиеся специальным ПО. Например FON — испанская компания, созданная в ноябре 2005 года, сейчас объединяет более 2 000 000 пользователей в Европе, Азии и Америке, и быстро развивается. Пользователи делятся на три категории:

- linus выделяющие бесплатный доступ в Интернет,
- bills продающиесвой частотный диапазон,
- aliens использующие доступ через bills.

Таким образом, система аналогична пиринговым сервисам. Несмотря на то, что FON получает финансовую поддержку от таких компаний, как Google и Skype, лишь со временем будет ясно, будет ли эта идея действительно работать.

Сейчас у этого сервиса есть три основные проблемы. Первая заключается в том, что для перехода проекта из начальной стадии в основную требуется больше внимания состороны общественности и СМИ. Нужно также учитывать тот факт, что предоставление доступа к вашему интернет-каналу другим лицам может быть ограничено вашим договором с интернет-провайдером. Поэтому интернет-провайдеры будут пытаться

защитить свои интересы. Так же, скорее всего, поступят звукозаписывающие компании, выступающие против свободного распространения МРЗ.

В России основное количество точек доступа сообщества FON расположено в московском регионе.

Израильская компания WeFi создала общую сеть социальной направленности, с возможностью поискасетей Wi-Fi и общения между пользователями. Программа и система в целом была создана под руководством Йосси Варди (Yossi Vardi), одного из создателей компании Mirabilis, и протокола ICQ.

# Wi-Fi в игровой индустрии

Адаптеры беспроводной сети интегрированы в игровые консоли и КПК и позволяет вести сетевую игру через любую точку доступа или в режиме точка-точка.

Все игровые консоли седьмого поколения имеют поддержку стандартов Wi-Fi IEEE 802.11g.

# Некоммерческое использование Wi-Fi

Пока коммерческие сервисы пытаются использовать существующие бизнес-модели для Wi-Fi, многие группы, сообщества, города и частные лица строят свободные сети Wi-Fi, часто используя общее пиринговое соглашение для того, чтобы сети могли свободно взаимодействовать друг с другом.

Многие муниципалитеты объединяются с локальными сообществами, чтобы расширить свободные Wi-Fi-сети. Некоторые группы строят свои Wi-Fi-сети, полностью основанные на добровольной помощи и пожертвованиях.

OLSR (en) — один из протоколов, используемых для создания свободных сетей. Некоторые сети используют статическую маршрутизацию,

другие полностью полагаются на OSPF. В Израиле разрабатывается протокол WiPeer для создания бесплатных P2P-сетей наоснове Wi-Fi.

В Wireless Leiden разработали собственное программное обеспечение для маршрутизации под названием LVrouteD для объединения Wi-Fi-сетей, построенных на полностью беспроводной основе. Большая часть сетей построена на основе ПО с открытым кодом, или публикуют свою схему под открытой лицензией. (Превращает любой ноутбук с установленным Wi-Fi-модулем в открытый узел Wi-Fi-сети). Также следует обратить внимание на netsukuku — Разработка всемирной бесплатной mesh-сети.

Некоторые небольшие страны и муниципалитеты уже обеспечивают свободный доступ к хот-спотам Wi-Fi и доступ к Интернету через Wi-Fi по месту жительства для всех. Например, Королевство Тонга и Эстония, которые имеют большое количество свободных хот-спотов Wi-Fi по всей территории страны. В Париже OzoneParis предоставляет свободный доступ в Интернет неограниченно всем, кто способствует развитию Pervasive Network, предоставляя крышу своего дома для монтажа оборудования Wi-Fi. Unwire Jerusalem — это проект установки свободных точек доступа Wi-Fi в крупных Многие центрах Иерусалима. университеты обеспечивают торговых свободный доступ к Интернет через Wi-Fi для своих студентов, посетителей и всех, кто находится на территории университета.

Некоторые коммерческие организации, такие как Panera Bread, предоставляют свободный доступ к Wi-Fi постоянным клиентам. Заведения McDonald's Corporation тоже предоставляют доступ к Wi-Fi под брендом McInternet. Этот сервис был запущен в ресторане в Оук-Брук, Иллинойс; он также доступен во многих ресторанах в Лондоне, Москве.

Тем не менее, есть и третья подкатегория сетей, созданных сообществами и организациями, такими как университеты, где свободный доступ предоставляется членам сообщества, а тем, кто в него не входит,

доступ предоставляется на платной основе. Пример такого сервиса — сеть Sparknet в Финляндии. Sparknet также поддерживает OpenSparknet — проект, в котором люди могут делать свои собственные точки доступа частью сети Sparknet, получая от этого определённую выгоду.

В последнее время коммерческие Wi-Fi-провайдеры строят свободные хот-споты Wi-Fi и хот-зоны. Они считают, что свободный Wi-Fi-доступ привлечёт новых клиентов и инвестиции вернутся.

# Бесплатный доступ к Интернету через Wi-Fi

Независимо от исходных целей (привлечение клиентов, создание дополнительного удобства или чистый альтруизм) во всём мире и в России, в том числе, растёт количествозон, где можно получить доступ к наиболее популярной глобальной сети (Интернет) совершенно бесплатно. Это могут быть и крупные транспортные узлы (такие хот-спот зоны, например, уже находятся на станциях метро в различных городах мира, таких как: Лондон, Нью-Йорк, Токио, Сеул, Париж, Сингапур, Гонконг, Москва), подключиться можно самостоятельно в автоматическом режиме, и места общественного питания, где для подключения необходимо попросить карточку доступас паролем у персонала, и даже просто территории городского ландшафта, являющиеся местом постоянного скопления людей.

Стандартами Wi-Fi не предусмотрено шифрование передаваемых данных в открытых сетях. Это значит, что все данные, которые передаются пооткрытому беспроводному соединению, быть ΜΟΓΥΤ прослушаны злоумышленниками при помощи программ-снифферов. К таким данным МОГУТ относиться пары логин/пароль, номера банковских счетов, конфиденциальная пластиковых карт, переписка. Поэтому, при использовании бесплатных хот-спотов неследует передавать в Интернет подобные данные.

Первые хот-зоны в Московском метрополитене, охватывающие поезда Кольцевой линии, были запущены совместно с оператором сотовой связи «МТС» 23 марта 2012 года. Первые месяцы интернет работал в тестовом режиме со скоростью 7,2 Мбит/с. В 2013 году московский метрополитен провел конкурс при поддержке Правительства Москвы на установку Wi-Fi соединения на всех станциях метрополитена. Конкурс выиграла компания ЗАО «Максима Телеком» и вложила в создание беспроводной сети в метрополитене 1,8 млрд рублей. Эта Wi-Fi сеть называется «MosMetro free». Каждый день этой сетью пользуются 1,5 млн уникальных пользователей. В начале 2015 года к сети Wi-Fi в метро подключилось более 55 млн пользователей. Уникальность московского метрополитена заключается в том, что точки доступа расположены не только в переходах и вестибюлях станций, но и в самих вагонах. Позже Wi-Fi стал появляться не только в вагонах электропоездов, но и на эскалаторах, переходах и в вестибюлях станций метро. В середине 2015 года хот-зоны длительностью сессии интернет — соединения в 25 минут появились на более чем 100 остановках общественного транспорта в Москве.Сеть называется «Mosgortrans Free». Скорость подключения интернет соединения составляет 10 Мбит/с. За 2015 год наостановках вышло в сеть более 70 тысяч уникальных пользователей. После принятия ФЗ-№ 97 от 5 мая 2014 года для подключения к Wi-Fi наостановках общественного транспорта или в метрополитене нужно пройти авторизацию с помощью SMS. На конец 2015 года было оборудовано ещё 300 остановок беспроводным интернетом.

Юридический статус Wi-Fi различен в разных странах. В США диапазон 2,5 ГГц разрешается использовать без лицензии, при условии, что мощность не превышает определённую величину, и такое использование не создаёт помех тем, кто имеет лицензию.

# 1.3 Разрешение на использование частот

В России, в соответствии срешениями Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ) от 7 мая 2007 г. № 07-20-03-001 «О выделении полос радиочастот устройствам малого радиуса действия» и от 20 декабря 2011 г. № 11-13-07-1, использование Wi-Fi без получения частного разрешения на использование частот возможно для организации сети внутри зданий, закрытых складских помещений и производственных территорий в полосах 2400—2483,5 МГц (стандарты 802.11b и 802.11g; каналы 1—13) и 5150-5350 МГц (802.11а и 802.11п; каналы 34-64). Для легального использования вне офисной беспроводной сети Wi-Fi (например, радиоканала между двумя соседними домами) необходимо получение разрешения на использование частот (как в полосе 2,4 ГГц, так и 5 ГГц) на основании заключения экспертизы возможности использования заявленных электромагнитной совместимости (ЭМС) с действующими и планируемыми для использования РЭС.

В Москве 29 февраля 2016 было принято решение об использовании в России частотного диапазона 57—66 ГГц для устройств стандарта IEEE 802.11ad (WiGig). Принятое решение вносит изменения в решение ГКРЧ от 7 мая 2007 года № 07-20-03-001 «О выделении полос радиочастот устройствам малого радиуса действия». Решением ГКРЧ также разрешено использование нового диапазона частот 5650—5850 МГц устройствами стандарта IEEE 802.11ac (Wi-Fi). Это позволит использовать канал до 160 МГц внутри зданий при развертывании сетей Wi-Fi стандарта 802.11ac. Также для диапазонов 5150—5350 МГц и 5650—5850 МГц вдвое была повышена допустимая мощность излучения. Теперь она составляет 10 мВт на 1 МГц.

