

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева

Институт Информационных и телекоммуникационных технологий

Кафедра Электроники, телекоммуникации и космических технологии

Организация беспроводной сети обмена данными между гостиничными
комплексами г. Алматы

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

специальность 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникация

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева

Институт Информационных и телекоммуникационных технологий

Кафедра Электроники, телекоммуникации и космических технологий

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ЭТиКТ
канд. техн. наук
Е. Таштай
« 15 » 05 2019 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: Организация беспроводной сети обмена данными между
гостиничными комплексами г. Алматы

по специальности 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникация

Выполнил (а)

С.Е.Мамодьяров

Рецензент
доцент каф. «ТКС» АУЭС,
канд. техн. наук

Д.С. Касимов
« 14 » 04 2019 г.

Руководитель
лектор кафедры ЭТиКТ

Н.А. Джунусов
« 24 » 04 2019 г.



Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю
Сметангашинова И.А.
« 15 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

M

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева

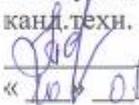
Институт Информационных и телекоммуникационных технологий

Кафедра Электроники, телекоммуникации и космических технологии

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой ЭТиКТ

канд. техн. наук

 Е.Таштай

« 10 » 01 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся *Мамодьяров Сұлтаназрет Ермекұлы*

Тема *Организация беспроводной сети обмена данными между гостиничными комплексами г. Алматы*

Утверждена приказом ректора университета 1162-б от «16» октября 2018 г. Срок сдачи законченного проекта «2» мая 2019 г.

Исходные данные к дипломному проекту 1) Анализ организации беспроводной сети; 2) Характеристика систем широкополосного беспроводного доступа; 3) Приемопередающая всенаправленная антенна *Отпi-5.3-10*.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов;

а) Сравнение возможностей проводных и беспроводных сетей;

б) Основные возможности и характеристики оборудования;

в) Типовые применения оборудования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): 1) Схема реальной корпоративной *WLAN* в многоэтажном здании; 2) Диаграмма направленности антенны *Отпi-5.3-10*; 3) Частотные характеристики антенны *ANT-5.2-24*.

Рекомендуемая основная литература: 14 наименований.

ГРАФИК

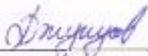
подготовки дипломной работы (проекта)

Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Анализ организации беспроводной сети	10.01.2019 г. -17.02.2019 г.	выполнена
Характеристика систем широкополосного беспроводного доступа	17.03.2019 г. -24.03.2019 г.	выполнена
Приемопередающая всенаправленная антенна Omni-5.3-10	24.03.2019 г. -28.03.2019 г.	выполнена

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	К.Н.Тайсариева - доктор PhD, сениор-лектор каф.ЭТиКТ	14.05.19	

Научный руководитель  Н.А.Джунусов
(подпись)

Задание принял к исполнению обучающийся  С.Е.Мамодыев
(подпись)

Дата "14" май 2019 г.

АННОТАЦИЯ

Целью данного дипломного проекта является организация сети передачи данных между бизнес центрами гостиниц города Алматы посредством радиодоступа. В проекте рассмотрены основные топологии построения сети, описание и характеристики сетей RadioEthernet, а также технические характеристики и состав выбранного оборудования.

В расчётной части проекта рассчитаны затухания, коэффициенты усиления, мощности передатчиков и другие параметры радиолинии. Дан расчёт необходимого количества оборудования.

Дан расчёт технико-экономических показателей проекта и рассмотрены вопросы заземления и молниезащиты антенн.

АҢДАТПА

Берілген дипломдық жобаның мақсаты Алматы қаласы қонақ үйлердің бизнес орталықтар арасындағы радио-басқару арқылы мәліметтер тарату желісін ұйымдастыру. Жобада желі құрылуының негізгі топологиялары және RadioEthernet желісінің сипаттамалары мен мінездемелері, сонымен қатар таңдалған жабдықтарының техникалық сипаттамасы және құрамы қарастырылған.

Жобаның есептік бөлімінде күшейту коэффициенттері, тарату-шылардың қуаттары, және радиожолының басқа негізгі параметрлері есептелген. Жабдықтардың қажетті санының есебі берілген.

Жобаның техникалы-экономикалық көрсеткіштердің есебі берілген және антенналарды жерге қосу және найзағайдан қорғау сұрақтары қарастырылған.

ANNOTATION

The purpose of the given degree project is the organization of a network of data transmission between business centers of Almaty city hotels by means of a radio access. In the project the basic topology of construction of a network, the description and characteristics of networks of radio Ethernet, and also characteristics and structure of the chosen equipment are considered.

In a settlement part calculation of key parameters of the communication line, such as attenuation, factors of amplification, capacity of transmitters, good qualities and temperatures is resulted. Calculation of necessary quantity of the equipment, technic- economic parameters, grounding and protection against a lightning of aeri- als is made.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Анализ организации беспроводной сети	10
1.1 Необходимость организации заданной сети	10
1.2 Сравнение возможностей проводных и беспроводных сетей	11
1.3 Характеристика систем широкополосного беспроводного доступа	14
1.4 Обоснование постановки задачи	27
1.4 Обоснование постановки задачи	28
2 Техническая характеристика выбранного оборудования	29
2.1 Радиомаршрутизаторы	29
2.2 Приемопередающая всенаправленная антенна Omni-5.3-10	31
2.3 Основные возможности и характеристики оборудования	36
2.4 Типовые применения оборудования	38
2.5 Безопасность данных	40
3 Построение беспроводной сети	44
3.1 Проведение исследований	44
3.2 Тестирование производительности оборудования	45
3.3 Расчёт энергетических параметров	50
Заключение	59
Список использованной литературы	60

ВВЕДЕНИЕ

Беспроводные сети стали целой индустрией, в которой занято огромное количество компаний. Утверждаются новые стандарты, появляется совместимое с ними оборудование. Строятся корпоративные WLAN-сети и точки публичного доступа («хот-споты»). Не отстают производители ноутбуков и карманных компьютеров, которые выпускают все более легкие и ультрапортативные модели, одинаково пригодные для работы в офисе и на природе.

Связать офис, гостиницу, аэропорт или кафе с внешним миром можно самыми разными способами. Компании с солидными офисами, охраной, системами наблюдения вполне могут позволить себе оптоволокно. Проводные технологии проверены временем, недороги, безопасны и производительны. Десятимегабитными, стамегабитными и даже гигабитными сетями Ethernet нынче уже никого не удивишь, сетевые контроллеры стоят достаточно дешево и нередко входят в стандартную поставку ПК и ноутбуков. Тем не менее они не решают главное- не дают пользователю столь необходимой ему мобильности. То ли дело технологии беспроводных сетей, которые уже давно начали борьбу за массового потребителя [13].

Публичная сеть WLAN (PWLAN) обычно состоит из расставленных точек доступа (базовых станций), подключенных к IP сети оператора, и мобильных клиентов, которые подключаются к своей базовой станции с помощью сетевых карт. Все, что нужно для работы в таком месте- ноутбук с картой беспроводного доступа или PDA с поддержкой стандарта IEEE 802.11.

Поскольку радиус действия оборудования WLAN измеряется десятками метров, эти решения экономически выгодно использовать только в зонах повышенного спроса на услуги беспроводного доступа к сетям передачи данных- так называемых «hot spots».

Среди услуг, которые могут предложить путешественникам операторы мобильной связи и сервис-провайдеры- доступ в интернет, пользование почтовым ящиком, чатом, просмотр видеофильмов и, конечно, услуга доступа к корпоративной сети [14].

В отличие от сетей сотовой связи, в Wi-Fi один, даже очень крупный оператор не может обеспечить значительное локальное и тем более глобальное покрытие в силу самой природы данной технологии. Будущее рынка Wi-Fi услуг выглядит именно как множество участников- операторов с различными бизнес моделями оказания услуг. Эта ситуация создает предпосылки для возникновения рынка услуг Wi-Fi-роуминга в беспроводных сетях стандарта IEEE 802.11.

В дипломном проекте рассматривается организация беспроводной корпоративной сети обмена данными между бизнес центрами гостиниц г. Алматы, что приведет несомненно к улучшению качества обслуживания населения услугами гостиничного хозяйства города.

1 Анализ организации беспроводной сети

1.1 Необходимость организации заданной сети

Развитие бизнеса, совершенствование информационных технологий, появление многочисленных бизнес-предложений изменили карту корпоративной связи. Современные средства автоматизации производственных процессов требуют наличия собственных корпоративных сетей практически у каждой организации и предприятия, претендующих на выживание и успех в конкурентной среде. В значительной степени именно потребности бизнеса обусловили развитие технологий Интернета, виртуальных частных сетей.

Содружество сетей и технологий рассматривается как явление корпоративного рынка: сопрягаются сети проводной и радиосвязи, спутниковые каналы через ведомственные АТС получают доступ в телефонные сети общего пользования (ТфОП), по выделенным каналам магистральных корпоративных цифровых ВОЛС организуются VPN. Но можно говорить и о содружестве корпоративных сетей и сетей общего пользования, формирующих единую взаимоувязанную сеть связи страны.

Молодая и растущая IP-технология вообще готовится произвести переворот в идеологии использования телекоммуникаций.

Технология корпоративной связи и связи общего пользования всё больше сближаются, конкурируя между собой. Остается надеяться, что выиграет потребитель [22].

Гостиничные хозяйства крупных городов представляют сегодня большие комплексы, предоставляющие не только услуги проживания, питания и отдыха населения, но и бизнес-услуги для организаций и населения-организацию встреч, презентаций, видеоконференций и другие. Они постоянно осуществляют модернизацию своего хозяйства: совершенствуют систему бронирования номеров, улучшают обеспечение номеров гостиниц требуемыми в настоящее время разнообразными услугами телекоммуникации-увеличивают количество и качество услуг, предоставляемых населению. Гостиничные комплексы уже не могут существовать как обособленные, без надежной телефонной связи и обмена мультимедийными данными, без возможности передачи видеосообщений между собой.

Город Алматы считается южной столицей Казахстана, является крупнейшим мегаполисом Республики, одним из самых крупных деловых и культурных центров Центральной Азии. Это суперсовременный, стремительно развивающийся город. Здесь сосредоточено большое количество как государственных, так и негосударственных учреждений и организаций, имеющих свои филиалы и тесные связи с другими организациями как Республики, так и стран зарубежья. В город постоянно приезжает в служебные командировки большое количество людей, которых необходимо разместить для проживания и обеспечить всеми требуемыми им услугами телекоммуникации. Различным организациям часто

требуется организовать презентации и видеоконференции. Все это требует наличия во всех гостиничных комплексах бизнес-центров, оснащенных современным оборудованием и имеющих постоянную связь и возможность обмена данными между собой, а также выход на корпоративные и государственные сети телекоммуникации.

Организацию сети передачи данных между гостиничными комплексами города Алматы можно начать с охвата сетью нескольких наиболее крупных и хорошо известных гостиниц: Казахстан, Анкара, Отрар, Алма-Ата, Жетысу, Алатау, Астана, Достык, Амбассадор, Хаятт Ридженси.

Месторасположение гостиниц: гостиница Казахстан- проспект Достык 52, угол проспект Абая; гостиница Анкара- улица Желтоксан 181, угол улица Тимирязева; гостиница Отрар- улица Гоголя 73, угол улица Кунаева; гостиница Алма-Ата- улица Кабанбай батыра 85, угол улица Панфилова; гостиница Жетысу- проспект Абылай-хана 55, угол улица Макатаева; гостиница Алатау- проспект Достык 105, угол улица Хаджи-Мукана; гостиница Астана- улица Байтурсынова 113, угол улица Сатпаева; гостиница Достык- улица Курмангазы 26, угол улица Кунаева; гостиница Амбассадор- улица Желтоксан 121, угол улица Виноградова; гостиница Хаятт Ридженси- улица Сатпаева 26/9.

Как известно, в настоящее время связь между гостиницами осуществляется через телефонную линию Казахтелекома и платятся немалые деньги за аренду каналов. Да и конфиденциальность информации передаваемой по этим каналам остаётся под вопросом. Поэтому организация своей сети передачи данных между гостиницами является в настоящее время актуальной.

1.2 Сравнение возможностей проводных и беспроводных сетей

На сегодняшний день в мире используется большое количество различных технологий и решений, которые позволяют передавать данные на разные расстояния, с разными скоростями.

В качестве среды для передачи информации наиболее распространены оптоволокно и медные провода. Технологии, реализованные на оптоволокне, отличаются высокими скоростями передачи данных, надежностью и высокой стоимостью реализации. Решения, работающие на меди гораздо более медленные но, проложенные для нужд телефонизации, зачастую самый выгодный способ организации связи. В контексте сети передачи данных масштаба города необходимо отметить тот факт, что проводная городская инфраструктура, созданная и развиваемая в основном ТфОП, зачастую не позволяет надеяться на качественную компьютерную связь в любой, произвольно взятой, точке города. Поэтому радиосредства могут оказаться серьезной альтернативой для решения проблем «последней мили».

Беспроводные технологии позволяют на сегодня передавать данные со скоростями в 2 Мбит/с, 5,5Мбит/с и 11Мбит/с. В области стандартизации бес-

проводной технологии передачи данных в 1998 году были достигнуты определенные успехи, что позволяет надеяться на серьезное удешевление продуктов массового применения. Радиосистемы, использующие расширение спектра методом прямой последовательности (так называемые RadioEthernet) на сегодняшний день уже достаточно хорошо опробованы для связи локальных сетей, удаленных друг от друга на расстояния в десятки километров. Кроме того, эти системы позволяют строить сети типа точка-многоточка, которые описываются и характеризуются как сети микросотовой связи, в которых абоненты имеют фиксированное положение.

Беспроводная сеть передачи данных состоит из базовых станций, увязанных между собой в единую инфраструктуру и соединенных с информационным центром- источником информации для потребителей, являющихся абонентами этой сети. Структура сети обеспечивает двунаправленный обмен информацией между абонентом и информационным центром (Internet провайдером) либо другим абонентом, подключенным к сети. Таким образом, имеется постоянная связь одного либо нескольких офисов с информационным центром либо другим офисом. Структура сохраняется даже при смене местоположения абонента, главное установить связь с сетью, что возможно из любой точки города.

Рассмотрим характеристики микросотовой системы связи, использующей оборудование, присутствующее сегодня на рынке и имеющее скорость до 11 Мбит/с. Наиболее распространены сегодня устройства, производимые компаниями Aironet Wireless Technology Inc., Lucent Technologies, BreezeCom, Revolution. В ряду устройств, позволяющих построить систему передачи данных, есть как радиобриджи- устройства, подключаемые к компьютерам с помощью стандартных сетевых средств, так и радиокарты- предназначенные для использования как платы расширения стандартных персональных компьютеров. При этом система допускает использование в режиме базовых станций только радиобриджи, а в режиме клиента- и радиобриджи, и радиокарты. Базовая станция, как и в системах сотовой связи, устанавливается так, чтобы обеспечивать покрытие определенной зоны обслуживания. При этом применяются различные типы антенн- от простейших штыревых с круговой диаграммой направленности, до сложных систем секторных антенн, позволяющих изменять диаграмму направленности излучения в зависимости от потребностей.