Радиоэлектронные средства подлежат регистрации в Роскомнадзоре в соответствии с установленным порядком. В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 13 октября 2011 г. № 837 «О

внесении изменений в Постановление Правительства Российской Федерацииот 12 октября 2004 г. № 539» не подлежат регистрации, в частности, (из п. 13, 23, 24 приложения):

Пользовательское (оконечное) оборудование передающее, включающее в себя приемное устройство, малогорадиуса действия стандартов IEEE 802.11, IEEE 802.11.b, IEEE 802.11.g, IEEE 802.11.n (Wi-Fi), работающее в полосе радиочастот 2400—2483,5 МГц, с допустимой мощностью излучения передатчика не более 100 мВт, в том числе встроенное либо входящее в состав других устройств;

Пользовательское (оконечное) оборудование передающее, включающее в себя приемное устройство, малогорадиуса действия стандартов IEEE 802.11a, IEEE 802.11.n (Wi-Fi), работающее в полосах радиочастот 5150 — 5350 МГц и 5650 — 6425 МГц, с допустимой мощностью излучения передатчика не более 100 мВт, в том числе встроенное либо входящее в состав других устройств;

Устройства малого радиуса действия, используемые внутри закрытых помещений, в полосе радиочастот 5150 — 5250 МГц с максимальной эквивалентной изотропно излучаемой мощностью передатчика не более 200 мВт;

Устройства малого радиуса действия в сетях беспроводной передачи данных внутри закрытых помещений в полосе радиочастот 2400—2483,5 МГц с максимальной эквивалентной изотропно излучаемой мощностью передатчика не более 100 мВт при использовании псевдослучайной перестройки рабочей частоты.

За нарушение порядка использования радиоэлектронных средств предусматривается ответственность постатьям 13.3 и 13.4 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП РФ).

Так, в июле 2006 года несколько компаний в Ростове-на-Дону были Wi-Fi оштрафованы заэксплуатацию открытых сетей (хот-спотов). Федеральная служба по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия издало новоеразъяснение использования и регистрации всех устройств, использующих Wi-Fi. Позднее оказалось, что комментарий Россвязьохранкультуры, существует который частично опровергает недоразумения, развитыесетевыми СМИ.

# Уровень сигнала беспроводной сети в помещении

Качество сигнала на практике может оказаться гораздо ниже чем было рассчитано на бумаге. Бывает так что в соседних комнатах работать можно, но на втором этаже связь исчезает. Причина практически всегда кроется в обилии помех внутри самого здания.

Обычно при плохом приеме беспроводной сети все сразу думают о недобросовестности провайдера. Однако, прежде чем выдвигать обвинения в его сторону, рекомендуется осмотреться вокруг на предмет источников помех в самом помещении. Этими источниками могут оказаться совсем неожиднные вещи. Самая распространенная причина ухудшения качества сигнала — наличие вблизи беспроводных камер видеонаблюдения или других Wi-Fi устройств. Для стбильной работы сети рекомендуется размещать точки доступа и другое оборудование, излучающее радиоволны на расстоянии больше их радиуса действия. В противном случае несколько приборов будут постоянно мешать друг другу, создавая помехи.

Проблема так же может крыться в Bluetooth устройствах, находящихся неодалеку от зоны покрытия. Таким образом для качественного сигнала рекомендуется точно знать его диапазон распространения. При этом необходимо делать поправки на следующие факторы:

• Капитальные стены из бетона и арматуры

- Листовой металл в перекрытиях или перегородках
- Толстый слой штукатурки на стенах и потолках
- Каркасы из стали
- Зеркальные поверхности

Предметы из дерева считаются легко пробиваемыми для Wi-Fi. Например, паркет, деревянные двери, перекрытия из дерева не будут считаться создателями помех для работы беспроводной сети.

Радиус действия беспроводных устройств может снизиться на 80-90% из-за толстых бетонных межкомнатных и несущих стен, полов и потолков. Лишь десятая часть сигнала будет проходить через подобные перекрытия.

Нельзя не упомянуть бытовую технику, которая может служить источником помех для беспроводной сети.

# Общие требования к сети:

- Расширяемость: возможность простого добавления или удаления отдельных устройств и компонентов из сети (пользователей, компьютеров, приложений, служб).
- Масштабируемость: возможность увеличения или уменьшения количества узлов и протяжённости связей, а также производительности сетевого оборудования и узлов.
- Производительность: обеспечение требуемых значений параметров производительности (время реакции, скорость передачи данных, задержка передачи и вариация задержки передачи) сетевых узлов и каналов связи.
- Управляемость: обеспечение возможностей централизованного управления, мониторинга состояния сети и планирования развития сети.

- Надёжность: обеспечение безотказной работы узлов сети и каналов связи, сохранности, согласованности и доставки данных без искажений узлу назначения.
- Безопасность: обеспечение защиты данных от несанкционированного доступа.

Требования к оборудованию:поддержка стандарта 802.11n, поддержка МІМО, максимальная скорость беспроводного соединения 300 Мбит/с, централизованная/управляемая архитектура, возможность размещения точек доступа на улице.

#### Выводы

Технология беспроводных сетей включает в себя: персональные (WPAN), локальные (WLAN), городские (WMAN) и глобальные (WWAN) сети.

### Достоинства технологии

- Возможность развертывания сети без использования кабеля, что уменьшает стоимость организации и дальнейшего расширения сети. В местах, где отсутствует возможность прокладки кабеля, это особенно важно.
- Предоставление мобильным устройствам доступа к сети.
- Широкое распространение на рынке Wi-Fi-устройств, а также их абсолютная совместимость в виду обязательной сертификации оборудования Wi-Fi Alliance.
- Мобильность клиентов и возможность пользования Интернетом в любой точке доступа.
- Возможность подключения к сети нескольких пользователей сразличных устройств телефонов, компьютеров, ноутбуков и т.п., в зоне действия Wi-Fi.

• Wi-Fi-устройства имеют низкий уровень излучения в момент передачи данных (в 10 раз меньше, чем у сотового телефона).

### Недостатки технологии

- Частотный диапазон 2.4 GHz используют многие другие устройства, поддерживающие Bluetooth, а также микроволновые печи, что может создавать помехи и, вследствие, ухудшать качество сигнала.
- Производители оборудования указывают скорость на L1, однакореальная скорость передачи на L2 всети Wi-Fi зависит от наличия физических препятствий между устройствами, наличия помех от других электронных устройств, взаимного расположения устройств и всегда ниже заявленной, что создает впечатление завышения скорости производителем.
- разных странах частотные диапазоны И эксплуатационные ограничения отличаются. Так, в некоторых европейских странах разрешено использование двух дополнительных каналов, в то время, как в США они запрещены. В Японии используется еще один канал в верхнем сегменте диапазона. В некоторых странах (например, России, Белоруссии, Италии) обязательной является регистрация всех наружных сетей Wi-Fi или регистрация Wi-Fi-оператора.
- В России также подлежат обязательной регистрации точки беспроводного доступа и адаптеры Wi-Fi с мощностью излучения, превышающей 100 мВт.
- Даже при правильной конфигурации алгоритм шифрования WEP может быть относительно легко взломан. Поэтому новые устройства совместимы с более совершенным протоколом шифрования данных WPA и WPA2, чему способствовало принятие в июне 2004 года стандарта IEEE 802.11i (WPA2). Оба протокола требуют более

устойчивый пароль. Во многих организациях для защиты от вторжения используется дополнительное шифрование (например, VPN).

• В режиме ad-hoc доступна лишь скорость 11 Мбит/сек (802.11b) и легко взламываемый алгоритм шифрования WEP.

# Разрешение на использование частот

В России, в соответствии срешениями Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ) от 7 мая 2007 г. № 07-20-03-001 «О выделении полос радиочастот устройствам малого радиуса действия» и от 20 декабря 2011 г. № 11-13-07-1, использование Wi-Fi без получения частного разрешения на использование частот возможно для организации сети внутри зданий, закрытых складских помещений и производственных территорий в полосах 2400—2483,5 МГц (стандарты 802.11b и 802.11g; каналы 1—13) и 5150-5350 МГц (802.11а и 802.11п; каналы 34-64). Для легального использования вне офисной беспроводной сети Wi-Fi (например, радиоканала между двумя соседними домами) необходимо получение разрешения на использование частот (как в полосе 2,4 ГГц, так и 5 ГГц) на основании заключения экспертизы 0 возможности использования заявленных РЭС ИХ электромагнитной совместимости (ЭМС) с действующими и планируемыми для использования РЭС.

# Общие требования к сети:

- Расширяемость
- Масштабируемость
- Производительность
- Управляемость
- Надёжность
- Безопасность

# ПРИМЕР МОДЕРНИЗАЦИИ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ ВТОРОГО УЧЕБНОГО КОРПУСА РГГМУ

#### 2.1 Изучение особенностей здания второго корпуса РГГМУ

Здание второго корпуса распологается в Санкт-Петербургепо адресу проспект Металлистов д3. Корпус занимает  $5500 \, \mathrm{m}^2$ 

Климат Санкт-Петербурга умеренный и влажный, переходный от континентального к морскому. Для данного региона характерна частая смена воздушных масс, обусловленная в значительной степени циклонической деятельностью. Летом преобладают западные и северо-западные ветры, зимой западные и юго-западные.Из-за небольшого количества солнечного тепла влага испаряется медленно. При выборе оборудования необходимо обращать внимание на эти факторы.