Каждый радиобридж, работающий в режиме базовой станции на скорости 2 Мбит/с, позволяет обслуживать 10-15 абонентов, при этом средняя скорость работы каждого из абонентов будет не ниже 64 кбит/с. Увеличение количества абонентов допустимо, но приводит к деградации скоростных характеристик канала. Кроме того, в непосредственной близости, на одной крыше без применения специальных технических мер можно устанавливать до трех комплектов сотовобразующего оборудования, а с применением этих мер- до шести. Таким образом, количество обслуживаемых абонентов одной базовой станцией может достигать 45 или даже 90.

Взаимувязка базовых станций между собой, а также привязка их к информационным ресурсам- поставщикам информации может осуществляться

самыми различными способами, как традиционными оптоволоконными или проводными, так и радиосредствами. Применение самого быстродействующего оборудования, работающего со скоростью 11 Мбит/с в сочетании с увеличением плотности расположения базовых станций позволит существенно увеличить количество абонентов и скорость доступа для каждого из них [13].

Организовать связь между гостиницами, разбросанными по городу, посредством наземных каналов будет несколько затруднительно и потребует больше средств. Рассмотренные возможности различных сетей показывают, что для организации обмена данными между гостиницами лучшим вариантом скорее всего является сеть с использованием радиосредств.

С учетом вышесказанного, предлагается осуществить организацию сети передачи данных между вышеперечисленными гостиничными комплексами города Алматы посредством радиодоступа. Предлагается использовать технологию беспроводного Ethernet, а именно- оборудование Revolution 5000 на базе которого можно быстро организовать качественную сеть передачи данных. На дальнейшем этапе развития сети, в зависимости от поступления других заказов от гостиничных комплексов на подключение к этой сети, сеть в быстрые сроки может быть расширена с использованием соответствующих модулей. Поэтому возможность построения такой сети на базе оборудования Revolution 5000, является вполне реальной.

Беспроводные локальные сети классифицируются согласно использованной в них технологии передачи. Все современные продукты рынка локальных сетей относятся к одной из следующих категорий:

- инфракрасные (Infrared - IR) локальные сети;
- отдельная ячейка сети, использующей передачу в инфракрасном диапазоне, ограничена размерами одной комнаты, поскольку инфракрасное излучение не проходит сквозь непрозрачные стены;
- узкополосная СВЧ передача.

Эти локальные сети работают на СВЧ, но не используют расширенный спектр. Некоторые из этих продуктов работают на частотах, требующих лицензии.

Локальные сети с расширенным спектром используют при передаче технологию расширенного спектра. В большинстве случаев эти локальные сети работают на диапазонах ISM (Industrial, Scientific and Medical Radio Frequency Band- радиочастотные диапазоны для промышленного, научного и медицинского применения).

В настоящее время наиболее популярные беспроводные локальные сети используют технологию расширенного спектра [23].

Оборудование широкополосного доступа использует вполне определенный частотный диапазон. Прежде всего, это диапазон 2,4 ГГц. Обусловлено это тем, что во многих странах этот диапазон свободен от лицензирования и инсталляции оборудования, работающего в этом диапазоне, имеют массовый характер.

Сравнительные характеристики беспроводных локальных сетей приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1- Сравнительные характеристики беспроводных локальных сетей

	Инфракрасное излучение		Расширенный спектр		Радио
	рассеянное	с направленным лучом	перестройка частоты	прямая последовательность	узкополосная СВЧ-передача
Скорость передачи данных, Мбит/с	1-4	1-10	1-3	2-20	10-20
Диапазон волн, м	15-60	25	30-100	30-250	10-40
Длина волны/ частота	800-900 нм		902-928 МГц 2,4-2,5 ГГц 5,7-5,8 ГГц		902-928 МГц 5,2-5,8 ГГц 18,8-9,2 ГГц
Схема модуляции	ASK		FSK	QPSK	FS/QPSK
Излучаемая мощность	----		< 1 Вт		25 мВт

1.3 Характеристика систем широкополосного беспроводного доступа

Под термином «доступ» понимается сетевой доступ, имеющий массовый характер, т.е. сеть доступа. Радиомодемные соединения типа «точка-точка», а также радиорелейные линии связи, являющиеся традиционными средствами решения проблемы «последней мили» с помощью радиосредств, имеют многочисленные примеры реализации, однако не обеспечивают массовый характер подключений. Поэтому в данном проекте рассматриваются системы беспроводного доступа, являющиеся функционально законченным набором аппаратно-программных средств, реализующие соединения типа «точка-много точек» и образующих сеть доступа.

Спрос на услуги телефонии и доступа в Интернет существует. Он рождает предложение, реализуемое на основе разнотипного оборудования беспроводного доступа, которое в той или иной мере позволяет решать существующие задачи. Перечень основных классов систем беспроводного доступа и их краткие характеристики представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2- Основные классы систем беспроводного доступа

Тип системы	Диапазон частот	Основная область использования	Достоинства	Недостатки
1	2	3	4	5
WLL DECT	1,88-1,90 ГГц	Доступ к ТфОП. Низкоскоростной доступ к Интернет	Простота легализации сети. Высококачественная телефония	Низкая скорость модемного подключения к Интернет
WLL по фирменным стандартам	0,9-5,8 ГГц	Доступ к ТФОП. Низкоскоростной доступ к Интернет	Гибкость в выборе диапазона. Большой выбор оборудования	Несовместимость оборудования от разных производителей
LMDS	26-38 ГГц	Предоставление выделенных каналов. Высокоскоростная передача данных. Доступ к Интернет	Высокая пропускная способность	Высокая стоимость оборудования. Отсутствие единого стандарта. Малая дальность
MMDS	2,3-2,5 ГГц	Высокоскоростная передача данных. Доступ к Интернет. Цифровое телевидение	Высокая пропускная способность. Большая дальность	Высокая стоимость оборудования. Нет единого стандарта
Системы широкополосного беспроводного доступа (BWA)	2,4-10,5 ГГц	Высокоскоростная передача данных. Доступ к Интернет.Packetная телефония	Большой выбор оборудования и частотных диапазонов	Несовместимость оборудования разных производителей
BLUETOOTH	2,4 ГГц	Беспроводная связь ближнего действия	Дешевизна и простота использования. Малое энергопотребление	Большинство Bluetooth-устройств ограничено радиусом действия 10-30 м. Несовместимость продуктов разных производителей между собой

1	2	3	4	5
GPRS	<1,5 ГГц	Пакетная передача данных по беспроводным телефонным сетям и Интернету. Низкоскоростной доступ к Интернет	Обеспечивает мобильный, сравнительно дешевый доступ в Интернет. Обширная зона покрытия	Нестабильная скорость передачи данных, малая надёжность соединения
Radio Ethernet стандарта IEEE 802.11 b	2,4 ГГц	Высокоскоростной доступ к Интернет. Корпоративные сети	Дешевизна и доступность оборудования. Высокая пропускная способность- до 11 Мбит/с на сектор. Большая дальность. Большой опыт использования оборудования. Совместимость оборудования от разных производителей	Высокая загруженность диапазона, помехи от пиратских радиосредств. Невозможность дальнейшего развития в крупных городах из-за исчерпания диапазона. Проблемы передачи трафика реального времени (голоса) из-за используемого коллизийного протокола
Radio Ethernet стандарта IEEE 802.11 a	5 ГГц	Высокоскоростной доступ к Интернет. Корпоративные сети.	Малая загруженность диапазона. Высокая пропускная способность- до 54 Мбит/с (в turbo режиме 108 Мбит/с) на сектор	Устройства дороже, чем 802.11 b и g. Получение лицензии на вторичной основе. Проблемы передачи трафика реального времени (голоса) из-за используемого коллизийного протокола

Первые типы систем- это системы фиксированного радиодоступа (WLL- Wireless Local Loop), появившиеся как альтернатива проводной телефонии. К решениям этого класса можно отнести MultiGain Wireless (Innowave ECI Wireless Systems), где передача данных ограничивается полосой 64 кбит/с, ISDN BRI, или, фактически, модемным соединением 56 кбит/с, а также WLL DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications- цифровые расширенные беспроводные телекоммуникации), где передача данных, организуемая через модемное соединение, имеет скорость еще меньше.

Вслед за сетями кабельного телевидения появились системы беспроводного телевидения на базе технологий MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Service- многоканальная многоточечная распределительная служба) и LMDS (Local Multipoint Distribution Service). Их можно считать вторым источником BWA.

Компьютерная эра, сопровождавшаяся развитием локальных вычислительных сетей, обусловила появление беспроводных систем типа Wireless LAN, которые позже были стандартизованы комитетом IEEE 802.11 как сети радио-Ethernet. Именно на базе этих трех, ставших уже традиционными, технологий в последнее время получили развитие новые технические средства.

Разница между устройствами WLL и BWA достаточно условна и состоит в следующем. Системы WLL ориентированы преимущественно на предоставление услуг классической телефонии. Передача данных, как правило, осуществляется на уровне модемного подключения. Оборудование BWA, напротив, изначально создавалось для высокоскоростной передачи данных и позволяет формировать телефонные каналы поверх пакетного протокола, в качестве которого обычно применяется IP [23].

Оборудование широкополосного доступа использует вполне определенный частотный диапазон. Прежде всего, это диапазон 2,4 ГГц. Обусловлено это тем, что во многих странах этот диапазон свободен от лицензирования и инсталляции оборудования, работающего в этом диапазоне, имеют массовый характер.

За свободным от лицензирования диапазоном следуют полоса радиочастот 2,5-2,7 ГГц, используемая MMDS, диапазоны 3,5 ГГц, 5,8 ГГц. Как правило, в этих диапазонах работает оборудование операторского класса, имеющее большую абонентскую емкость и расширенный набор услуг (передача данных, мультимедиа, телефонии). Далее следуют частоты в диапазонах от 10 до 38 ГГц. Полоса радиочастот 27,5-29,5 ГГц используется системами LMDS. Эти системы специализированны для целей телевизионного вещания

Системы широкополосного беспроводного доступа типа «точка-много точек», работающие в микроволновом диапазоне до 38 ГГц, обладают уникальной емкостью. Информационные потоки, которыми оперируют подобного рода системы, позволяют характеризовать их радио интерфейс как АТМ в эфире.

Используемые частоты обеспечивают работу систем в условиях прямой видимости. Возможности систем, характеристики, а также условия их применения обуславливают фиксированный доступ [27].

Подобные системы обладают очень важным качеством, как легкая расширяемость и масштабируемость. Являясь образующим элементом сети беспроводного доступа, базовая станция (БС) играет важную роль в классификации систем широкополосного беспроводного доступа. Информационная емкость БС позволяет условно разделить все системы беспроводного доступа по группам.

Абонентские устройства (Subscriber Units, SU), обслуживаемые БС и устанавливаемые у пользователя, имеют различный пользовательский интерфейс. Для телефонии используется абонентская линия (FXS), цифровой интерфейс E1, ISDN. Для передачи данных - Ethernet, Frame Relay с синхронным интерфейсом, ISDN.

Абонентские устройства имеют либо встроенную, либо внешнюю присоединяемую направленную антенну. Каждое абонентское устройство или устройство подписчика (SU) работает на свою БС.

Соединения между БС различных сот выполняются с помощью технологий проводного (чаще всего оптические линии связи) или беспроводного доступа (радиорелейные, либо радиомодемные линии связи).

Простота установки, удобство использования и относительно низкая цена беспроводного оборудования начального уровня обусловили спрос на него домашних потребителей. Эти пользователи имеют в квартире доступ в Интернет и как минимум один компьютер - стационарный или мобильный. Для них беспроводное решение - прежде всего альтернатива проводам, которая дает чувство свободы и удобства в собственном доме.

Домашние пользователи ограничиваются установкой одной точки доступа. Она создает зону покрытия в квартире и позволяет любому компьютеру с Wi-Fi адаптером подключиться к точке доступа и установить беспроводной канал. Сама точка доступа по проводному каналу подключена к оборудованию доступа в Интернет. В этом секторе рынка применяются самые простые решения, предлагаемые массой производителей, например LinkSys, ASUS, D-Link.

Кроме устранения проводов домашняя WLAN (рисунок 1.1) дает еще одно преимущество, позволяя объединить в сеть все устройства в квартире. Необходимо только иметь встроенную в них поддержку Wi-Fi. Такими устройствами могут стать домашний телефон, домашний кинотеатр, система безопасности и видеонаблюдения, холодильник и т. п.



Рисунок 1.1- Схема домашней беспроводной сети

Серьезным вопросом домашних WLAN остается их незащищенность от несанкционированного доступа. Основной причиной этого является слабая осведомленность индивидуальных пользователей о встроенных системах защиты и неумении корректно провести настройку при первоначальной установке Wi-Fi устройств.

Стоит также упомянуть о процедуре регистрации WLAN для внутреннего использования, которая сильно упрощена по сравнению с процедурой получения частотных разрешений для беспроводных сетей фиксированного доступа.

В ИТ-компаниях применять беспроводные системы связи первыми начинают сотрудники, имеющие мобильные компьютеры. Ими движет то же желание, что и у домашних пользователей- избавиться от проводов, создать себе удобное рабочее место. По своей сложности такие системы практически не отличаются от домашних WLAN с той лишь разницей, что на территории офиса может быть установлено несколько точек доступа (рисунок 1.2).

Такая ситуация опасна тем, что установка отдельных точек доступа не инициируется руководством компании, а происходит спонтанно. Руководство не считает целесообразным построение офисной беспроводной сети. Желание же сотрудников в расчет не берется. В результате точки доступа, установленные и подключенные к корпоративной сети, создают серьезные бреши в системе безопасности предприятия.

Оборудование, используемое данным сектором рынка, ввиду минимальных к нему требований, приобретается из нижней ценовой категории. Соответственно и функциональное содержание таких устройств ограничено.

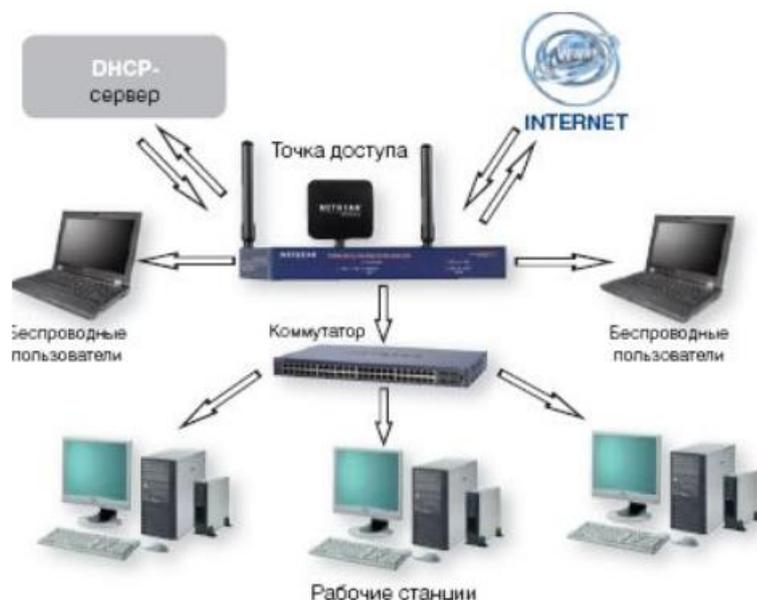


Рисунок 1.2- Схема беспроводной сети в офисе

Серьезные офисные WLAN корпоративного уровня строятся в тех компаниях, руководство которых понимает, для решения какого круга задач данная система предназначена. Оборудование, применяемое при создании таких систем, имеет богатый функционал и позволяет реализовать большое количество сервисов. Практически всегда офисная WLAN строится как беспроводной сегмент проводной офисной сети с реализацией системы защиты информации от несанкционированного доступа.

Офисные WLAN (рисунок 1.3) корпоративного уровня позволяют обеспечить:

- авторизацию и аутентификацию пользователей;
- создание нескольких беспроводных VPN-сетей с различными типами сервисов;
- доступ сотрудников к корпоративной информации по защищенным беспроводным каналам;
- свободный доступ сотрудников к Интернет-ресурсам;
- свободный или платный доступ гостей компании к Интернет-ресурсам;
- мобильную телефонную связь на территории офиса (аналог DECT- телефони);
- видеонаблюдение на базе беспроводных (мобильных) видеокамер с архивированием видеoinформации в цифровом виде на корпоративных серверах;
- получение информации о местоположении мобильного сотрудника.

Офисных WLAN такого уровня насчитываются единицы. Обычно их строительство ведут крупные корпоративные заказчики, владеющие большими офисными площадями.

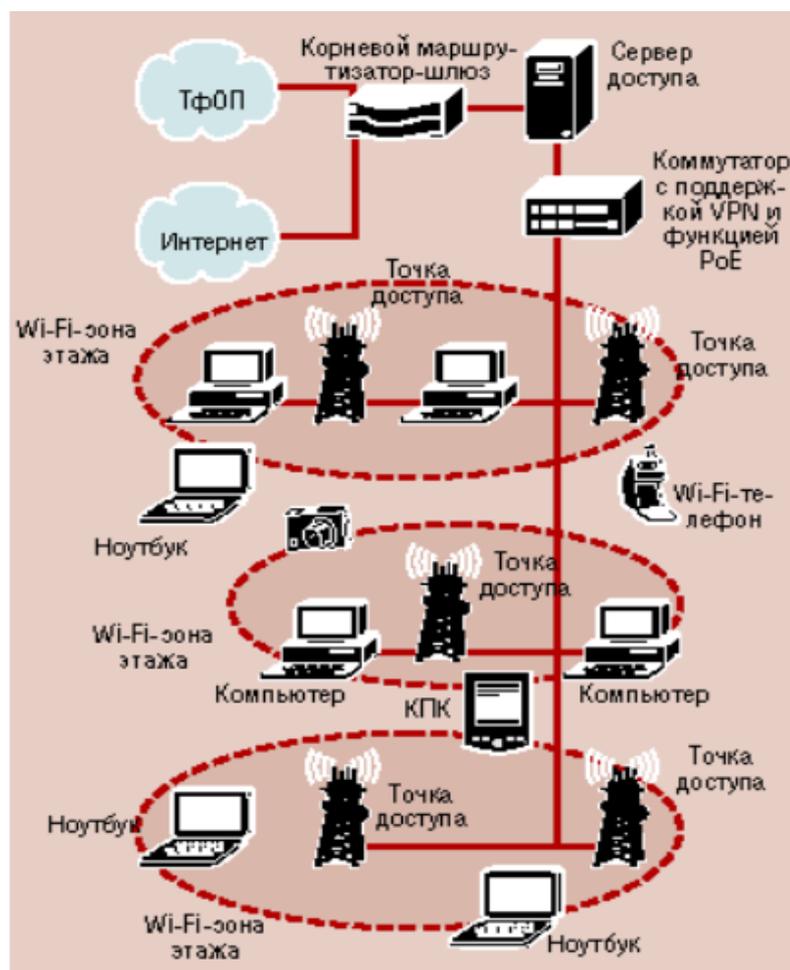


Рисунок 1.3- Схема реальной корпоративной WLAN в многоэтажном здании

Следует отметить, что большие офисные площади-это многоэтажные бизнес-центры класса А и В или целая группа зданий. Часто суммарная площадь офисных и вспомогательных помещений исчисляется десятками тысяч квадратных метров.

Корпоративная WLAN позволяет:

- создать требуемое количество виртуальных сетей (VLAN) для различных служб заказчика и сервисов в сети;
- назначить определенные права доступа для каждой VLAN;
- назначить определенные квоты каждому пользователю корпоративной WLAN (службе, сотруднику, гостю);
- получить скорость передачи данных на каждого пользователя до 20 Мбит/с;
- включить QoS для VoIP, видеоконференций и видеонаблюдения.

Теперь нужно перечислить, какое же оборудование беспроводного доступа требуется для проекта такого рода.

Точки доступа с поддержкой стандартов IEEE 802.11b/g, диапазон рабочих частот 2,4-2,483 ГГц. Сеть точек доступа формирует Wi-Fi зону во всем здании заказчика. Каждая точка поддерживает несколько VLAN, а каждая VLAN, в свою очередь, обслуживает определенный корпоративный сервис (VLAN администратора, VLAN гостя, VLAN телефонии (VoIP), VLAN-систему безопасности и т. п.). Точки доступа питаются от коммутатора с поддержкой функции PoE (Power over Ethernet).

Оборудование клиентов любого производителя с поддержкой стандартов IEEE 802.11b/g (мобильный, карманный и планшетный ПК, VoIP- телефон, SmartPhone с поддержкой Wi-Fi, Wi-Fi видеокамеры).

Зона публичного беспроводного доступа в Интернет называется хотспотом (HotSpot). Она включает внешний канал доступа в Интернет, систему биллинга и оборудование, формирующее зону покрытия (WLAN). Хотспот предоставляет доступ в Интернет всем желающим при условии, что у них есть мобильные устройства с поддержкой стандарта Wi-Fi.

На рисунке 1.4 представлена принципиальная схема хотспота. В зоне общедоступного беспроводного доступа можно получить доступ в Интернет и к корпоративной информации, а также услугу телефонной VoIP-связи.

Для создания хотспота необходимы:

- внешний канал доступа в Интернет. Подключение ресторана к мульти-сервисной сети провайдера может быть проводным или беспроводным, создаваемым с помощью радиомаршрутизатора;

- точка доступа с поддержкой стандартов 802.11b/g. Такая точка формирует Wi-Fi-зону, например, в помещении ресторана;

- стандартное абонентское оборудование 802.11b/g.

Современный подход к построению телекоммуникационных систем для крупных и средних компаний с развитой сетью филиалов предполагает создание территориально распределенных корпоративных сетей связи. Радиотехнологии для решения таких задач применяются уже давно. Быстрота развертывания, низкие затраты на строительство и эксплуатацию вызывают повышенный интерес корпоративного заказчика к радиосетям. Но из-за недостаточной функциональности оборудования этот рынок был довольно узким.

сеть, системы видеонаблюдения, сбора телеметрической информации и противопожарной безопасности;

- защиту от несанкционированного доступа;
- масштабируемость;
- высокую надежность.

Эти особенности беспроводных сетей ставят их в один ряд с оптоволоконными сетями, и тут уже сети на основе медных проводов не выдерживают конкуренции. Стоимость же и сроки реализации оптоволоконных сетей зачастую таковы, что заказчики даже не рассматривают их как вариант построения сетевой инфраструктуры.

Корпоративная сеть имеет структуру графа. Чтобы получить максимальную скорость обмена данными между центральным офисом и каждой удаленной точкой корпоративной сети, при проектировании обычно граф пытаются привести к схеме «звезда». При такой схеме каналобразующим оборудованием являются радиомаршрутизаторы RWR-5000, диапазон рабочих частот составляет 5,15-5,25 или 5,25-5,35 ГГц, скорости передачи- до 54 Мбит/с, дальность действия одного пролета- до 30 км.

Следует отметить, что топологическая организация сетей может быть и другой. Например, очень крупные сети масштаба области (рисунок 1.6) требуют построения транспортной инфраструктуры высокой пропускной способности, которая должна стать основным связующим звеном районных беспроводных сетей.

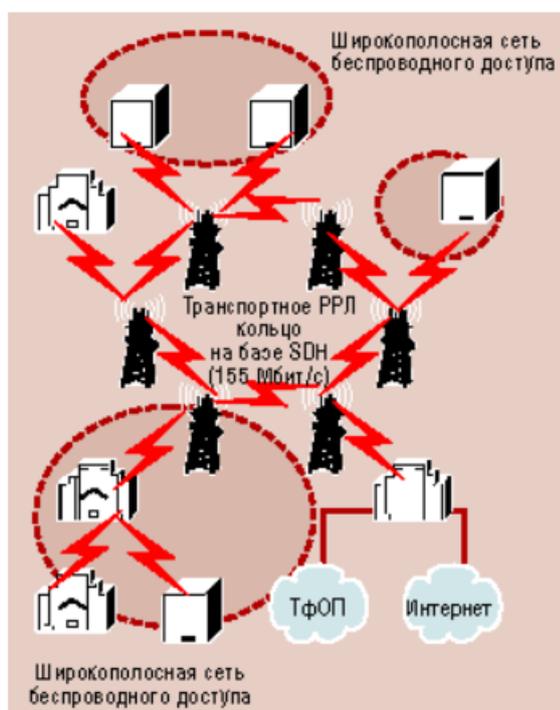


Рисунок 1.6- Схема распределенной сети, объединяющей подразделения компании на большой территории

В качестве транспортной инфраструктуры используются радиорелейные каналы, замкнутые в SDH-кольцо (скорости передачи- до 155 Мбит/с). Одновременно точки SDH-кольца являются центром коммутации районных широкополосных беспроводных сетей, построенных на базе оборудования широкополосного доступа.

Цель каждого провайдера телекоммуникационных услуг- прийти туда, где находится потребитель его услуг. Для этого нужна разветвленная инфраструктура. Решение данной задачи упрощают беспроводные сети фиксированного доступа. Не повышая стоимости услуг, они позволяют доставить их непосредственно потребителю, обеспечив при этом качество, гарантированность, быстроту подключения и разнообразие ассортимента.

С появлением нового радиооборудования операторского класса и разработкой правильной технической и финансовой политики по отношению к потребителю радиосети фиксированного доступа начинают успешно конкурировать с проводными и оптоволоконными сетями.

Еще два-три года назад беспроводной фиксированный доступ производился в диапазоне 2,4 ГГц. При этом безлицензионное использование эфира обуславливало полный произвол, о каких-либо гарантиях и качестве услуг не могло быть и речи.

Сегодня, для того чтобы выйти на конечного потребителя, оператору сети беспроводного фиксированного доступа не нужно строить физический канал, достаточно просто установить у пользователя «ответную» часть каналообразующего оборудования.

Современная беспроводная широкополосная городская сеть предоставляет абонентам целый спектр телекоммуникационных услуг:

- каналы от 64 кбит/с до 10 Мбит/с с гарантированной пропускной способностью, поддержку QoS;
- доступ в Интернет;
- организацию корпоративных территориально распределенных сетей для любого количества точек;
- услуги пакетной VoIP-телефонии;
- создание резервных и дублирующих каналов передачи данных на базе беспроводной технологии;
- круглосуточную поддержку.

Схемы подключения абонентов зависят от заказанного набора услуг. Основные из них- доступ в Интернет и VoIP. Трансляция голоса по IP каналу требует обеспечения качества (QoS). Передача данных и голосового трафика осуществляется в одном физическом канале, но благодаря QoS голосовой трафик имеет приоритет. К каналу могут быть подключены как IP, так и аналоговые телефоны (или АТС) через IP шлюз.

Количество одновременно работающих телефонных линий зависит от общей пропускной способности канала. Обычно их бывает до двенадцати. Большее число линий (20-30) требует установки специализированных IP шлюзов, поддерживающих TDVoIP.

Для корпоративных потребителей с развитой структурой филиалов наибольший интерес представляют распределенные корпоративные сети, построенные на базе беспроводных сетей фиксированного доступа операторов. На рисунке 1.7 приведена упрощенная схема.

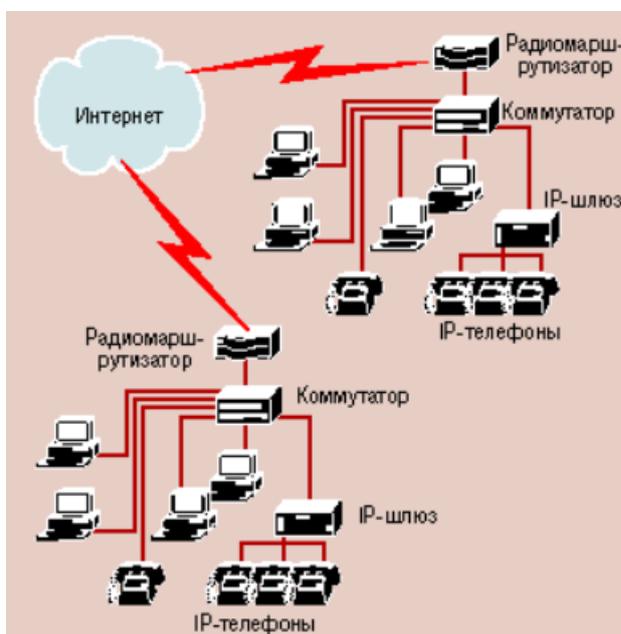


Рисунок 1.7- Корпоративная сеть с развитой филиальной структурой и общим номерным планом

Следует отметить, что беспроводная сеть может поддерживать любое количество удаленных подразделений компании. Кроме того, в рамках самой сети вполне допустимо комбинирование технических решений, применяемых в разных сегментах рынка. Примером может служить построение Wi-Fi на территории одного или нескольких удаленных подразделений компании для использования ее сотрудниками и гостями.

Не все существующие в настоящее время беспроводные технологии действительно мобильны. Например, довольно дешевую спутниковую связь, которая по карману даже частным лицам, мобильной не назовешь- не брать же с собой всюду немаленькую параболическую антенну.

Возможности GSM-сетей ограничены пропускной способностью. GPRS (General Packet Radio Service) с ее пиковыми скоростями в 53,6 кбит/с для приема и 26,8 кбит/с для передачи на практике оказывается довольно капризной, а сеть 3G весьма неспешно движется к потребителю и зачастую тоже неприемлема для передачи больших объемов информации. Крупнейший в Корее оператор мобильной связи SK Telekom предоставляет доступ к сетям 3G, работающим на скорости всего 256 кбит/с.

GPRS (пакетная радиосвязь общего назначения)- это стандарт беспроводной высокоскоростной связи, позволяющий обмениваться пакетными данными, например, электронной почтой или информационным наполнением web-сайтов,

по беспроводным телефонным сетям и Интернету. Технологию GPRS часто называют технологией поколения 2,5 (2,5G) (по аналогии с технологией беспроводной связи первого поколения (1G), применявшейся для связи аналоговых сотовых телефонов, а также технологией беспроводной связи второго поколения (2G), которая применяется в цифровых мобильных телефонах). Поддержка технологии GPRS реализована не только в мобильных телефонах: мобильные ПК также могут быть оборудованы адаптером GPRS, обеспечивающим подключение к Интернету.