Здание второго корпуса ни разу не подвергалось капитальному ремонту, был только косметический. Обусловлено это тем, что здание занесено в список охраняемых и является памятником архитектуры. Законом запрещено изменять его фасад и цвет окраски. Тем не менее, ремонт проводить приходилось — разгребались завалы в подвалах, расширялись или, наоборот, делились аудитории.

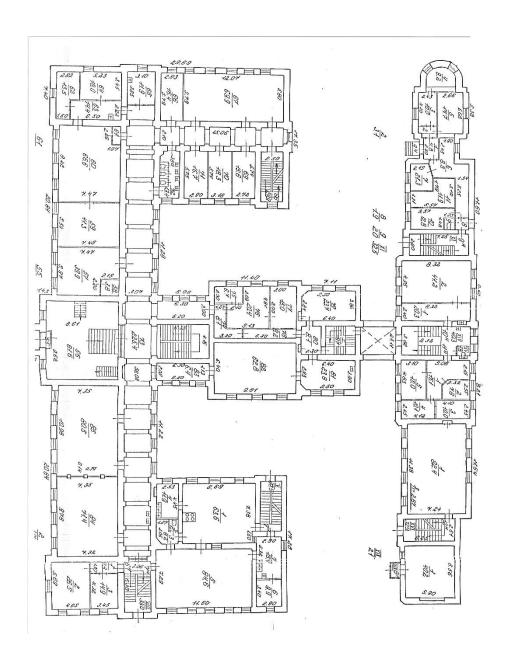


Рисунок 2 План 1 этажа

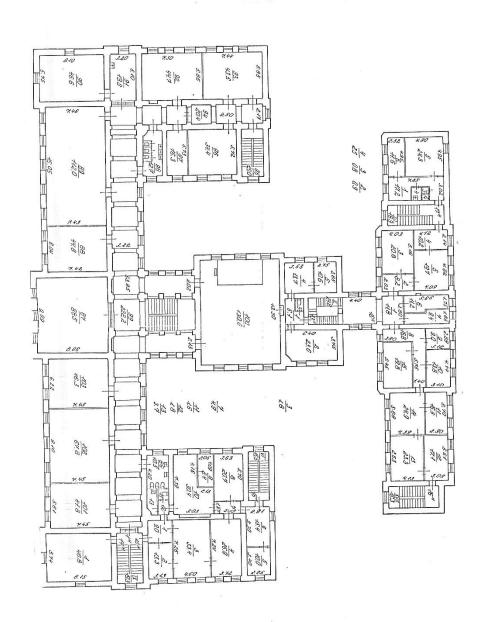


Рисунок 3 План 2 этажа

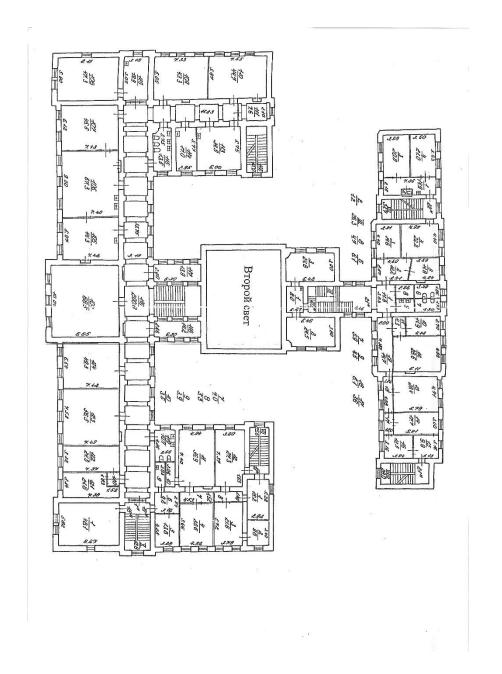


Рисунок 4 План 3 этажа

# 2.2 Проведение замеров уровней сигналов

Была проведена разведка радиоэфире корпусе В во втором государственного гидрометеорологического российского университета, которая выявила недостатки нынешней беспроводной сети и показала места, в которых необходимо усилить сигнал в проектируемой модели. Для анализа была использована программа Wi-Fi Analyzer на платформе Android. Данная программа распространяется бесплатно и была использована в проекте.

На графиках, приведённых в Приложении Б, показывается уровень сигнала и номер канала. Более наглядный, но менее точный вариант разведки в радиоэфире приведён на планах ниже. Красный цвет означает максимальный сигнал, а бирюзовый, соответственно, слабый. Таким образом, для усовершенствования сети необходимо увеличить количество точек доступа.

Измерения показали, что на первом этаже необходимо добавить точки доступа в северо-западной части здания, так как в этой части этажа отсутствует сигнал. Вцентральной части первого этажа сигнал удовлетворительный, но не достаточный для комфортной работы. В остальных частях этого этажа измерения показали хорошие результаты. Однако несколько точек все же необходимо будет переместить относительно их нынешней позиции.

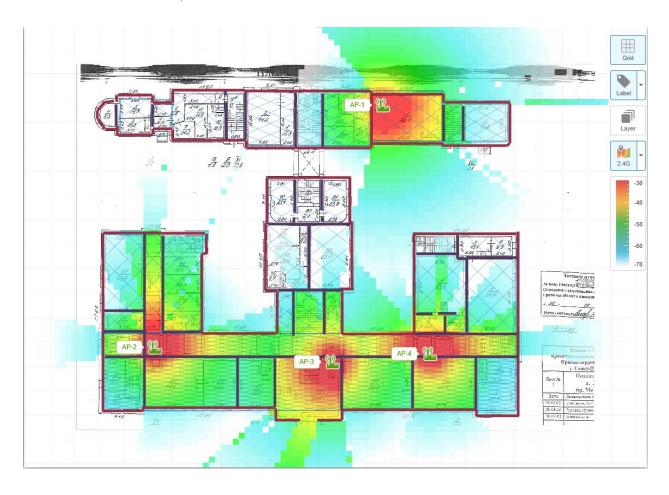


Рисунок 5 Замеры уровней сигналов на 1 этаже

На втором этаже требуются глобальные изменения в связи с тем, что одна имеющаяяся сейчас точка доступа не справляется с нагрузкой. она расположена в западном крыле и покрывает лишь незначительную зону. В остальной части этажа сигнал либо очень слабый, либо отсутсвует вовсе. Для этого этажа требуется значительно увеличить число точек доступа.



Рисунок 6 Замеры уровней сигналов на 2 этаже

На третьем этаже измерения показали, что зонами со слабым сигналом являются юго-западная и северная часть этажа. В остальной части этажа сигнал удовлетворительный. Добавление точек доступа значительно улучшит качество сигнала.



Рисунок 7 Замеры уровней сигналов на 3 этаже

Необходимо добиться такого уровня сигнала, которого будет достаточно для воспроизведения потокового видео.

#### 2.3 Планирование сети и моделирование покрытия

Внедрение проекта будет производиться на основе уже имеющийся ЛВС в здании второго корпуса Российского Гидрометеорологического университета, так как проект предусматривает модернизацию уже имеющейся сети с целью оптимизации ею работы. Планируется так же минимизировать расходы на проект, в связи с чем, часть точек доступа будет перемещена. В случае необходимости будут добавлены новые точки доступа, которые вписываются в имеющуюся рабочую систему.

#### Выбор оборудования

В результате анализа рынка, а так же базовой конструкции ЛВС, на основе которой создаётся проект, было принято решение использовать оборудование марки D-Link, которое максимально соответствует сочетанию критериев цена/качество и хорошо вписываются в нынешнюю рабочую беспроводную сеть. Подробное сравнение точек доступа в приложении А. Из таблицы мы видим, что наиболее оптимальными параметрами обладают точки доступа D-Link DAP-2360 для размещения в помещении и D-Link DAP-3310 для размещения на улице.



Рисунок 8D-Link DAP-2330



Рисунок 9 D-Link DAP-3310

После проведённых изменений в программе "D-Link Wi-Fi planer pro" у нас получаются следующие результаты.