Bluetooth- технология коротковолновой радиосвязи (2,4 ГГц), действующая на достаточно близком расстоянии (зачастую работает в пределах одной комнаты и не позволяет передавать данные на большие расстояния: подавляющее большинство Bluetooth-устройств ограничено радиусом действия 10-30 м) и упрощающая взаимодействие сетевых устройств друг с другом, а также доступ посредством сетевых устройств в Интернет. Эта технология упрощает синхронизацию данных между сетевыми устройствами и другими компьютерами.

Поскольку технология Bluetooth не предназначена для передачи больших объемов данных, она не подходит в качестве замены локальных или глобальных сетей.

1.4 Обоснование постановки задачи

Рассмотренные выше вопросы необходимости организации сети передачи данных между гостиничными комплексами г. Алматы, анализ и характеристика возможных и более перспективных способов ее организации можно сформулировать в задании на Организацию в следующем виде.

В дипломном проекте необходимо рассмотреть вопрос организации сети передачи данных между бизнес-центрами гостиничных комплексов города Алматы: Казахстан, Анкара, Отрар, Алма-Ата, Жетысу, Алатау, Астана, Достык, Амбассадор.

Организацию сети провести с использованием радиодоступа. Использовать технологию беспроводного Ethernet, оборудование Revolution 5000. На базе этого оборудования обеспечить быструю организацию качественной сети передачи данных. Предусмотреть возможность быстрого дальнейшего расширения сети, в зависимости от поступления заказов от других гостиничных комплексов на подключение к этой сети.

В проекте необходимо:

- в разделе характеристики оборудования дать подробное техническое описание выбранного оборудования;

- в разделе проектирования сети провести исследование разворачиваемой беспроводной сети и рассмотреть вопрос тестирования оборудования, разработать схему подключения бизнес центров гостиниц к сети.

- в разделе технического расчета провести расчеты энергетических параметров проектируемой сети;
- в разделе охраны труда рассмотреть вопросы безопасности СВЧ излучения оборудования при его обслуживании, молниезащиты антенн и защитного заземления оборудования;
- в разделе экономического обоснования проекта провести расчет основных экономических показателей проекта и срока его окупаемости.

2 Техническая характеристика выбранного оборудования

2.1 Радиомаршрутизаторы

Предлагается для проектируемой сети выбрать оборудование компании ComPTek- второе поколение высокоскоростных радиомаршрутизаторов Revolution 5000- серию 5000 mini.

Основа серии- новая аппаратная платформа, основанная на мощном процессоре IBM PowerPC с тактовой частотой 200-400 МГц.

Revolution 5000 mini работает в новом частотном диапазоне 5,25-5,35 ГГц. Это дает возможность операторам развивать существующие беспроводные сети, а также строить новые, предоставлять своим абонентам более скоростные каналы, новые сервисы, организовывать высокопроизводительные магистральные линии между базовыми станциями.

Применение новых алгоритмов обработки радиосигнала позволило повысить пропускную способность радиомаршрутизаторов Revolution более, чем в 4 раза, по сравнению с предыдущими моделями. В настоящий момент максимальная скорость в радиоканале составляет 54 Мбит/с. Таким образом, максимальная производительность шестисекторной базовой станции может достигать $54 \times 6 = 324$ Мбит/с.

Все функциональные возможности серий 2000 и 3000 получили свое продолжение и развитие в новой линейке радиомаршрутизаторов Revolution 5000. Применение более производительной аппаратной платформы позволяет операторам предоставлять новые сервисы абонентам- передачу трафика IP- телефонии, видеоконференций, а также быть уверенными в сохранности инвестиций, сделанных в построение беспроводной сети.

Радиомаршрутизаторы Revolution 5000 mini выпускаются в нескольких модификациях, что дает возможность операторам значительно экономить на стоимости абонентских устройств. В качестве оборудования базовой станции можно использовать устройства с максимальной производительностью, тогда как абонентам предлагать более дешевые, менее производительные модели.

Радиомаршрутизатор Revolution 5000 mini может применяться в качестве любого элемента сети- базовой станции, ретранслятора, абонента. На радиомаршрутизаторах можно строить надежные беспроводные сети произвольной конфигурации. Например, при выборе архитектуры MINT каждая абонентская станция может служить точкой ретрансляции для следующего абонента, что дает уникальную гибкость в построении и развитии сети, а также позволяет серьезно сэкономить на количестве базовых станций.

Радиомаршрутизаторы Revolution 5000 mini имеют всепогодное исполнение, уверенно работающее в условиях сурового климата. Устройство состоит из двух блоков- внешнего (для использования на улице) и внутреннего (для использования внутри помещений). Внешний блок монтируется в непосредственной близости от антенны. Внутренний блок обеспечивает электропитание

внешнего блока по кабелю и трансляцию сигналов Ethernet. Внешний и внутренний блоки оборудованы эффективной защитой внешних линий питания и передачи данных, что значительно снижает вероятность поражения самого Revolution 5000 mini и устройств, подключенных к нему, во время грозы.

Для упрощения технического обслуживания устройства Revolution снабжаются встроенной системой диагностики, выполняющей, в частности, мониторинг радиоканала. Все данные по результатам диагностики посылаются на специальный сервер статистики, на котором работает программа (как правило, unix script), опознающая тревожную информацию. Обнаружив данные о возможной неисправности, программа генерирует системное сообщение, которое посылается на консоль оператора. Причины ухудшения или исчезновения связи могут быть самые разные: ветром развернуло антенну, трактор задел кабель, какая-то неисправность в самом устройстве и др. В подобных случаях посылаемая ремонтная бригада в течение суток (или быстрее) восстанавливает связь.

Таблица 2.1- Описание модельного ряда маршрутизаторов

Модели	Характеристики
5000-O/5.3-18	Revolution 5000. 5,26-5,34 GHz, Radio 1x18Mbps, 10/100 Eth, Outdoor (-35°..+60°)
5000-O/5.3-24	Revolution 5000. 5,26-5,34 GHz, Radio 1x24Mbps, 10/100 Eth, Outdoor (-35°..+60°)
5000-O/5.3-36	Revolution 5000. 5,26-5,34 GHz, Radio 1x36Mbps, 10/100 Eth, Outdoor (-35°..+60°)
5000-O/5.3-54	Revolution 5000. 5,26-5,34 GHz, Radio 1x54Mbps, 10/100 Eth, Outdoor (-35°..+60°)
5000-O/5.3-18P200	Revolution 5000. 5,26-5,34 GHz, Radio 1x18Mbps, 10/100 Eth, Outdoor (-35°..+60°), up to 200 mW
5000-O/5.3-24P200	Revolution 5000. 5,26-5,34 GHz, Radio 1x24Mbps, 10/100 Eth, Outdoor (-35°..+60°), up to 200 mW
5000-OT/5.3-18	Revolution 5000. 5,26-5,34 GHz, Radio 1x18Mbps, 10/100 Eth, Outdoor (-50°..+60°)
5000-OT/5.3-24	Revolution 5000. 5,26-5,34 GHz, Radio 1x24Mbps, 10/100 Eth, Outdoor (-50°..+60°)
5000-OT/5.3-36	Revolution 5000. 5,26-5,34 GHz, Radio 1x36Mbps, 10/100 Eth, Outdoor (-50°..+60°)
5000-OT/5.3-54	Revolution 5000. 5,26-5,34 GHz, Radio 1x54Mbps, 10/100 Eth, Outdoor (-50°..+60°)
5000-OT/5.3-18P200	Revolution 5000. 5,26-5,34 GHz, Radio 1x18Mbps, 10/100 Eth, Outdoor (-50°..+60°), up to 200 mW
5000-OT/5.3-24P200	Revolution 5000. 5,26-5,34 GHz, Radio 1x24Mbps, 10/100 Eth, Outdoor (-50°..+60°), up to 200 mW

В Infinet уже разработано и готовится к выпуску управляющее ПО для Revolution, которое позволит получать статистику загрузки каналов, процессоров станций и т.д. в графическом виде. Но и системные сообщения, представляющие собой очень удобный механизм, конечно, тоже сохранятся [27].

Описание модельного ряда маршрутизаторов приведено в таблице 2.1.

2.2 Приемопередающая всенаправленная антенна Omni-5.3-10

Приемопередающая всенаправленная антенна Omni-5.3-10 типа «коллинеарная антенная решетка» (рисунок 2.1) используется для создания топологий радиосетей типа «точка-много точек». Всепогодное исполнение позволяет использовать эту антенну при температуре внешней среды от -40° до $+50^{\circ}$. Служит для организации базовых станций малого и среднего радиуса действия. Имеет разъем N-типа (Female). Технические характеристики антенны Omni-5.3-10 приведены в таблице 2.2.

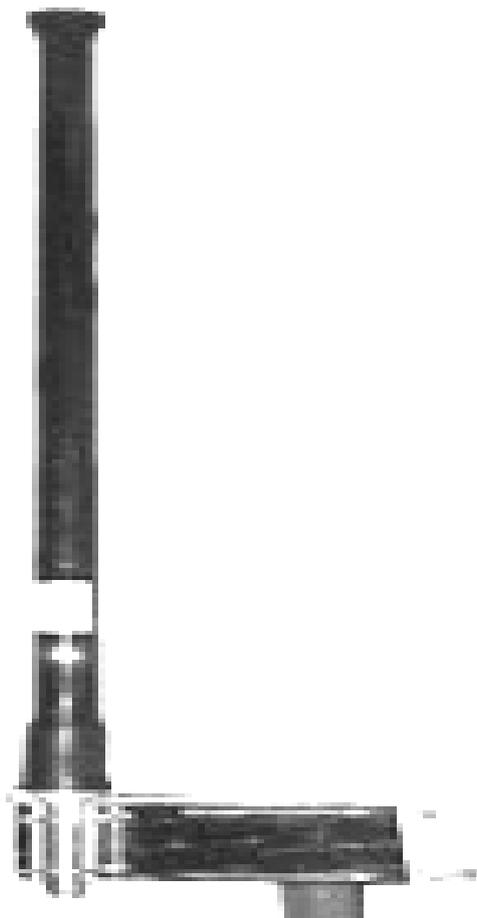


Рисунок 2.1- Вид всенаправленной антенны Omni-5.3-10

Таблица 2.2- Технические характеристики антенны Omni-5.3-10

Характеристики	Значения
1	2
Диапазон частот, МГц	5250÷5350
Коэффициент усиления, дБ	10,0
Максимальная подводимая мощность, мВт	200
Максимальная излучаемая мощность, мВт	190
Ширина диаграммы направленности:	
В вертикальной плоскости, градусов	8
В горизонтальной плоскости, градусов	360
Входное сопротивление, Ом	50
КСВ в рабочем диапазоне частот, не более	1,8
Коэффициент направленности	10
Масса, кг	0,5
Габаритные размеры: ширина-высота, см	3-80
Максимальная скорость ветра, км/час	160
Поляризация	вертикальная
Диапазон рабочих температур, °С	-40 ÷ +50
Разъем	розетка N типа
Тип антенны	коллинеарная
Гарантия	1 год

Диаграмма направленности антенны в вертикальной плоскости приведена на рисунке 2.2, частотные характеристики антенны- на рисунке 2.3.

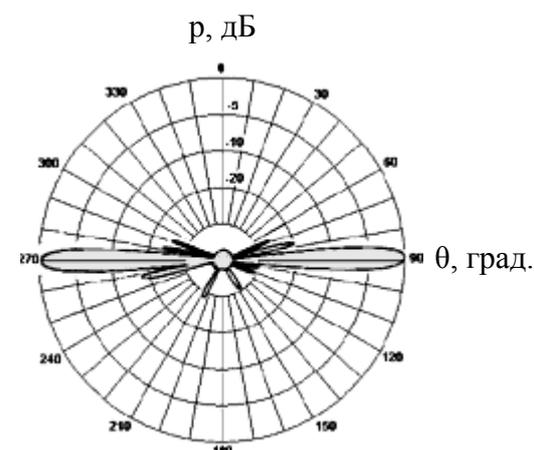


Рисунок 2.2- Диаграмма направленности антенны Omni-5.3-10

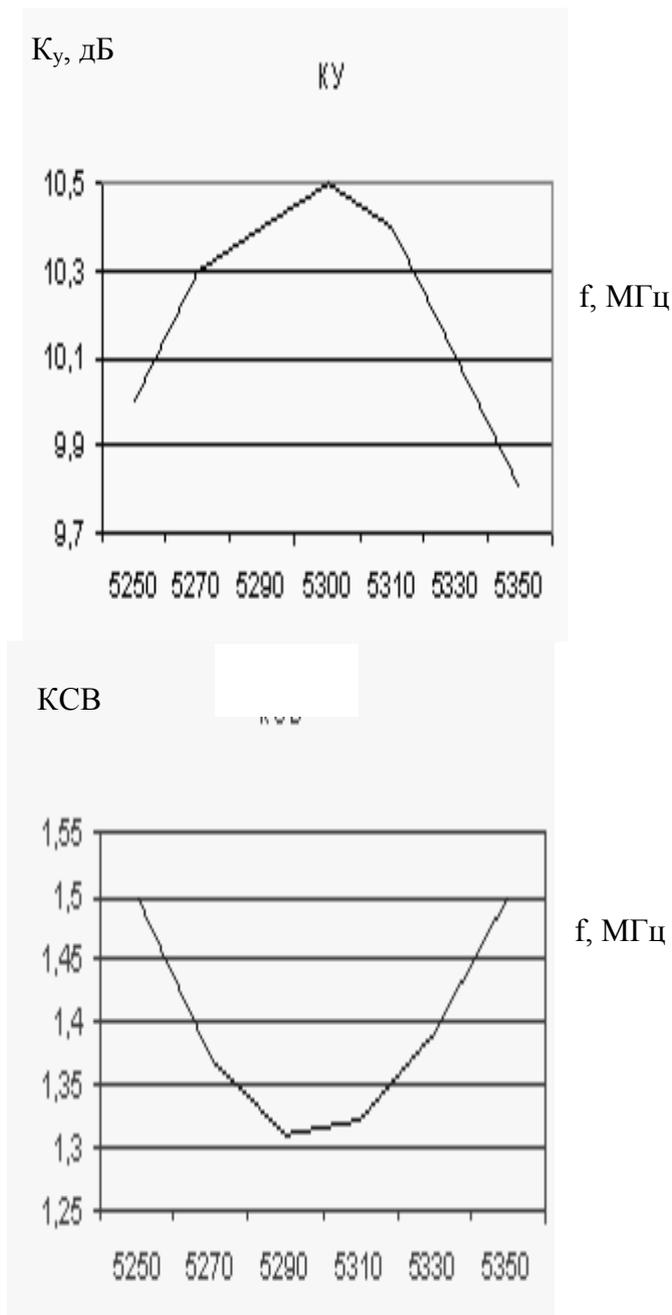


Рисунок 2.3- Частотные характеристики антенны Omni-5.3-10

Узконаправленная антенна ANT-5.2-24 предназначена для использования в аппаратуре передачи данных диапазона 5,25-5,35 ГГц в качестве приемо-передающей антенны. Высокий коэффициент усиления дает возможность применять данную антенну для подключения удаленных объектов и организации магистральных каналов. Антенна имеет небольшие размеры и легкокрасящееся покрытие, что способствует скрытому монтажу. Антенна крепится на вертикальную трубу диаметром 30-50 мм. Система крепления позволяет регулировать угол наклона антенны относительно трубы.