#### Первый этаж

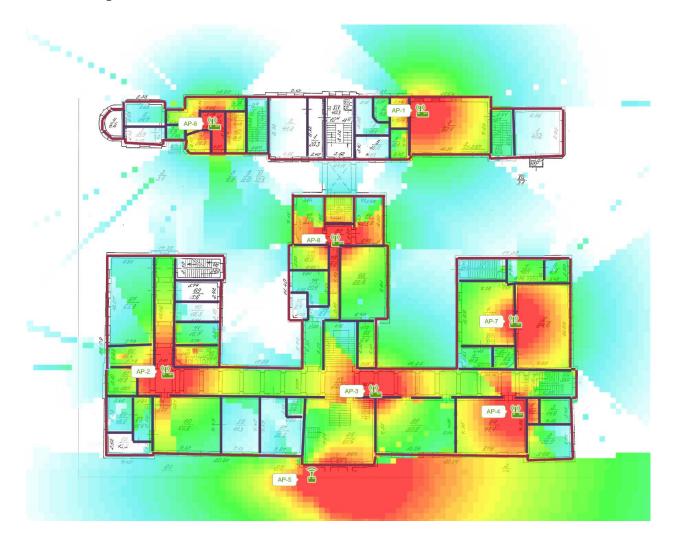


Рисунок 10 план 1 этажа после модернизации сети

На первом этаже было добавлено 4 новых точки доступа и перемещены точки АР-3, АР-4. До перемещения точка АР-3 висела над лестницей при входе в здание 2 учебного корпуса. Было принято решение переместить ею на другую сторону стены для увеличения зоны покрытия и усиления качества сигнала. Точка АР-4, напротив, из коридора была перемещена в 102 кабинет так как это большая лекционная аудитория и там Это хорошее соединение c сетью. необходимо даёт возможность использования разнообразного мультимедийного оборудования ДЛЯ проведения лекций. Точки АР-5, АР-6, АР-7, АР-8 были введены на этот этаж для усиления сигнала, так как разведка в радиоэфире показала, что 4 точки не справляются с нагрузкой. Хочу обратить особое внимание на точку AP-5. Этот роутер расположен за стенами университета и направлен на зону перед главным входом. Это было сделано специально для того что бы в перерывах между занятиями студенты и преподаватели могли отдохнуть на свежем воздухе оставаясь при этом на связи. Так же перед университетом, за зоной рекреации, расположен комплекс для геодезических измерений. Таким образом студенты, выполняя задание могут обращаться за вспомогательной информацией в сеть.

#### Второй этаж

На второй этаж пришлось добавлять 7 вспомогательных точек доступа. Одна точка, базирующаяся на этом этаже, не справлялась с нагрузкой, однако, была расположена в месте, которое давало сигналу распространяться на достаточное расстояние. Таким образом, было принято решение не трогать точку АР-1. Точки АР-2, АР-3, АР-4, АР-5, АР-6, АР-7, АР-8 были расположены на этаже так, чтобы увеличить покрытие сети по этажу. Добавленные роутеры значительно увеличивают зону покрытия на этаже. Качество сигнала так же возросло. Все крупные аудитории и места рекреацииохвачены сигналом, которого достаточно для воспроизведения поточного видео.

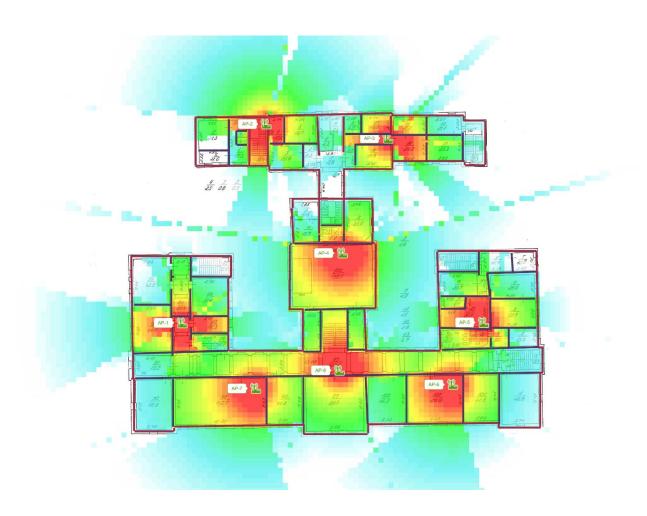


Рисунок 11 план 2 этажа после модернизации сети

## Третий этаж

На третьем этаже было добавлено 4 точки. Точки AP-1, AP-2 было решено не трогать, так как со своей задачей они справляются. Точка AP-3 была смещена севернее на 5 метров, чтобы улучшить качество приёма в левом крыле. Точки AP-4 и AP-5 были смещены в соседние кабинеты, так же для оптимизации зон покрытия. Прежние места их расположения сильно гасили сигнал, и было целесообразно сместить их в указанные на схеме места соответственно. Точки AP-6, AP-7, AP-8 зоны проведения лекций, а так же лабораторных и практических занятий на третьем этаже. Улучшение качества беспроводной сети в этих местах открывает новые возможности для обучения студентов, используя при этом более новое оборудование.

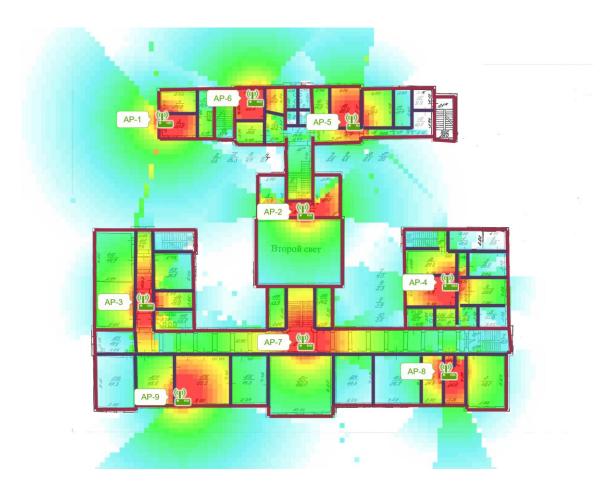


Рисунок 12 план 3 этажа после модернизации сети

#### 2.4 Экономический анализ предложений

Таким образом, было добавлено 14 точек доступа D-Link DAP-2360 и одна D-Link DAP-3310. Стоимость модели D-Link DAP-2360 варьируется от 6350р до 9400р. Стоимость модели D-Link DAP-3310 составляет в среднем 5000р. Посчитаем затраты на закупку и установку оборудования. Монтажные работы будут стоить 50% от стоимости девайсов (взято примерное значение, зависит от мастера).

Для расчётов будем использовать формулу:

$$P = ((K1*S1) + (K2*S2)) + 50\%,$$

Где Р – итоговая стоимость работ

К1 – количество моделей D-LinkDAP-2360

S1 – стоимость одной модели D-LinkDAP-2360

К2 – количество моделей D-LinkDAP-3310

S1 – стоимость одной модели D-LinkDAP-3310

Подставив значения, получаем:

((14\*7875) + (1\*5000)) + 50% = 172 875p — стоимость оборудования с работами по установке.

Для того, чтобы удостовериться в выгодности проекта, сравним полученную стоимость со стоимостью развертывания аналогичной новой сети. При условии, что модели оборудования остаются такими же, стоимость работ возьмем 75% от стоимости материалов. Таким образом нам необходимо приблизительно 25 точек доступа внутри здания, 1-2 точки доступа на улице, 3 маршрутизатора и 3 коммутатра. Таким образом, значение:

Данный расчет показыватет то, что модернизировать существующую сеть значительно выгоднее, чем организовать новую (расчет не включает в себя стоимость проводки новой ЛВС, а также ее настройки и отладки).

#### Выводы

Здание второго корпуса распологается в Санкт-Петербурге по адресу проспект Металлистов д3. Корпус занимает 5500 м2

Особенностью региона является климат умеренный и влажный, переходный от континентального к морскому. Для региона характерна частая смена воздушных масс, обусловленная в значительной степени

циклонической деятельностью. Летом преобладают западные и северозападные ветры, зимой западные и юго-западные.

Здание второго корпуса ни разу не подвергалось капитальному ремонту, был только косметический. Обусловлено это тем, что здание занесено в список охраняемых и является памятником архитектуры.

Была проведена разведка в радиоэфире во втором корпусе российского государственного гидрометеорологического университета, которая выявила недостатки нынешней беспроводной сети и показала места, в которых необходимо усилить сигнал в проектируемой модели.

Измерения показали, что на первом этаже необходимо добавить точки доступа в северо-западной части здания, так как в этой части этажа отсутствует сигнал. Вцентральной части первого этажа сигнал удовлетворительный, но не достаточный для комфортной работы. В остальных частях этого этажа измерения показали хорошие результаты. Однако несколько точек все же необходимо будет переместить относительно их нынешней позиции.

На втором этаже требуются глобальные изменения в связи с тем, что одна имеющаяяся сейчас точка доступа не справляется с нагрузкой. она расположена в западном крыле и покрывает лишь незначительную зону. В остальной части этажа сигнал либо очень слабый, либо отсутсвует вовсе. Для этого этажа требуется значительно увеличить число точек доступа.

На третьем этаже измерения показали, что зонами со слабым сигналом являются юго-западная и северная часть этажа. В остальной части этажа сигнал удовлетворительный. Добавление точек доступа значительно улучшит качество сигнала.

В результате анализа рынка, а так же базовой конструкции ЛВС, на основе которой создаётся проект, было принято решение использовать

оборудование марки D-Link, которое максимально соответствует сочетанию критериев цена/качество и хорошо вписываются в нынешнюю рабочую беспроводную сеть. Подробное сравнение точек доступа в приложении А. Из таблицы мы видим, что наиболее оптимальными параметрами обладают точки доступа D-Link DAP-2360 для размещения в помещении и D-Link DAP-3310 для размещения на улице.

После проведённых изменений в программе "D-Link Wi-Fi planer pro" у нас получаются следующие результаты.

На первом этаже было добавлено 4 новых точки доступа и перемещены точки AP-3, AP-4.

На второй этаж пришлось добавлять 7 вспомогательных точек доступа. Одна точка, базирующаяся на этом этаже, не справлялась с нагрузкой, однако, была расположена в месте, которое давало сигналу распространяться на достаточное расстояние.

На третьем этаже было добавлено 4 точки. Точки AP-1, AP-2 было решено не трогать, так как со своей задачей они справляются.

Таким образом, было добавлено 14 точек доступа D-Link DAP-2360 и одна D-Link DAP-3310.

Общая стоимость оборудования с монтажными работами составляет 172 875р.

# ПОДБОР ТЕХНИЧСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОЙ РАБОТЫ СЕТИ

Техническая документация включает:

- Инструкцию по настройке сети.
- Инструкцию по безопасности.
- Инструкцию по эксплуатации.

## 3.1 Инструкция по настройке сети

Для начала подключим наш роутер к устройству, с которого будут производиться дальнейшие настройки. Этим устройством может быть ваш стационарный компьютер, ноутбук, планшет или даже телевизор. Однако если есть возможность, то лучше использовать подключение по сетевому кабелю, то есть использовать стационарный компьютер или ноутбук, но если возможности нет, то можно настроить по Wi-Fi с того же ноутбука.

Шаг 1. Подключение по сетевому кабелю.

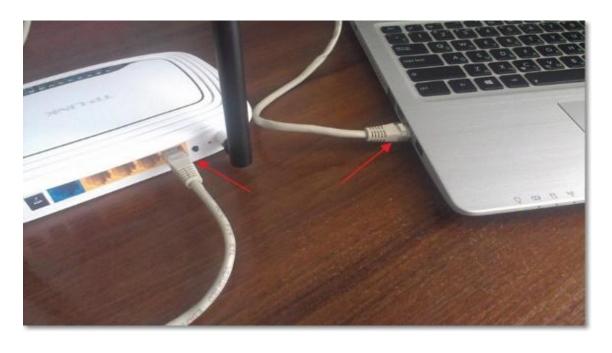


Рисунок 13 Подключение роутера к ноутбуку по кабелю

Кабель должен идти в комплекте с точкой доступа. Подключите роутер к компьютеру кабелем как показано на рисунке.

На роутере подключаем кабель в один из 4 LANразъёмов. На компьютере – соответственно.

Шаг 2. Заходим в панель управления по адресу 192.168.0.1



Рисунок 14 стандартные данные для входа на обратной стороне роутера

Стандартные данные для входа расположены на наклейке на самом роутере.

Там указан IP-адрес 192.168.0.1 и данные для доступа. УD-Link это всегда логин(имя пользователя): admin и стандартный пароль: admin.

В любом браузере вводим IP-адрес в адресную строку и переходим по нему.

В появившемся окне вводим логин и пароль. Если вы изменяли эти данные, то вводите свои. Если вы забыли именные логин и пароль, то в этом случае придётся делать сброс настроек (нажать и удерживать кнопку RESET на роутере в течении 10 секунд). После этой процедуры откроется окно, в котором вам будет предложено ввести новый пароль 2 раза, который в

дальнейшем будет использоваться для входа. После ввода нажимаете кнопку Готово.

Сохранить изменения. Выберите пункт меню Система и выберите Сохранить.

Теперь можно продолжать настройку роутера.

Быстрая настройка.

Пункт «быстрая настройка» подходит для пользователей слабо знакомых с возможностями настройки роутера. В этом пункте вы можете выбрать название сети, пароль, тип подключения и уровень безопасности. При выборе типа подключения рекомендуется обратиться к провайдеру для получения подробной информации.

Не забывайте сохраниться. После завершения всех процедур перезагрузите роутер (отключите и включите питание).

Настройка сети.

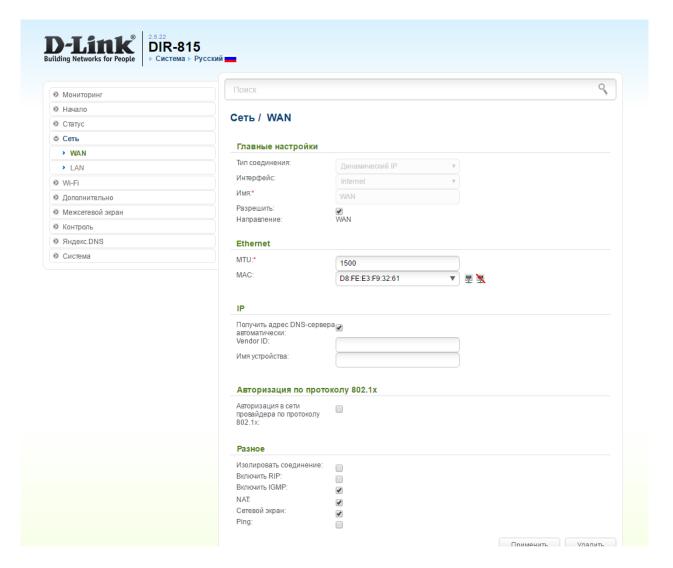


Рисунок 15 Настройка сети

Для тех, кто предпочитает все настраивать вручную рекоменовано:

- 1. Заходим во вкладку «Сеть» (Network), затем WAN.
- 2. Далее необходимо связаться с провайдером и узнать какой тип соединения WAN он вам предоставляет, а так же узнать адреса DNS и остальные настройки.
- 3. Наиболее распространенными являются динмичный ІР и РРРоЕ.
- 4. После установки параметров жмём «Сохранить». Затем переходим на строку «Клонировать МАС адрес». Жмём соответствующую кнопку и снова сохраняем настройки. Однако, рекомендуется связаться с вашим

провайдером для уточнения данного вопроса, так как у него могут быть свои требования на этот счет.

5. При необходимости пропишите продиктованные провайдером настройки и нажмите «Сохранить».

Настройка беспроводного режима

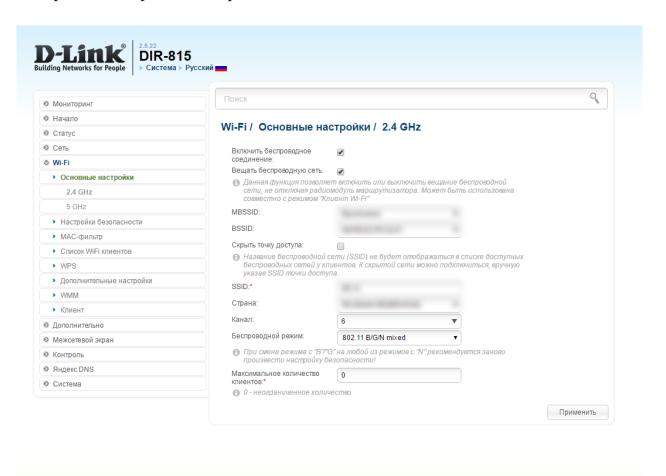


Рисунок 16 Настройка беспроводного режима

- 1. В меню слева выбираем пункт «Настройки безопасности»
- 2. Выбираем WPA-PSK/WPA2-PSKmixed, автоматическую версию, WPA-шифрование ставим AES и вводим пароль в стоке «PSK Пароль» (обычно от 8 символов).
- 3. Сохраняем изменения.

Теперь вы можете подключаться к сети используя ее название и пароль вашей беспроводной сети, указанных вами при настройке.

#### 3.2 Инструкции по безопасности

Мониторинг	Поиск		9	
Начало				
Статус	Wi-Fi / Настройки бе	езопасности / 2.4 GHz		
Сеть	Сетевая аутентификация:	WPA-PSK/WPA2-PSK mixed ▼		
Wi-Fi	Ключ шифрования PSK:*	WPA-PSKWPA2-PSK IIIIXed		
<ul> <li>Основные настройки</li> </ul>	ключ шифрования РЭК.			
<ul> <li>Настройки безопасности</li> </ul>				
2.4 GHz	Настройки шифрования WPA			
5 GHz	WPA-шифрование:	AES ▼		
<ul> <li>MAC-фильтр</li> </ul>	WPA период обновления	3600		
• Список WiFi клиентов	ключа:*			
> WPS				
• Дополнительные настройки				
> WMM				
<ul><li>Клиент</li></ul>				
Дополнительно			Применить	
Межсетевой экран			Применить	
Контроль				

Рисунок 17 Настройка безопасности

Разместите маршрутизатор наровной горизонтальной поверхности или тщательно закрепите его настене (монтажные отверстия для крепления расположены на нижней части устройства).

Убедитесь, что для маршрутизатора обеспечивается достаточная вентиляция. Для избежания перегрева не загораживайте вентиляционные отверстия.

Подключите точку доступа к стабилизатору напряжения для уменьшения риска ущерба от скачков напряжения и разрядов молнии. Подключайте маршрутизатор только к тем электрическим розеткам, показатели питания в которых соответствуют указанным на адаптере.

Не снимайте защитный кожух с маршрутизатора. В противном случае все гарантии на маршрутизатор будут признаны недействительными.

Перед очисткой маршрутизатора от загрязнений и пыли отключите питание устройства. Удаляйте пыль с помощью влажной салфетки. Не используйте жидкие/аэрозольные очистители или магнитные/статические устройства для очистки.