Диаграмма направленности антенны приведена на рисунке 2.4, технические характеристики антенны- в таблице 2.3.

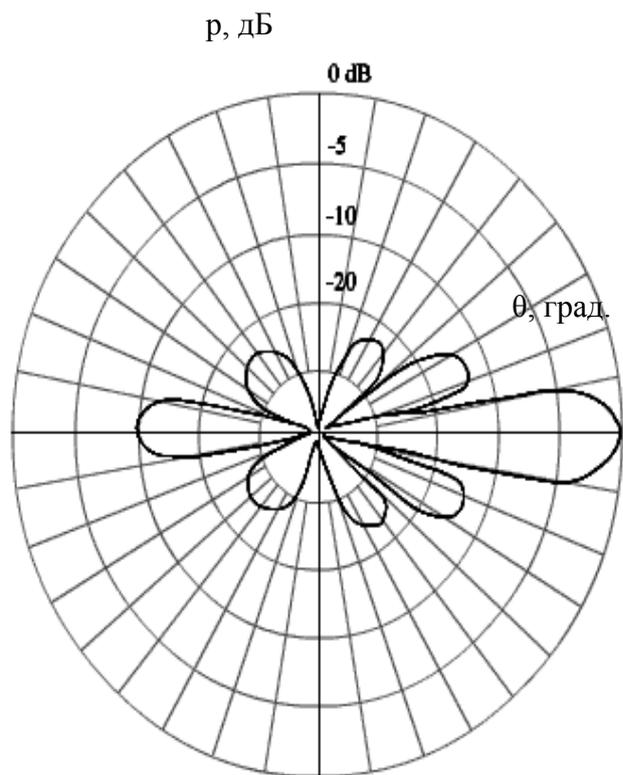


Рисунок 2.4- Диаграмма направленности антенны ANT-5.2-24

Таблица 2.3- Технические характеристики антенны ANT-5.2-24

Характеристики	Значения
Диапазон рабочих частот, МГц	5250÷5350
Максимальная излучаемая мощность, мВт	200
Коэффициент усиления, дБ	20÷24
Коэффициент направленности	30
Коэффициент стоячей волны	<1,5
Ширина диаграммы направленности, градусов	8
Уровень боковых лепестков, дБ	-12
Входное сопротивление, Ом	50
Разъем	N-типа Female
Поляризация	линейная
Вес антенны с креплением, кг	0,9
Размер антенны, см	38,5x38,5
Диаметр мачты для установки, мм	30÷40
Производство	Россия

Частотные характеристики антенны приведены на рисунке 2.5.

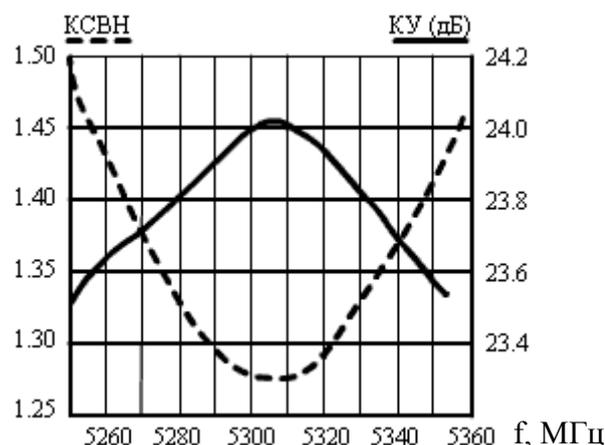


Рисунок 2.5 - Частотные характеристики антенны ANT-5.2-24

Антенный двунаправленный усилитель Манус-5202 предназначен для использования совместно с радиомодемами диапазона 5,15-5,35 ГГц, работающими в полудуплексном режиме, компенсации потерь в кабеле, увеличения дальности связи и повышения ее качества в условиях сильных внеполосных помех.

Усилитель имеет в своем составе встроенный фильтр-грозозащитник, обеспечивающий подавление внеполосных помех. Технические характеристики усилителя приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Технические характеристики усилителя MANUS-5202

Характеристики	Значения
Общие характеристики	
Диапазон рабочих частот, ГГц	5,15÷5,35
Режим работы	полудуплекс
Время переключения, мкс	0,5
Диапазон рабочих температур, °С	-40 ÷ +50
Напряжение питания (мин/макс), В	10,5/15
Ток потребления (мин/макс), А	0,15/0,8
Мощность переключения (пороговая), мВт	0,5
Вес усилителя/комплекта, кг	2 / 3,5
Передающий усилитель	
Усиление, дБ	30 ± 10 %
Выходная мощность, мВт	200 ± 10 %
Максимальная входная мощность, дБм	20
Автоматическая регулировка выходной мощности	есть
Приемный усилитель	
Усиление, дБ	34 ± 10 %
Коэффициент шума, дБ	3 ± 10 %
Адаптируемое усиление	есть

2.3 Основные возможности и характеристики оборудования

Основные возможности используемого оборудования:

- использование операционной системы реального времени WANFleX со сверхбыстрым аппаратом маршрутизации;
- универсальность системы. Возможность работы в качестве абонента и точки доступа;
- автоматическое тестирование каналов;
- автоматический выбор наилучшей базовой станции для регистрации по интегральному критерию качества канала;
- IP- роуминг;
- динамическая IP- маршрутизация;
- централизованная служба разрешения удалённого доступа RAPS;
- встроенная система диагностики;
- непрерывное отображение состояния каналов с абонентами;
- непрерывная индикация состояния качества канала с базовой станцией;
- мощный механизм автономного тестирования канала для наведения антенн;
- защита от несанкционированного подключения и доступа;
- разграничение скорости потоков по адресам сетей и/или абонентов;
- назначение приоритетов потокам;
- проверка на соответствие MAC и IP-адресов;

Таблица 2.5- Технические характеристики RWR-5000 micro

Характеристика	Значение
1	2
Исполнение	Всепогодное
Связь с кабельной сетью	10/100 Ethernet
Локальное управление	Консольный порт, RS-232
Рабочий диапазон частот, ГГц	5,25-5,35
Рабочие номиналы частот, МГц	5260, 5280, 5300, 5320, 5340
Максимальная производительность в радиоканале, Мбит/с	54
Метод кодирования	BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM
Пороговая чувствительность приемника, дБм	-90 ÷ -69
Мощность на антенном выходе, дБм	14 ÷ 17
Интерфейс с АФУ	N- type Female

- возможность сбора и отображения статистики по переповторам передачи и приема пакетов в радиосреде;

- возможность оценки радиочастотной обстановки (наличия сигналов) одновременно на нескольких частотных каналах;

- возможность передачи группы мелких пакетов в одном большом (Bursting);

- режим централизованной раздачи полномочий базовой станцией абонентам (Polling);

Рабочие частоты оборудования приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Рабочие частоты

Номер частоты	Значение центральной частоты, МГц
1	5260
2	5280
3	5300
4	5320
5	5340

- поддержка сетевого протокола управления (Simple Network Management Protocol, SNMP) версии 1 (MIB-II);

- возможность потокового сжатия информации для повышения эффективности радиоканала;

- автоматическая приоритезация VoIP-трафика.

Технические характеристики RWR-5000 micro приведены в таблице 2.5.

Энергетические параметры оборудования приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Энергетические параметры

Скорость передачи, кбит/с	Максимальная мощность на антенном выходе, мВт	Чувствительность приемника пороговая, дБм	Вид модуляции	Подавление соседнего канала, дБ	Минимальный уровень по шкале RWR, необходимый для получения максимальной скорости	Минимальное SNR, необходимое для получения максимальной скорости
6	60	- 90	BPSK	16	2	5
9	60	- 89	BPSK	15	3	8
12	60	- 87	QPSK	13	4	10
18	60	- 84	QPSK	11	5	13
24	60	- 81	16-QAM	8	6	16
36	40	- 78	16-QAM	4	7	19
48	30	- 73	64-QAM	0	8	22
54	6	- 69	64-QAM	- 1	9	25

Физические параметры оборудования приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 - Физические параметры

Параметры	Величина
Аппаратная платформа	CPU IBM PowerPC 200-400 MHz, 16MB DRAM
Габариты:	
- внешнего блока, мм	160x235x60
- внутреннего блока, мм	170x190x35
Крепление внешнего блока	На трубу диаметром 30-50 мм
Расстояние между внешним и внутренним блоками	До 100 м при применении витой пары (для прокладки на улице) категории 5 и выше
Интерфейсы СВЧ	Разъем N-типа Female (розетка)
Локальное управление	Консоль 2PM14КПН4Г
Интерфейс к внутреннему блоку	Разъем 2PMT18КПН7Ш
Вес:	
- внешнего блока, кг	2
- внутреннего блока, кг	2,5
Диапазон рабочих температур:	
- внешнего блока, °C	+35 ÷ +60/-50° ÷ +60 в версии ОТ
- внутреннего блока, °C	0 ÷ +40°
Энергопитание внутреннего блока	210-230 В, 50/60 Гц, 30 Вт

2.4 Типовые применения оборудования

Маршрутизаторы Revolution (рисунок 2.6) серии 5000 предназначены для использования в качестве абонентского устройства, а также организации точек ретрансляции.



Рисунок 2.6- Маршрутизаторы Revolution

Возможные схемы применения маршрутизаторов серии 5000 показаны на рисунках 2.7 и 2.8.

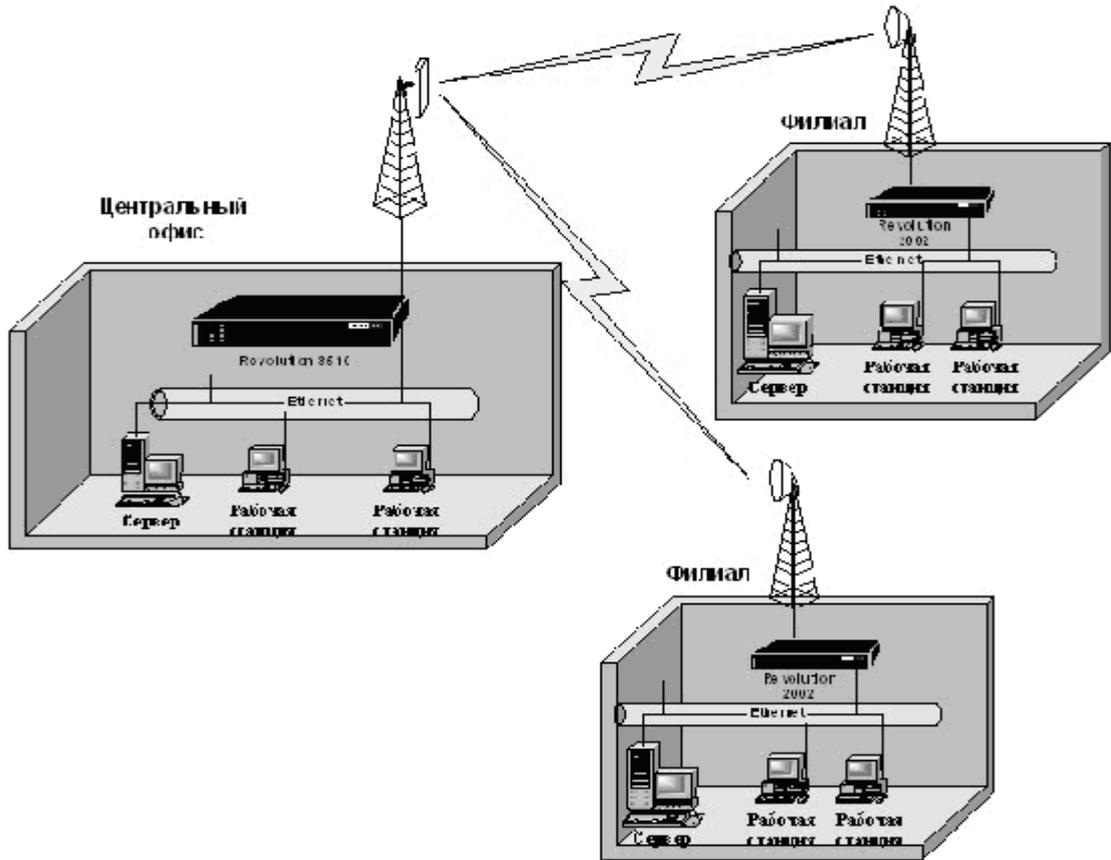


Рисунок 2.7- Применение RWR 500x в качестве клиентского устройства

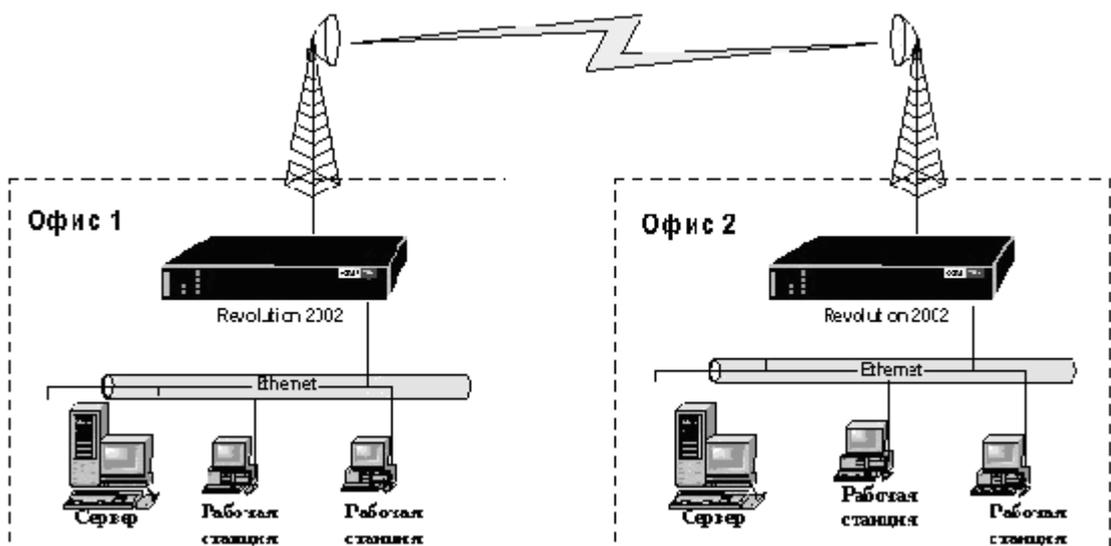


Рисунок 2.8- Организация канала точка-точка

Радиомаршрутизаторы Revolution могут использоваться для построения, как магистральных каналов, так и сотовых или микросотовых структур в рамках архитектуры SkyMAN/CA. Характерной особенностью архитектуры Revolution является то, что маршрутизатор может быть использован в качестве любого элемента беспроводной сети, в частности:

- абонентского устройства, соединяющего LAN абонента с WAN;
- точки доступа к сети для соединения абонентских устройств между собой в единую сеть;
- ретранслятора беспроводного канала для увеличения расстояния между абонентским устройством и точкой;
- доступа или обхода препятствия;
- магистралеобразующего устройства.

Настройка всех параметров устройства выполняется через удобный интерфейс. Для подключения необходимо знать параметры TCP/IP. По умолчанию, у устройства следующие настройки: IP адрес 192.168.2.1, маска подсети 255.255.255.0. Если компьютер, с которого выполняется настройка Revolution не находится в той же подсети, его необходимо настроить (потребуется указать IP адрес вида 192.168.2.X, маска подсети 255.255.255.0). В дальнейшем можно настроить устройство на использование другого IP адреса, но для этого необходимо подключиться к интерфейсу и изменить параметры LAN.