#### 3.3 Инструкции по эксплуатации

Рекомендации по установке беспроводных устройств

Беспроводной маршрутизатор позволяет получить доступ к Вашей сети с помощью беспроводногосоединения практически из любой точки в радиусе действия беспроводной сети. Однако, следует учитывать, что количествостен и перекрытий, которые будет преодолевать сигнал, их и расположение могут уменьшить радиус действия Радиусохватасети в большой степени зависит от типов материала и уровня сопутствующих радиочастотных ШУМОВ В доме ИЛИ офисе. максимально увеличить радиус действия Вашей беспроводной сети, выполните перечисленные ниже рекомендации.

- Расположите маршрутизатор так, чтобы количество препятствий (стен, перекрытий и т.п.) между маршрутизатором и другим сетевым оборудованием было минимальным. Каждое препятствие сокращает радиус действия беспроводной сети на несколько метров (от 1 до 30 м).
- Мысленно проведите линию между маршрутизатором и сетевым устройством. Рекомендуется расположить устройства так, чтобы эта линия проходила перпендикулярностенам или перекрытиям, находящимся между маршрутизатором и сетевым устройством (для сигнала, проходящего препятствие под углом, толщина препятствия гораздо больше).

- Обратите внимание на материал, из которогосделано препятствие. Массивная железная дверь или алюминиевые балки, оказавшиеся в зоне беспроводной сети, уменьшают ее радиус действия. Постарайтесь расположить маршрутизатор, точки доступа и компьютеры так, чтобы сигнал проходил через тонкие стены или дверные проемы. Насигнал негативно влияют стекло, стать, металл, стены с изоляцией, вода (аквариумы), зеркала, шкафы, кирпичные и бетонные стены.
- Держите маршрутизатор вдали (как минимум, нарасстоянии 1-2 метра) от электрических приборов или устройств, создающих радиочастотные помехи.
- Радиотелефоны с несущей частотой 2,4 ГГц или оборудование стандарта (беспроводные устройства типа потолочных вентиляторов, осветительных приборов или домашней системы безопасности) могут оказать негативное влияние на Ваше беспроводное соединение. Убедитесь, что база Вашегорадиотелефонас несущей частотой 2,4 ГГц максимально удаленаот Ваших беспроводных устройств. Обратите внимание, что базарадиотелефона передает сигнал даже тогда, когда телефон не используется.

Рекомендации по установке кабельного или DSL-модема

При подключении маршрутизатора к кабельному или DSL-модему выполните перечисленные ниже действия.

- 1. Разместите маршрутизатор наоткрытой поверхности в предполагаемом центре Вашей беспроводной сети. Не подключайте адаптер питания.
- 2. Выключите компьютер.
- 3. Отсоедините Ethernet-кабель (соединяющий компьютер и модем) от компьютера и подключите его к порту INTERNET маршрутизатора.

- 4. Подключите другой Ethernet-кабель к одному из LAN-портов маршрутизатора. Подключите свободный конец этого кабеля к Ethernet-адаптеру Вашего компьютера.
- 5. Включите Ваш модем. Подождите, пока модем полностью загрузится (около 30 секунд).
- 6. Подключите адаптер питания к маршрутизатору, а затем к электрической розетке. Подождите, пока маршрутизатор полностью загрузится (около 30 секунд).
- 7. Включите компьютер.
- 8. Проверьте состояние светодиодных индикаторов маршрутизатора. Должны гореть следующие индикаторы: Питание, Локальная сеть, соответствующий Ethernetпорту, к которому Вы подключили второй кабель, и Интернет. Если один или несколько индикаторов не горят, убедитесь, что компьютер, модем и маршрутизатор включены и соответствующие кабели подсоединены правильно.

#### Выводы

Техническая документация включает в себя:

- Инструкцию по настройке сети.
- Инструкцию по безопасности.
- Инструкцию по эксплуатации.

Установка и первоначальная настройка системы осуществляется техническим специалистом, который должен обладать высоким уровнем квалификации в области ИТ и практическими знаниями об основных принципах и концепциях работы с операционными системами семейства Microsoft Windows, а также навыками установки и администрирования беспроводных сетей.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель работы – разработать рекомендации по увеличению покрытия сети общего доступа.

В процессе достижения поставленной цели получены следующие результаты:

1. Анализ технологий, методов и устройств для разворачивания беспроводной сети в здании высшего учебного заведения

Технология беспроводных сетей включает в себя: персональные (WPAN), локальные (WLAN), городские (WMAN) и глобальные (WWAN) сети.

#### Достоинства технологии

- Возможность развертывания сети без использования кабеля, что уменьшает стоимость организации и дальнейшего расширения сети. В местах, где отсутствует возможность прокладки кабеля, это особенно важно.
  - Предоставление мобильным устройствам доступа к сети.
- Широкое распространение на рынке Wi-Fi-устройств, а также их абсолютная совместимость в виду обязательной сертификации оборудования Wi-Fi Alliance.
- Мобильность клиентов и возможность пользования Интернетом в любой точке доступа.
- Возможность подключения к сети нескольких пользователей сразличных устройств телефонов, компьютеров, ноутбуков и т.п., в зоне действия Wi-Fi.
- Wi-Fi-устройства имеют низкий уровень излучения в момент передачи данных (в 10 раз меньше, чем у сотового телефона).

#### Недостатки технологии

- Частотный диапазон 2.4 GHz используют многие другие устройства, поддерживающие Bluetooth, а также микроволновые печи, что может создавать помехи и, вследствие, ухудшать качество сигнала.
- Производители оборудования указывают скорость на L1, однакореальная скорость передачи на L2 всети Wi-Fi зависит от наличия физических препятствий между устройствами, наличия помех от других электронных устройств, взаимного расположения устройств и всегда ниже заявленной, что создает впечатление завышения скорости производителем.
- В разных странах частотные диапазоны И эксплуатационные ограничения отличаются. Так, европейских странах разрешено использование двух дополнительных каналов, в то время, как в США они запрещены. В Японии используется еще один канал в верхнем сегменте диапазона. В странах (например, России, Белоруссии, некоторых обязательной является регистрация всех наружных сетей Wi-Fi или регистрация Wi-Fi-оператора.
- В России также подлежат обязательной регистрации точки беспроводного доступа и адаптеры Wi-Fi с мощностью излучения, превышающей 100 мВт.
- Даже при правильной конфигурации алгоритм шифрования WEP может быть относительно легко взломан. Поэтому новые устройства совместимы с более совершенным протоколом шифрования данных WPA и WPA2, чему способствовало принятие в июне 2004 года стандарта IEEE 802.11i (WPA2). Оба протокола требуют более устойчивый пароль. Во многих организациях для защиты от вторжения используется дополнительное шифрование (например, VPN).

• В режиме ad-hoc доступна лишь скорость 11 Мбит/сек (802.11b) и легко взламываемый алгоритм шифрования WEP.

#### Разрешение на использование частот

В России, в соответствии срешениями Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ) от 7 мая 2007 г. № 07-20-03-001 «О выделении полос радиочастот устройствам малого радиуса действия» и от 20 декабря 2011 г. № 11-13-07-1, использование Wi-Fi без получения частного разрешения на использование частот возможно для организации сети внутри зданий, закрытых складских помещений и производственных территорий в полосах 2400—2483,5 МГц (стандарты 802.11b и 802.11g; каналы 1—13) и 5150-5350 МГц (802.11а и 802.11п; каналы 34-64). Для легального использования вне офисной беспроводной сети Wi-Fi (например, радиоканала между двумя соседними домами) необходимо получение разрешения на использование частот (как в полосе 2,4 ГГц, так и 5 ГГц) на основании заключения экспертизы возможности использования заявленных РЭС 0 ИΧ электромагнитной совместимости (ЭМС) с действующими и планируемыми для использования РЭС.

#### Общие требования к сети:

- Расширяемость
- Масштабируемость
- Производительность
- Управляемость
- Надёжность
- Безопасность
- 2. Подбор технических решений для обеспечения устойчивой работы беспроводной сети

Здание второго корпуса распологается в Санкт-Петербурге по адресу проспект Металлистов д3. Корпус занимает 5500 м2

Особенностью региона является климат умеренный и влажный, переходный от континентального к морскому. Для региона характерна частая смена воздушных масс, обусловленная в значительной степени циклонической деятельностью. Летом преобладают западные и северозападные ветры, зимой западные и юго-западные.

Здание второго корпуса ни разу не подвергалось капитальному ремонту, был только косметический. Обусловлено это тем, что здание занесено в список охраняемых и является памятником архитектуры.

Была проведена разведка в радиоэфире во втором корпусе российского государственного гидрометеорологического университета, которая выявила недостатки нынешней беспроводной сети и показала места, в которых необходимо усилить сигнал в проектируемой модели.

Измерения показали, что на первом этаже необходимо добавить точки доступа в северо-западной части здания, так как в этой части этажа отсутствует сигнал. Вцентральной части первого этажа сигнал удовлетворительный, но не достаточный для комфортной работы. В остальных частях этого этажа измерения показали хорошие результаты. Однако несколько точек все же необходимо будет переместить относительно их нынешней позиции.

На втором этаже требуются глобальные изменения в связи с тем, что одна имеющаяяся сейчас точка доступа не справляется с нагрузкой. она расположена в западном крыле и покрывает лишь незначительную зону. В остальной части этажа сигнал либо очень слабый, либо отсутсвует вовсе. Для этого этажа требуется значительно увеличить число точек доступа.