Revolution не поддерживает множественные административные подключения. При попытке такового будет предупреждение о том, что административный вход в систему выполнен с машины с указанным IP-адресом [13].

2.5 Безопасность данных

Стоит уделять особое внимание безопасности данных при беспроводной передаче. Здесь разработчики сделали большой шаг вперёд: кроме стандартной возможности использования WEP шифрования трафика с использованием ключей длиной до 128 бит (64 или 128) маршрутизатор поддерживает новый стандарт безопасности беспроводных сетей - WPA (Wi-Fi Protected Access) и средства аутентификации 802.1x (автоматическое распределение сертификатов сервером - обычно используется сервер RADIUS), что достаточно актуально сегодня. Причём, WPA может использовать не только 802.1x, но и PSK (Pre-Shared key). Имеется возможность совместного использования обоих средств безопасности: WEP и WPA, но в таком случае WEP будет слабым местом всей сети, поэтому такой вариант использоваться не будет.

Следует упомянуть о криптографической дыре в алгоритме шифрования WEP, из-за которой различные зашифрованные пакеты данных имеют сходство, достаточно для того, чтобы, захватив несколько таких пакетов, путём их анализа получить ключ шифрования. Стандарт WPA лишён этой проблемы и обеспечивает более высокую степень защиты данных. Этот стандарт предполагает

аутентификацию, шифрование и проверку целостности переданных данных. Краткие характеристики стандартов безопасности 802.11 представлены в таблице 2.9.

Таблица 2.9- Развитие стандартов безопасности 802.11

Стандарт безопасности	Краткая характеристика	Достоинства	Недостатки
WEP	Шифрование RC4, статичные ключи и необязательная идентификация пользователя	Обеспечение минимальной безопасности	Много дыр безопасности, необходимы дополнительные средства
WPA	Шифрование TKIP, динамичные ключи и идентификация пользователей с помощью EAP, RADIUS	Более надежный стандарт, совместимый с WEP; легко интегрируется с существующими WLAN решениями	Промежуточное решение, которое можно использовать до принятия спецификации 802.11i
802.11i	Шифрование AES, WRAP, управление ключами в стандарте 802.11i, обязательная идентификация пользователей	Криптостойкий стандарт, надежный механизм управления ключами	Требуется обновлять оборудование, полная несовместимость с существующими Wi-Fi адаптерами

Одним из важных шагов для предотвращения доступа злоумышленников к беспроводной сети должна быть фильтрация MAC адресов. В Revolution реализована, при этом список разрешенных MAC адресов может включать в себя до 32-х записей. Активизировав эту функцию и указав разрешённые MAC адреса, запрещается доступ к сети всем остальным.

На Revolution реализована функция обнаружения атак (Intrusion Detection), позволяющая определять и блокировать внешние атаки: IP Spoofing, Land Attack, Ping of Death, IP with zero length, Smurf Attack, UDP port loopback, Snork Attack, TCP null scan и TCP SYN flooding. Кроме того, можно запретить отсылку ответов на эхо-запросы PING, пришедшие на WAN порт. В случае обнаружения атаки устройство может известить системного администратора, используя электронную почту, или отреагировать на атаку самостоятельно.

Методы повышения защиты.

Рассмотренные возможности выбранного оборудования позволяют обеспечить требуемый уровень безопасности, но для этого необходимо в первую очередь изменить заводские установки, а именно:

- изменить пароль администратора, установленный по умолчанию;

- активизировать фильтрацию по MAC-адресам;
- запретить широковещательную рассылку идентификатора сети (SSID);
- изменить SSID, установленный по умолчанию, и периодически изменять его;
- активизировать функции WEP;
- периодически изменять WEP-ключи;
- активизировать функции WPA;
- установить и настроить персональные межсетевые экраны и антивирусные программы у всех зарегистрированных абонентов;
- выполнить настройку фильтрации трафика на телекоммуникационном оборудовании и межсетевом экране;
- организовать резервное копирование ПО и конфигураций оборудования;
- периодически проводить мониторинг защищенности беспроводной сети с помощью специализированных программ;
- уменьшить зону радиопокрытия (разумеется, до минимально приемлемой). В идеале зона радиопокрытия сети не должна выходить за пределы контролируемой территории [22].

Использование VPN (Virtual Private Network).

Оптимальное решение проблемы является в использовании технологии защищенных частных виртуальных сетей (VPN). Внедрение технологии VPN для обеспечения конфиденциальности и целостности информации, циркулирующей в беспроводной сети, находится в соответствии с требованиями казахстанского законодательства и руководящих документов.

Хотя сама по себе технология защищенных частных виртуальных сетей способна обеспечить жесткую авторизацию пользователя по его цифровому сертификату формата X.509, ее не следует рассматривать как альтернативу решениям на базе протокола 802.1x, это взаимодополняемые решения. Средства VPN обеспечивают защиту на сетевом уровне, а механизмы, реализующие протокол 802.1x, позволяют предотвратить несанкционированный доступ к беспроводной сети на более раннем этапе.

Такая схема помогает построить многоэшелонную защиту. Авторизуя пользователей по протоколу 802.1x, убеждаемся, что имеем дело с легальным пользователем корпоративной WLAN. Реализуя дополнительную авторизацию средствами VPN, понимаем, что допускаем к работе с конфиденциальными ресурсами только тех пользователей, которые имеют на это право. Кроме того, путем активизации функций межсетевого экранирования на VPN-шлюзах можно назначать различные права доступа внутри группы пользователей, имеющих доступ к конфиденциальной информации.

Технология виртуальных частных сетей, известная также под названием VPN, была разработана для безопасного соединения клиентских систем с серверами по общедоступным каналам Интернета. Для этого в технологии VPN используются мощные, хорошо зарекомендовавшие себя с точки зрения надежности механизмы аутентификации и шифрования. Фактически VPN-соединения

представляют собой туннель между двумя конечными точками, защищающий от вторжения, проходящие по каналам Интернета пакеты.

В процессе установки VPN-соединения создаются индивидуальные безопасные каналы между конечными устройствами и шлюзом VPN, которые в случае сетей стандарта 802.11a/b/g располагаются непосредственно за устройством беспроводного доступа. По существу, каждый клиент сети связывается с устройством доступа по отдельному туннелю VPN. Пакеты, направляющиеся по беспроводной сети от одного конечного устройства к другому, проходят через туннель VPN передающей системы в устройство доступа и выходят за пределы шлюза VPN. Затем пакеты передаются по кабельной локальной сети к другому шлюзу VPN, где они шифруются перед передачей системе-получателю через другое устройство беспроводного доступа. Установив за устройствами доступа сети стандарта 802.11a/b/g шлюзы VPN, можно быть уверенным в защищенности любых сообщений, проходящих по радиоканалу.

Основу системы безопасности VPN составляет протокол обмена Интернет ключами (Internet Key Exchange- IKE), входящий в состав набора протоколов IPSec (сокращение от IP Security) и предусматривающий три метода аутентификации для защиты данных и каналов связи. Этот протокол позволяет кодировать заголовки и содержимое пакетов с помощью ключа, обеспечивая практически абсолютную безопасность линии связи. В соответствии с протоколом IKE пакеты шифруются с помощью секретного ключа, заранее известного обеим сторонам, или с помощью стандартного открытого ключа. Кроме того, IKE поддерживает использование цифровых сертификатов, создаваемых такими специализированными организациями, как VeriSign, и обеспечивающих еще более высокий уровень защиты.

Технологии VPN уже получили широкое признание среди компаний, предоставляющих удаленный сетевой доступ по общедоступным каналам Интернета. VPN создает защищенный канал передачи данных между системами и позволяет организациям отказаться от дорогостоящих модемных пулов, традиционно использовавшихся для обеспечения прямого доступа к сети. По мере распространения широкополосного доступа в Интернет, технологии VPN позволят существенно повысить скорость и устойчивость доступа к удаленным сетям.

Однако платой пользователя за внедрение технологии VPN становятся:

- снижение общей пропускной способности сети. По опыту реализованных проектов при использовании в протоколах семейства IPSec сертифицированных криптоядер снижение производительности составляет от 20 до 30 %;

- в случае подключения к беспроводной сети карманных компьютеров (PDA) и/или беспроводных IP-телефонов найти VPN-агента и криптографическое ядро для этих аппаратных платформ достаточно проблематично. Поэтому на данном этапе будет правильно применять к этим устройствам доступа политику безопасности, исключаяющую их взаимодействие с конфиденциальными ресурсами банка.

3 Построение беспроводной сети

3.1 Проведение исследований

Перед развертыванием беспроводной сети необходимо провести исследование на месте. Для определения зон покрытия при создании беспроводных сетей, в настоящее время используются два основных подхода- экспериментальный и расчетный. Расчетный требует специального программного обеспечения и серьезного анализа (с точки зрения геометрии помещений, материалов стен и перекрытий и т.д.), но все равно необходимо проводить экспериментальную проверку и, при надобности, корректировать топологию системы (например, при выявлении зон неуверенного приема сигнала или недостаточного перекрытия зон действия базовых станций).

На практике многое зависит от опыта специалистов-установщиков. Можно либо сразу наметить места установки с хорошим перекрытием либо нужно сначала «прощупать» все с помощью специального прибора и компьютера. Это делается в целях экономии, поскольку позволяет избежать установки лишнего оборудования.

Процесс исследования включает в себя:

- анализ карты местности и структурных элементов;
- оценку зоны распространения радиосигнала, включая выбор зон установки компонентов для обеспечения минимальной потери сигнала, определение оптимальной схемы размещения точек доступа и антенн;
- оценку интерференции каналов, включая тестирование для обеспечения отсутствия перекрытия радиопередач;
- выбор положения антенны, включая положения всенаправленной антенны и направленной антенны;
- определение приема, в том числе преодоление интерференции и затухания сигнала посредством размещения в определенных местах нескольких антенн;
- оценку электрических систем, в том числе оценка альтернатив подключения точки доступа к электросети для предотвращения деградации производительности в связи со случайными или неизбежными электрическими проблемами.

Для того чтобы обеспечить зону покрытия, расположению беспроводного устройства Revolution, следует уделить особое внимание. К месту его установки должны быть подведены все необходимые кабели. Причём чем выше место, в котором располагается передатчик, тем больше радиус действия.

Если же окажется так, что всё равно недостаточно зоны покрытия, обеспечиваемой данным устройством, его можно модернизировать. Для увеличения площади покрытия можно заменить стандартные антенны либо на антенны с большим коэффициентом усиления, либо на направленные (секторные). Каких либо серьёзных ограничений по вентиляции и температуре для местоположения устройства нет, так как исполнение выносного блока всепогодное.

3.2 Тестирование производительности оборудования

В месте проведения тестирования другого беспроводного оборудования стандартов 802.11 a ,b или g не было, равно как и других устройств, работающих в диапазоне 5,25-5,35 ГГц. При тестировании использовались следующие конфигурации:

- процессор AMD Athlon 1000;
- память 256 Мб SDRAM;
- проводной гигабитный сетевой адаптер;
- беспроводной сетевой адаптер стандарта 802.11g;
- операционная система Windows 2000 с установленным SP4;
- значения «качество сигнала» полученные с помощью утилиты SMC.

Конфигурации работали с тестируемым устройством напрямую, без каких либо промежуточных устройств. Для тестирования использовалась утилита NetIQ Chariot [23].

Беспроводная часть.

Условия тестирования производительности:

- шифрование WEP: выключено;
- скорость передачи: автоматическая;
- энергосбережение: выключено.

Результаты беспроводной производительности 802.11g при передаче 1 Мбайт данных представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1- Производительность беспроводной части Revolution

Условия	Качество сигнала, %	Скорость передачи, Мбит/с	Время реакции (10 итераций пакетов по 100 байт), мс	Пропускная способность UDP, кбит/с	Потеря данных потока UDP, %
Условие 1	100	23,59 без WEP 23,47 с WEP	1 (ср.), 3 (макс.)	499	0
Условие 2	75	22,551	1 (ср.), 4 (макс.)	499	0
Условие 3	55	19,062	2 (ср.), 6 (макс.)	497	1
Условие 4	25	5,957	4 (ср.), 76 (макс.)	443	6

Ниже представлены диаграммы, выданные утилитой NetIQ Chariot для условий 1 и 4 (рисунки 3.1 и 3.2).

Скорость передачи больших объемов данных оказалась на уровне других устройств данного стандарта- выше 20 Мбит/с, но ниже 25 Мбит/с. По результатам тестирования скорости при включенном шифровании WEP и при выключенном

ченном, стоит отметить, что существенной разницы не замечено. Получившееся различие можно отнести к погрешности измерений.



Рисунок 3.1- Тестирование беспроводной части при условии 1 (без WEP)

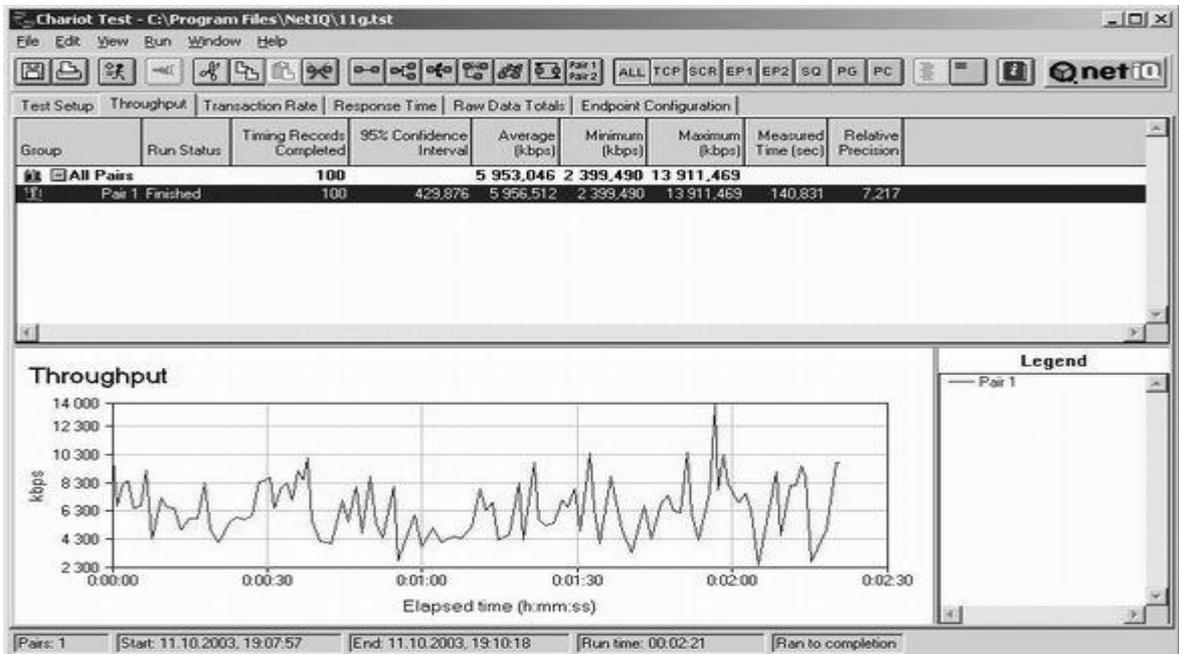


Рисунок 3.2 - Тестирование беспроводной части при условии 4

Таким образом, шифрование WEP практически не сказывается на производительности сети и его рекомендуется использовать для обеспечения хотя бы минимальной защиты сети в целом.

Встроенный коммутатор.

Для данного тестирования использовалось два компьютера, оборудованные 100-мегабитными сетевыми адаптерами Ethernet. Компьютеры располагались в сегменте LAN и были подключены непосредственно к портам устройства, поэтому скорость маршрутизации, а также внешние параметры никак не повлияли на результат этого тестирования (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 - Тестирование производительности коммутации

Средняя скорость составила 75,512 Мбит/с. Такой показатель скорости характерен для стамегабитного сетевого оборудования, поэтому встроенный коммутатор данного оборудования отвечает нормам сетевого коммутационного оборудования.

Маршрутизация.

При тестировании к маршрутизатору Revolution были подключены только машины, при помощи которых проводилось тестирование. Беспроводная часть также отключена. Размер передаваемых данных составил 1 Мбайт. Результаты теста производительности представлены в таблице 3.2.

Как видно по значениям, представленным в таблице, скорость маршрутизации Revolution является более чем достойной для устройств такого класса. Она оказалась немного выше для направления LAN-WAN (рисунок 3.4), но, как видно, разница минимальна.

Таблица 3.2- Производительность маршрутизации Revolution

Описание теста	Скорость передачи, Мбит/с	Время ответа (10 итераций по 100 байт), мс	Поток UDP. Актуальная пропускная способность, кбит/с	Поток UDP. (Потерянных данных), %
WAN-LAN	34,3	1 (сред.) 5 (макс.)	498	0
LAN-WAN	37,5	1 (сред.) 4 (макс.)	499	0



Рисунок 3.4- Тестирование маршрутизатора в направлении LAN-WAN

Шифрование. При проведении тестирования выяснилось, что пропускная способность оказалась ниже при использовании WPA шифрования и почти не изменилась при WEP (таблица 3.3).

Таблица 3.3- Зависимость скорости работы от режима работы сети

Режим	Скорость, Мбит/с
Без шифрования	23,590
Шифрование WEP	23,465
Шифрование WPA	18,138

Для наглядности на рисунке 3.5 приведена диаграмма теста.



Рисунок 3.5 - Тестирование беспроводной части (Шифрование WPA)

Таким образом, если скорость незащищённого соединения принять за 100%, скорость соединения при использовании шифрования WEP будет около 99,5%, а скорость при использовании WPA- 76,9%. Цена надёжной защиты составляет 23,1% пропускной способности сети. Однако стоит отметить, что при проникновении в сеть злоумышленника можно понести не только нежелательную утечку данных, но и то же самое, а может даже большее снижение пропускной способности.

Результаты.

Тестирование всех моделей оборудования, в том числе и выбранного нами, проводилось самим производителем. Процесс тестирования выбранного оборудования приведён выше.

Результаты тестирования следующие:

- производительность встроенного коммутатора оказалась очень хорошей. В целом пропускная способность была стабильна, за исключением двух кратковременных падений, которые, произошли не по вине коммутатора;
- скорость маршрутизации оказалась более чем достаточна, измерялась скорость маршрутизации при передаче данных с внешнего интерфейса на внутренних;

- так как предполагается использование защищенной беспроводной сети, с использованием шифрования WPA, средняя пропускная способность Revolution составит 18 Мбит/с. Такая скорость позволит работать до 20 очень активным пользователям, постоянно использующих сеть и работающих с большими файлами [23].

3.3 Расчёт энергетических параметров

Расчёт затухания. Основная особенность радиолиний связи- затухание радиосигнала на участках линии. Кроме этого, радиосигнал претерпевает случайные изменения вследствие поглощения радиоволн в атмосфере (дождь, снег, туман), их рефракции и деполяризации, фарадеевского вращения плоскости поляризации. На приёмные устройства воздействуют помехи в виде излучений космоса, Солнца, Земли и др. планет.

Правильный и точный учет всех особенностей радиосвязи позволяет выполнить оптимальное Организация системы связи, обеспечить её надежную работу в наиболее сложных условиях и в то же время исключить излишние энергетические затраты, приводящие к неоправданному усложнению аппаратуры.

Для того чтобы рассчитать затухание энергии сигнала в свободном пространстве, необходимо знать частоты, через которые будет работать сеть.

Полное затухание радиосигналов в линиях радиосвязи определяется потерями в свободном пространстве W_0 и дополнительными потерями $W_{дон}$, обусловленными особенностями функционирования систем радиосвязи:

$$W = W_0 + W_{дон}, \text{ дБ} \quad (3.1)$$

Потери энергии радиоволн при распространении в свободном пространстве определяются в соответствии с выражением:

$$W_0 = 20 \lg \left(\frac{4 \cdot \pi \cdot R_r}{\lambda} \right), \text{ дБ} \quad (3.2)$$

где R_r - расстояние между точкой приёма и передачи, м;

$\lambda = c/f$ - длина волны, м;

$c = 3 \cdot 10^8$ м/с- скорость света;

f - частота сигнала, Гц.

Дополнительное затухание радиосигнала на участках радиолинии $W_{дон}$ зависит от многих факторов, проявляющихся независимо друг от друга и может быть представлено в виде суммы:

$$W_{\text{дон}} = W_a + W_o + W_n + W_n \quad (3.3)$$

где W_a - затухание в атмосфере без осадков, дБ;
 W_o - затухание в осадках, дБ;
 W_n - затухание, учитывающее неточность наведения антенн, дБ;
 W_n - затухание за счет деполяризации сигнала в среде распространения, дБ.

Потери энергии радиосигнала в атмосфере без осадков не зависят от времени (имеют место в течение 100% времени работы радиолинии) и определяются по графикам (рисунок 3.6) в зависимости от частоты радиосигнала и угла места антенны.

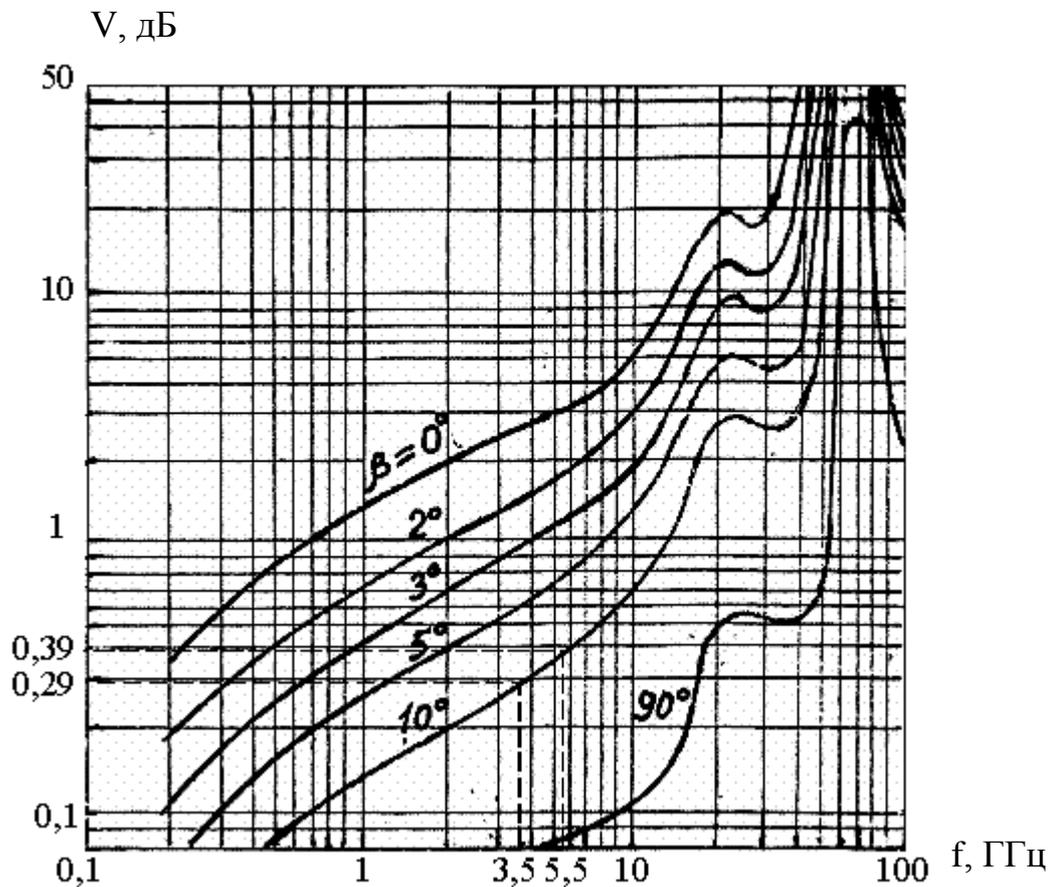


Рисунок 3.6 - Графики для определения затухания радиосигнала в атмосфере без осадков

Если угол места для антенн установленных в городе Алматы составляет $30,74$ (рассчитано в программе «Orbitron»), то есть $\beta^\circ \geq 10^\circ$, то значения потерь энергии принимаются для кривой $\beta^\circ = 10^\circ$, тем самым заранее зависив потери

энергии радиосигнала в атмосфере без осадков. Однако неточность составит не более 0,1 дБ, следовательно на точность расчёта не повлияет [10].

Затухание сигнала в осадках W_o зависит от вида осадков (дождь, снег, туман), размеров зоны их выпадения, интенсивности осадков в зоне и т.д. Как показывает практика, величина затухания сигнала в осадках от 1,5 до 3 дБ.

Дополнительное затухание сигнала за счет неточного наведения антенн W_n обусловлено рефракцией радиоволн. Угловое отклонение, вызванное рефракцией, составляет несколько десятых долей градуса и может быть скомпенсировано при наведении антенн по максимуму сигнала. При других методах наведения с учетом погрешностей конструкции устройства наведения можно принять $W_n=1$ дБ. Затухание за счет деполяризации сигнала в среде распространения – при линейной поляризации не более 0,5 дБ.

По карте города Алматы найдем расстояния от выбранных мест установки точек доступа к сети (промежуточные пункты) и местом установки основного оборудования сети (гостиница Анкара, с самой большой высотой для установки всенаправленной антенны).

Расстояния между местом установки и подключаемыми объектами приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Расстояния между объектами подключения

Названия объектов подключения (гостиниц)	Расстояния между промежуточными пунктами и местом установки, км
1 Алма-Ата - Анкара	3,1
2 Казахстан - Анкара	3,7
3 Амбассадор - Анкара	4,2
4 Жетысу - Анкара	4,5
5 Астана - Анкара	0,7
6 Алатау - Анкара	2
7 Отрар - Анкара	4,35
8 Хаятт Ридженси - Анкара	1
9 Достык - Анкара	2,6

Рассчитаем длину волны.

Так как рабочий диапазон частот составляет 5,25-5,35 ГГц, примем $f=5,5$ ГГц, заранее завывсив потери энергии радиоволн в свободном пространстве:

$$\lambda=3 \cdot 10^8 / 5,5 \cdot 10^9 = 0,545 \cdot 10^{-1} = 0,055 \text{ м}$$

Определим затухание сигнала на участках по формулам (3.2) и (3.3):

- Алма-Ата - Анкара:

$$W_0 = 20\lg\left(\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 3,1 \cdot 10^3}{0,055}\right) = 56,9 \text{ дБ}$$

$$W_{\text{дон}} = W_a + W_d + W_n + W_n = 0,1 + 1,5 + 1 + 0,5 = 3,1 \text{ дБ}$$

$$W = W_0 + W_{\text{дон}} = 56,9 + 3,1 = 60 \text{ дБ}$$

- Казахстан - Анкара:

$$W_0 = 20\lg\left(\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 3,7 \cdot 10^3}{0,055}\right) = 58,5 \text{ дБ}$$

$$W = 58,5 + 3,1 = 61,6 \text{ дБ}$$

- Амбассадор - Анкара:

$$W_0 = 20\lg\left(\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 4,2 \cdot 10^3}{0,055}\right) = 59,6 \text{ дБ}$$

$$W = 59,6 + 3,1 = 62,7 \text{ дБ}$$

- Жетысу - Анкара:

$$W_0 = 20\lg\left(\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 4,5 \cdot 10^3}{0,055}\right) = 60,2 \text{ дБ}$$

$$W = 60,2 + 3,1 = 63,3 \text{ дБ}$$

- Астана - Анкара:

$$W_0 = 20\lg\left(\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 0,7 \cdot 10^3}{0,055}\right) = 44 \text{ дБ}$$

$$W = 44 + 3,1 = 47,1 \text{ дБ}$$

- Алатау - Анкара:

$$W_0 = 20\lg\left(\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 10^3}{0,055}\right) = 53,2 \text{ дБ}$$

$$W = 53,2 + 3,1 = 56,3 \text{ дБ}$$

- Отрар - Анкара:

$$W_0 = 20 \lg \left(\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 4,35 \cdot 10^3}{0,055} \right) = 59,9 \text{ дБ}$$

$$W = 59,9 + 3,1 = 63 \text{ дБ}$$

- Хаятт Ридженси - Анкара:

$$W_0 = 20 \lg \left(\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 10^3}{0,055} \right) = 47,2 \text{ дБ}$$

$$W = 47,2 + 3,1 = 50,3 \text{ дБ}$$

- Достык - Анкара:

$$W_0 = 20 \lg \left(\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 2,6 \cdot 10^3}{0,055} \right) = 55,3 \text{ дБ.}$$

$$W = 55,3 + 3,1 = 58,4 \text{ дБ.}$$

Расчёт мощности передатчиков.

Мощности передатчиков можно определить в соответствии с уравнением энергетического баланса [5]:

$$\left| P_{\text{прд}} \right| = \left| P_{\text{прм}} \right| - W - \Delta P + \left| G_{\text{анпр}} \right|, \text{ дБ} \quad (3.4)$$

где $P_{\text{прд}}$ - мощность сигнала на выходе передатчика, дБ;

$G_{\text{анпр}}$ - усиление антенны, дБ; W - полное затухание, дБ;

$P_{\text{пр}}$ - средний уровень сигнала на входе приёмника при $p_{\text{ош}}$ не хуже 10^{-9} ; $\Delta P = 10$ дБ- технологический запас по мощности.

Полученную мощность в децибелах необходимо перевести в ватты.

Из приведённых технических характеристик принимаем:

- $P_{\text{прм}} = -69$ дБ;

- $W = 63,3$ дБ- затухание для наихудшего варианта связи;

- $G_{\text{анпр}} = 10$ дБ- усиление всенаправленной антенны;

- $G_{\text{анпр}} = 20$ дБ- усиление узконаправленной антенны.

Мощность передатчика промежуточного пункта при использовании всенаправленной антенны:

$$P_{np\partial} = 69 - 63,3 - 10 + 10 = 5,7 \text{ дБ, что соответствует мощности } 3,7 \text{ мВт.}$$

Мощность передатчика удалённого пункта при использовании узконаправленной антенны:

$$P_{np\partial} = 69 - 63,3 - 20 + 10 = 4,3 \text{ дБ, что соответствует мощности } 2,7 \text{ мВт.}$$

Из технических характеристик маршрутизатора видно, что мощность передатчика составляет 200 мВт, а расчётные значения: 3,7 мВт и 2,7 мВт, что доказывает возможность применения данного оборудования.