На третьем этаже измерения показали, что зонами со слабым сигналом являются юго-западная и северная часть этажа. В остальной части этажа сигнал удовлетворительный. Добавление точек доступа значительно улучшит качество сигнала.

В результате анализа рынка, а так же базовой конструкции ЛВС, на основе которой создаётся проект, было принято решение использовать оборудование марки D-Link, которое максимально соответствует сочетанию критериев цена/качество и хорошо вписываются в нынешнюю рабочую беспроводную сеть. Подробное сравнение точек доступа в приложении А. Из таблицы мы видим, что наиболее оптимальными параметрами обладают точки доступа D-Link DAP-2360 для размещения в помещении и D-Link DAP-3310 для размещения на улице.

После проведённых изменений в программе "D-Link Wi-Fi planer pro" у нас получаются следующие результаты.

На первом этаже было добавлено 4 новых точки доступа и перемещены точки AP-3, AP-4.

На второй этаж пришлось добавлять 7 вспомогательных точек доступа. Одна точка, базирующаяся на этом этаже, не справлялась с нагрузкой, однако, была расположена в месте, которое давало сигналу распространяться на достаточное расстояние.

На третьем этаже было добавлено 4 точки. Точки AP-1, AP-2 было решено не трогать, так как со своей задачей они справляются.

Таким образом, было добавлено 14 точек доступа D-Link DAP-2360 и одна D-Link DAP-3310.

Общая стоимость оборудования с монтажными работами составляет 172 875р.

#### 3. Техническая документация включает в себя:

- Инструкцию по настройке сети.
- Инструкцию по безопасности.
- Инструкцию по эксплуатации.

Установка и первоначальная настройка системы осуществляется техническим специалистом, который должен обладать высоким уровнем квалификации в области ИТ и практическими знаниями об основных принципах и концепциях работы с операционными системами семейства Microsoft Windows, а также навыками установки и администрирования беспроводных сетей.

#### Используемые источники:

- 1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник. Санкт-Петербург, Питер, 2001.
- 2. Щербо В.К. Стандарты вычислительных сетей. М.: Кудиц Образ, 2000
- 3. «Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. Практическое руководство по изучению, разработке и использованию беспроводных ЛВС стандарта 802.11» / Педжман Рошан, Джонатан Лиэри.
  - М.: CiscoPress Перевод с английского Издательский дом «Вильямс»,2004
- 4. «Современные технологии беспроводной связи» / Шахнович И. М.: Техносфера, 2004
- 5. «Сети и системы радиодоступа» / Григорьев В.А., Лагутенко О.И., Распаев Ю.А. М.: Эко-Трендз, 2005
- «Анатомия беспроводных сетей» / Сергей Пахомов. КомпьютерПресс, №7, 2002
- 7. «WLAN: практическое руководство для администраторов и профессиональных пользователей» / Томас Мауфер. М.: КУДИЦ-Образ, 2005
- 8. «Беспроводные сети. Первый шаг» / Джим Гейер. М.: Издательство: Вильямс, 2005
- 9. «Секреты беспроводных технологий» / Джек Маккалоу. М.: HT-Пресс, 2005
- 10. «Современные технологии и стандарты подвижной связи» / Кузнецов М.А., Рыжков А.Е. СПб.: Линк, 2006
- 11. «Базовые технологии локальных сетей» / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. СПб.: Питер, 1999
- 12.Сайткомпании Aperto Networks.: http://www.Aperto Networks.com
- 13. Шахнович С. Современные беспроводные технологии. ПИТЕР, 2004

- 14. Голубицкая Е.А., Жигуляская Г.М. Экономика связи. М.: Радио и связь, 1999.
- 15. Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды: Учебник. М.: Радио и связь, 1989.
- 16.Верховский Е.И. Пожарная безопасность на предприятиях радиоэлектроники. М.: Высшая школа, 1987
- 17. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. М.: Энергоатомиздат, 1984.
- 18.Прейс А.Ю. МОДЕРНИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ ОБЩЕГО ДОСТУПА В ЗДАНИИ ВТОРОГО УЧЕБНОГО КОРПУСА РОССИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА.Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право/ Вып. 1 (19) / Под ред. д.т.н., проф. Истомина Е.П. СПб.: ООО «Андреевский издательский дом» 2017 г., 22 с.
- 19.URL: http://voron-xak.ru/vseokompe/chto-takoe-vaj-faj-wi-fi-prostymi-slovami.html
- 20.URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi
- 21.URL: http://useroff.com/chto-takoe-wi-fi.html
- 22.URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/754623
- 23.URL: http://www.mnogo-otvetov.ru/computery/chto-takoe-vaj-faj-i-dlya-chego-on-nuzhen/
- 24.URL: http://interzet.domru.ru
- 25.URL: http://tools.dlink.com/welcome/
- 26.URL: http://nastroisam.ru/
- 27.URL: http://winetwork.ru/
- 28.URL: http://d-russia.ru/v-metro-sankt-peterburga-poyavilsya-besplatnyj-wi-fi.html
- 29.URL: http://www.rshu.ru/university/history/

# ПРИЛОЖЕНИЯ

# Приложение А

# Таблица 3 - Таблица сравнения характеристик точек доступа

### Product Comparison Report (Wireless Access Point)

DAP-2310	DAP-2360	DAP-3310	DAP-3320	
	4		2000	
AirPremier N Single Band Access Point	AirPremier N Single Band PoE Access Point	Wireless N Exterior Access Point	Wireless PoE Outdoor Access Point	
Standalone	Standalone	Standalone	Standalone/Central WiFiManager	
b/g/n	b/g/n	b/g/n	b/g/n	
2.4 to 2.4835GHz	2.4 to 2.4835GHz	2.4 to 2.4835GHz	2.4 to 2.4835GHz	
2x2	2x2	2x2	2x2	
300Mbps	300Mbps	300Mbps	300Mbps	
22 dBm	23 dBm	2.4Ghz: 29dBm (System Maximum)	2.4Ghz: 29dBm (System Maximum)	
Two detachable dipole antennas	Two detachable dipole antennas	Embedded Antenna	Embedded Antenna	
2dBi	5dBi	10dBi	2dBi	
two RP-SMA connectors	two RP-SMA connectors	No	No	
No	Yes (802.3af)	Yes (Proprietary)	Yes (802.3af)	
No	No	Yes	No	
9	9	13.5	12.5	
one 10/100 /1000 Ethernet port	one 10/100 /1000 Ethernet port	Two 10/100 Ethernet port	one 10/100 Ethernet port	
No	No	No	No	
No	No	No	No	
No	Yes	No	No	
Plastic	Metal	IPX6	IP55	
Yes	Yes	No	No	
Yes	Yes	Yes	Yes	
No	No	No	No	
	AirPremier N Single Band Access Point  Standalone  b/g/n  2.4 to 2.4835GHz  2x2  300Mbps  22 dBm  Two detachable dipole antennas  2dBi  two RP-SMA connectors  No  No  9  one 10/100 /1000 Ethernet port  No  No  Plastic  Yes  Yes	AirPremier N Single Band Access Point	AirPremier N Single Band PoE Access Point	AirPremier N Single Band Access Point

# Приложение Б<br/> Проведение замеров уровней сигналов 2 корпуса РГГМУ

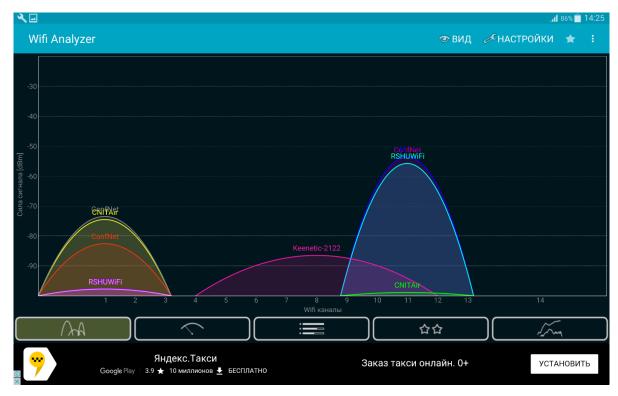


Рисунок 18Проведение замеров уровней сигналов около главного входа во второй корпус