Произведём расчёт коэффициентов полезного действия и проверочный расчёт коэффициентов усиления антенн.

Коэффициентом полезного действия η называется отношение излучаемой мощности к мощности, подводимой к антенне [5]:

$$\eta = P_{\Sigma} / P_0 \quad (3.5)$$

где P_{Σ} - мощность, излучаемая антенной;

P_0 - мощность, подводимая к антенне.

Для всенаправленной антенны:

$$\eta = 190/200 = 0,95$$

Для узконаправленной антенны:

$$\eta = 200/200 = 1$$

Коэффициентом усиления ε называется отношение квадрата модуля напряжённости поля, создаваемого идеальным изотропным излучателем ($\eta = 1$):

$$\varepsilon = D \cdot \eta \quad (3.6)$$

где D - коэффициент направленности;

η - коэффициент полезного действия.

Для всенаправленной антенны:

$$\varepsilon = 10 \cdot 0,95 = 9,5 \text{ дБ}$$

Для узконаправленной антенны:

$$\varepsilon = 20 \cdot 1 = 20 \text{ дБ}$$

Из расчётов видно, что приведённые технические характеристики практически совпадают с расчётными.

Расчёт шумовой температуры.

Приемное устройство СВЧ может характеризоваться некоторыми энергетическими параметрами: реальной чувствительностью, пороговой чувствительностью, коэффициентом шума, шумовой температурой и эффективной температурой. Все эти параметры, как известно, имеют определенную связь между собой. Три последних из них характеризуют линейную часть приемного устройства от антенны до детектора. В системах радиосвязи наибольшее распространение получили два последних параметра.

Шумовая температура T_u оценивает внутренние шумы линейной части приемника, пересчитанные на его вход. Она может быть выражена через коэффициент шума n_u следующим образом:

$$T_u = T_0 \cdot (n_u - 1) \quad (3.7)$$

где T_0 - абсолютная температура среды, в которой работает приемник.

Чем ниже шумовая температура приемника, тем выше его чувствительность. Так как основной вклад в шум приёмного устройства вносит первый каскад, т.е. МШУ (малозумящий усилитель), то коэффициент шума МШУ будет ненамного меньше коэффициента шума всего приёмного устройства. А таким МШУ может служить параметрический усилитель на полупроводниковых диодах ($n_u = 2,7$) [6].

Так как рабочий диапазон температур составляет примерно $-40 \div +50$ °С, то получим:

$$T_u = -40 \cdot (2,7 - 1) = |68| \text{ дБ/К}$$

$$T_u = +50 \cdot (2,7 - 1) = |85| \text{ дБ/К}$$

Шумовая температура составляет диапазон от 68 до 85 дБ/К.

Для характеристики энергетического потенциала приемного устройства используют понятие добротности:

$$\frac{G}{T} = 10 \cdot \lg \left(\frac{G_{Ai\partial i}}{T_{\phi i}} \right) = G_{Ai\partial i} - 10 \cdot \lg T_{\phi} , \quad (3.8)$$

где G_{Annpr} - усиление антенн, дБ;
 $T_{ш}$ – шумовая температура К.

Для всенаправленной антенны:

$$\frac{G}{T} = 10 - 10 \cdot \lg 85 = |9| \text{ дБ/К}$$

Для узконаправленной антенны:

$$\frac{G}{T} = 24 - 10 \cdot \lg 85 = |4,8| \text{ дБ/К}$$

3.4 Состав оборудования

Оборудование промежуточной станции состоит из:
 - всенаправленной антенны типа Omni-5.3-10;

Таблица 3.5- Спецификация оборудования станций

№ п/п	Наименование объекта (гостиниц)	Всенаправленная антенна типа Omni-5.3-10	Узконаправленная антенна типа ANT-5.2-24	Усилитель типа MANUS-5202	Радиомаршрутизатор	Блок питания
1	Алма-Ата		1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
2	Анкара	1 шт.		1 шт.	1 шт.	1 шт.
3	Казахстан		1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
4	Амбассадор		1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
5	Жетысу		1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
6	Астана		1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
7	Алатау		1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
8	Отрар		1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
9	Хаятт Ридженси		1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
10	Достык		1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.

- усилителя типа MANUS-5202;
- радиомаршрутизатора;
- блока питания.

Оборудование базовой и удалённых станций состоит из:

- узконаправленной антенны типа ANT-5.2-24;
- усилителя типа MANUS-5202;
- радиомаршрутизатора;
- блока питания.

Исходя из полученных данных составим спецификацию оборудования станций (таблица 3.5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Организация беспроводной сети имеет следующие главные цели:

- обеспечение требуемого территориального охвата;
- достижение требуемой скорости и канальной емкости с эффективным использованием радиоспектра;
- достижение высокого качества обслуживания;
- доведение до минимума количества сетевых элементов и оптимизация издержек на сеть.

Организация беспроводной сети является, на самом деле, процессом, направленным на нахождение оптимального равновесия между противоречивыми требованиями. Например, для обеспечения идеальной зоны уверенного приёма проектировщику требуется предусмотреть соответствующее количество сетевых элементов, что, с другой стороны, может обойтись слишком дорого для оператора. Поэтому, нахождение правильного равновесия между этими требованиями крайне важно и здесь необходимо иметь опыт и хорошие знания о местном рынке.

Организация беспроводной сети решает следующие задачи на разных этапах этого процесса:

- расчёт сетевых элементов на этапе планирования;
- Организация сети и измерения на этапе развёртывания строительства;
- проверка сети (проверка качества) и оптимизация сети на этапе опытной эксплуатации;
- регулярное тестирование и настройка в период эксплуатации;
- Организация этапов расширения.

Анализ проектирования таких сетей в разных странах, показывает, что большая часть работ по проектированию продолжается вестись и после пуска сети, даже на этапе уже самой эксплуатации. Многие ключевые факторы качества сети тесно связаны с Организацией. Так как клиенты сетей требуют всё более высокого качества, а конкуренция за рынок ожесточается, операторы просто не могут позволить себе принимать плохо спроектированную сеть. Поэтому инвестиции в более хорошее и тщательное Организация сети необходимы и обещают в перспективе значительную отдачу.

В заключение хотелось бы отметить, что спроектированная беспроводная сеть передачи данных между бизнес-центрами гостиничных комплексов г. Алматы полностью удовлетворит всем требованиям гостиниц по качеству и объёму передаваемых данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Закон РК «О связи».- Астана: 2004, № 567- 158 с.
- 2 Закон РК «Об охране труда» от 11.12. 2000 года за № 298- 105 с.
- 3 Закон РК «Об охране окружающей среды» от 22 января 1993 года за № 1915-12- 75 с.
- 4 Казахская энциклопедия.- Алматы, 2002- 160 с.
- 5 Радиорелейные и спутниковые системы передачи. Под ред. А.С. Немировского.- М.: Радио и связь, 1985- 215 с.
- 6 Фалько А.И. Основы радиоприёма: Учебное пособие.- Новосибирск: СибГУТИ, 2005- 186 с.
- 7 Денисьева О.М., Мирошников Д.Г. Средства связи для последней мили.- М.: Эко-Трендз, 2000- 350 с.
- 8 Радиооборудование СЦИ серии 2000S: Учебные материалы в 5 томах.
- 9 Цыбаев Б.Г., Романов Б.С. Антенны-усилители.- М.: Советское радио, 1980- 280 с.
- 10 Шередько Е. Ю. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства.- М.: Связь, 1976- 340 с.
- 11 Аграновский К.Ю., Златогурский Д.Н. Радиотехнические системы.- М.: Высшая школа, 1979- 432 с.
- 12 Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. 4-е издание.- М.: Радио и связь, 1986- 356 с.
- 13 Семенов К.Л. Проводные и беспроводные современные технологии связи // Connect! Мир связи.- 2002.- № 6.- с. 15-25.
- 14 Бакеев Д.Р. Нашествие беспроводных технологий // Информ курьер связь. 2002.- № 11.- с. 15-18.
- 15 Журавлев В.В. Системы беспроводных технологий // Дискавери».- 1995.- № 8.- с. 39-45.
- 16 Нормативные документы (СН 305-77. Инструкция по проектированию и устройству молниезащиты).
- 17 Правила устройства электроустановок (ПУЭ).- М.: Энергоатомиздат, 1997- 430 с.
- 18 Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках.- М.: Энергоатомиздат, 1979- 267 с.
- 19 Щуко Л.П. Справочник по охране труда.- М.: Энергоатомиздат, 2002 220 с.
- 20 Горелик Р.А., Голубицкая Е.А. Основы экономики предприятий телекоммуникаций.- М.: Радио и связь, 1997- 324 с.
- 21 <http://www.comptek.ru>
- 22 <http://www.apc.ru/> Компания APC.
- 23 <http://www.ccc.ru/> Сети и системы связи.
- 24 <http://www.ezop.ru/> Электроэнергетика, защита от помех.
- 25 <http://www.iso.com/> Международная организация по стандартизации.

- 26 <http://www.itu.ru/> Международный союз электросвязи.
- 27 <http://www.mis.ru/> Компания МИС- информаналитика в области телекоммуникаций.
- 28 <http://www.ops.ru/> Издательство «Открытые системы».

Приложение А

Перечень терминов и сокращений

- 3G- Third Generation (третье поколение)
- AP- Access Point (точка доступа)
- Ad Hoc- одноранговая сеть
- Bluetooth- технология коротковолновой радиосвязи (2,4 ГГц)
- ССК- Complementary Code Keying
- CSMA/CD- Carrier Sence Multiple Access with Collision Detection
- DECT- Digital Enhanced Cordless Telecommunications
- DSSS- Direct Sequence Spread spectrum
- DCF- Distributed Coordination Function
- EAP- Enhanced Authorization Protocol
- GPRS- General Packet Radio Service (пакетная радиосвязь общего назначения)
- Hot Spot- (хот-спот) точка беспроводного публичного доступа
- IEEE- Institute of Electrical and Electronics Engineers
- IKE- Internet Key Exchange
- Infrastructure Mode- режим работы Infrastructure (с точкой доступа)
- IP- Internet Protocol
- IPSec- IP Security
- LLC- Logical Link Control (управление логическим каналом)
- LMDS- Local Multipoint Distribution Service
- MAC- Media Access Control (управление доступом к среде)
- MMDS- Multichannel Multipoint Distribution Service
- NAT- Network Address Translation
- OFDM- Orthogonal Frequency Division Multiplexing
- OSI- Open Systems Interconnection (взаимодействие открытых систем)
- PDA- Personal Digital Assistants
- PSK- Pre-Shared Key
- QPSK- Quadrature Phase Shift Keying (квадратурная фазовая манипуляция)
- RADIUS- Remote Authentication Dial In User Service
- SSID- Service Set Identifier
- QAM- Quadrature Amplitude Modulation (квадратурная амплитудная модуляция)
- TKIP- Temporal Key Integrity Protocol
- TCP- Transmission Control Protocol (протокол управления передачей)
- UDP- User Datagram Protocol (протокол пользовательских дайтаграмм)
- VPN- Virtual Private Network (виртуальная частная сеть)
- WAN- Wide Area Network (глобальная сеть)
- WEP- Wired Equivalent Privacy
- Wi-Fi- Wireless Fidelity

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу

Мамодьяров Сұлтаназрет

5B071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

На тему: Организация беспроводной сети обмена данными между гостиничными комплексами г. Алматы

Выполнено:

- а) графическая часть на 11 листах
б) пояснительная записка на 60 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Организация беспроводной сети является, на самом деле, процессом, направленным на нахождение оптимального равновесия между противоречивыми требованиями. Например, для обеспечения идеальной зоны уверенного приёма проектировщику требуется предусмотреть соответствующее количество сетевых элементов, что, с другой стороны, может обойтись слишком дорого для оператора. Поэтому, нахождение правильного равновесия между этими требованиями крайне важно и здесь необходимо иметь опыт и хорошие знания о местном рынке.

Дипломная работа Мамодьярова Сұлтаназрета посвящена организации беспроводной сети обмена данными между гостиничными комплексами г. Алматы. В первой главе рассматриваются общие вопросы, связанные с необходимостью и анализа организации заданной сети. А также построены схемы беспроводной сети в офисе, в корпоративной сети и в подразделениях компании на большой территории.

Во второй главе выбраны требуемые оборудования : радиомаршрутизаторы, антенны и маршрутизаторы Revolution серии 5000.

Третья глава посвящена тестированию производительности оборудования, беспроводной части и тестирование маршрутизатора в направлении LAN-WAN.

Оценка работы

Считаю, что дипломная работа выполнена на 90/А/«отлично», а дипломант, Мамодьяров Сұлтаназрет, заслуживает присвоения академической степени бакалавра техники и технологии по специальности 5B071900-Радиотехника, электроника и телекоммуникации.

Рецензент
канд. техн. наук, профессор АУЭС

А. О. Касымов
« 12 » 2019г.



Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю

Сәетмағалимова Сәкен
Қызметі
« 15 » 05 2019ж.

Ф КазНТУ 706-17. Рецензия

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу

Мамодьяров Сұлтаназрет

5B071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Тема: Организация беспроводной сети обмена данными между гостиничными комплексами г. Алматы

Тема данной дипломной работы актуально, так как работа посвящена организации беспроводной сети обмена данными между гостиничными комплексами г. Алматы.

Рассмотрены вопросы необходимости организации сети передачи данных между гостиничными комплексами г. Алматы, анализ и характеристика возможных и более перспективных способов ее организации.

А также в работе рассмотрены вопросы организации сети передачи данных между бизнес-центрами гостиничных комплексов города Алматы: Казахстан, Анкара, Отрар, Алма-Ата, Жетысу, Алатау, Астана, Достык, Амбассадор.

Для организации сети использованы радиодоступа, технология беспроводного Ethernet, оборудование Revolution 5000. На базе этого оборудования можно обеспечить быструю организацию качественной сети передачи данных.

В расчетной части произведена тестирования производительности оборудования, беспроводной части и тестирование маршрутизатора в направлении LAN-WAN.

Оценка работы

Считаю, что дипломная работа выполнена на 90/А-/«отлично», а дипломант, Мамодьяров Сұлтаназрет, заслуживает присвоения академической степени бакалавра техники и технологии по специальности 5B071900-Радиотехника, электроника и телекоммуникации.

Научный руководитель

Лектор кафедры ЭТиКТ

 Н.А. Джунусов

“К” 05 2019г.

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Мамодьяров Сұлтаназрет Ермекұлы

Название: Организация беспроводной сети обмена данными между гостиничными комплексами г. Алматы

Координатор: Нуридин Джунусов

Коэффициент подобия 1:33,1

Коэффициент подобия 2:19,1

Тревога:3

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....

15.05.2019



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Мамодьяров Султаназрет Ермекулы

Название: Организация беспроводной сети обмена данными между гостиничными комплексами г. Алматы

Координатор: Нуридин Джунусов

Коэффициент подобия 1: 33,1

Коэффициент подобия 2: 19,1

Тревога: 3

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....

13.05.19.....

Дата

.....


Подпись Научного руководителя