Рисунок 19 Проведение замеров уровней сигналов около главной лесницы

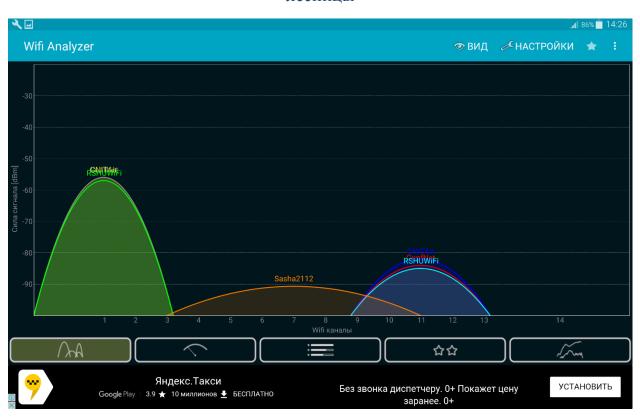


Рисунок 20 Проведение замеров уровней сигналов около 101 кабинета

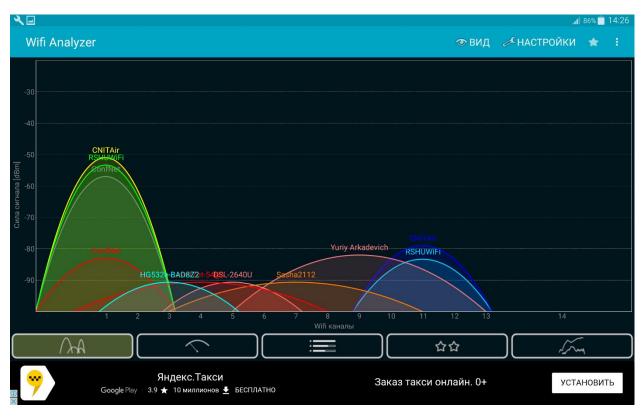


Рисунок 21 Проведение замеров уровней сигналов около столовой

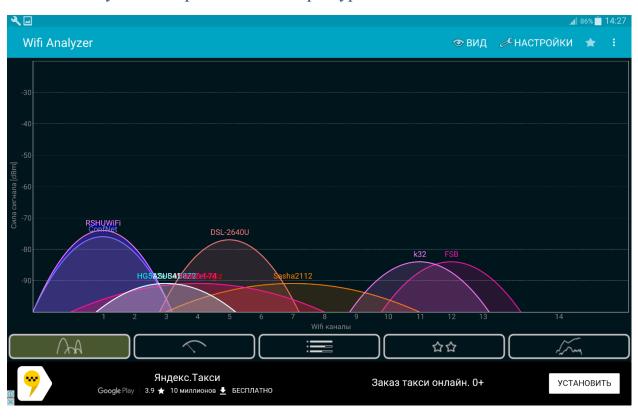


Рисунок 22 Проведение замеров уровней сигналов около 205 кабинета

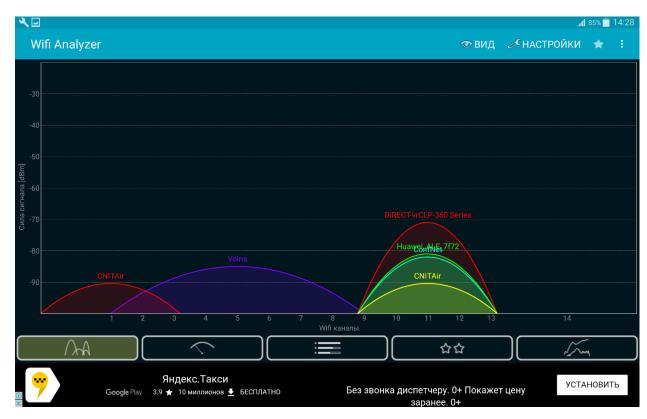


Рисунок 23Проведение замеров уровней сигналов на кафедре физики на втором этаже

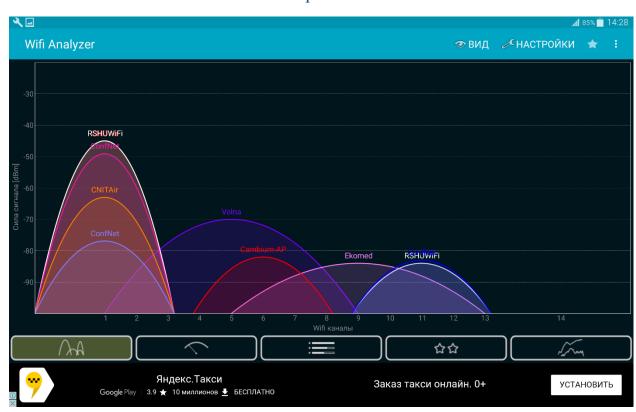


Рисунок 24 Проведение замеров уровней сигналов около 212 кабинета

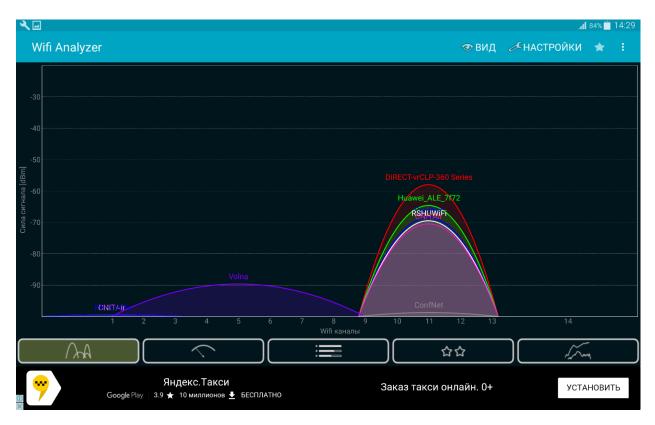


Рисунок 25Проведение замеров уровней сигналов в корридоре 2 этажа

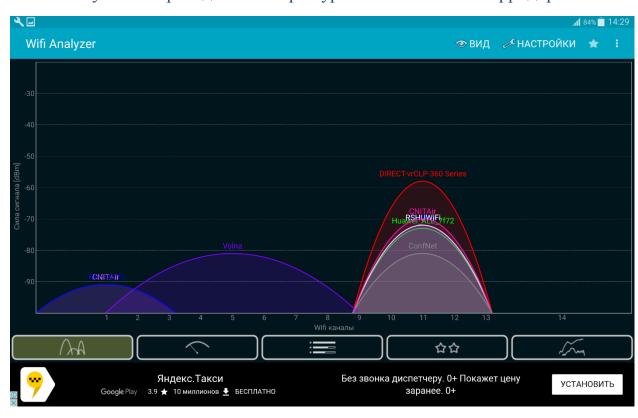


Рисунок 26 Проведение замеров уровней сигналов на главной леснице 2 этаж

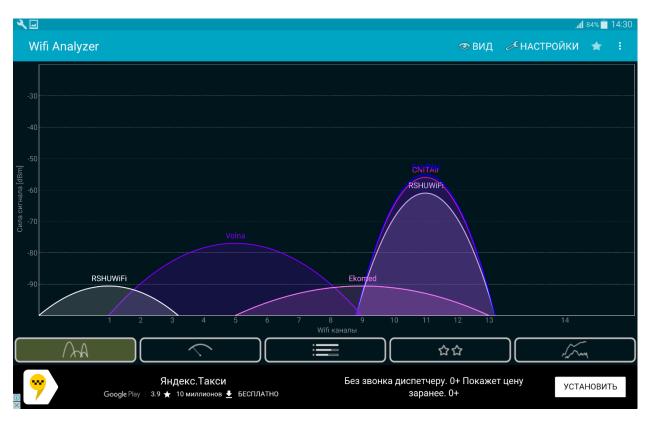


Рисунок 27 Проведение замеров уровней сигналов на леснице 3 этаж



Рисунок 28 Проведение замеров уровней сигналов около 301 кабинета



Рисунок 29 Проведение замеров уровней сигналов около 322 кабинета

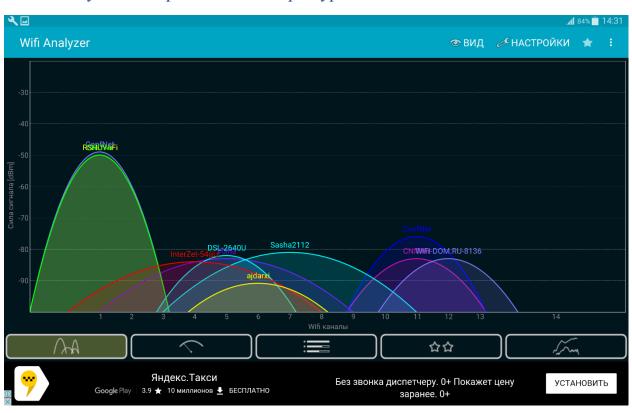


Рисунок 30 Проведение замеров уровней сигналов в корридоре 3 этажа



Рисунок 31 Проведение замеров уровней сигналов в восточной части корридора 3 этажа

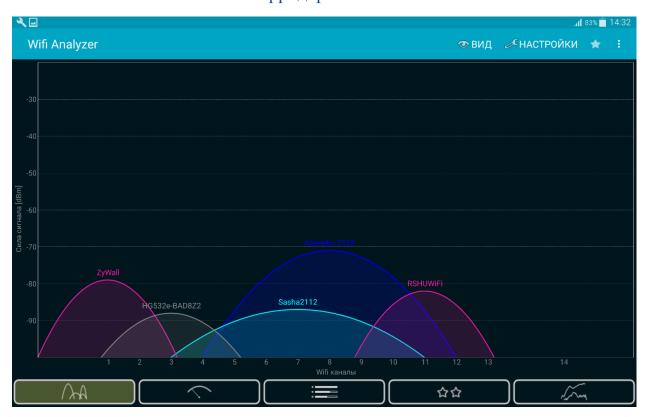


Рисунок 32 Проведение замеров уровней сигналов на кафедре химии



Рисунок 33 Проведение замеров уровней сигналов в библиотеке



Рисунок 34 Проведение замеров уровней сигналов на 1 этаже в северозападной части здания



Рисунок 35 Проведение замеров уровней сигналов в пространстве двора второго корпуса



Рисунок 36 Проведение замеров уровней сигналов на кафедре экологии



Рисунок 37 Проведение замеров уровней сигналов около кабинета 318а