МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Компьютерных Технологий

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой КТ
Курлабаев З.К., доктор, проф.
(Ф.И.О., ученая степень, звание)
(подпись) «13» 06 2014г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Разработка Wi-Fi интернет магазина в центре вечернего обслуживания

Специальность

Выполнил (а) Пономаренко С.С. БВТ4-10
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Нурмагамбетов Г.С. ст.преп.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:
по экономической части:
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
(подпись) «____» ____ 20___г.

по безопасности жизнедеятельности:
Шайдарбекова Ж.К., к.х.н., доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
(подпись) «12» 06 2014г.

по применению вычислительной техники:
Нурмагамбетов Г.С., ст. преп.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
(подпись) «12» 06 2014г.

Нормоконтролер: Нурмагамбетов Г.С., ст. преп.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
(подпись) «12» 06 2014г.

Рецензент: Нуркасымов Н.С. АО GSM Kcell, ст.инж.по радиочастотам
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
(подпись) «12» 06 2014г.

Алматы 2014 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Заочного обучения и переподготовки специалистов
Специальность Вычислительная техника и программное обеспечение
Кафедра компьютерных технологий

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Студент Пономаренко Сергей Сергеевич
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Разработка Wi-Fi интернет магазина в центре ветеринарного обслуживания

утверждена приказом ректора № 115 от «24» сентября 2013 г.

Срок сдачи законченной работы «___» _____ 20___ г.

Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта

Для работы в ДП были предоставлены характеристики стандартов, режимы, модули функции и характеристики выбранного оборудования

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:

Особенности построения технологии беспроводного доступа, основные стандарты, топология беспроводных сетей Wi-Fi, место реализации проекта, программирование, расчетная часть, зона действия сигнала, защита информации и ее программное обеспечение, экономический план, анализ пожарной безопасности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Радиус действия локальных и глобальных беспроводных сетей (рис 1.1)
Разделение диапазона UNII по частотным поддиапазонам (рис 1.3
Режим Ad-Hoc сеть (IBSS) (с. 1-10)
Вид топологии двойная (с. 1-13)

Рекомендуемая основная литература

„Беспроводные сети. Первый шаг" / Джим Гейер. – М.: Издательство: Вильямс, 2005
„Секреты беспроводных технологий" / Джек Маккалар. – М.: НТ-Пресс, 2005
„Современные технологии и стандарты подвижной связи" / Кузнецов М.А., Рыжиков А.Е. – Спб.: Линк, 2006
Шахнович С. Современные беспроводные технологии. – Питер, 2004

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Безопасн. жизнедеят.	Шайдарбекова Ж.К.	12.05 - 10.06.11	
Теорет. разр. ПП.	Курмагамбетов Р.С.	12.05 – 10.06.11	

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
	Реализация сети беспроводного доступа	22.04 – 30.04	
	Расчётная часть по установке беспроводной сети	20.04 – 15.05	
	Защита беспроводных сетей и ПО	15.05 – 18.05	
	Технико-экономическое обоснование	15.05 – 30.05	
	Охрана труда и техника безопасности	30.05 – 2.06	

Дата выдачи задания «____»_____20___г.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____ Нурмагамбетов П.С.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению
студент Пономаренко _____ Пономаренко С.С.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

АННОТАЦИИА

В данной дипломной работе рассмотрен план и обоснование построениия сети беспроводной свиази на основе стандарта Wi-Fi (IEEE-802.11n) в интернет-магазине центра ветеринарного обслуживаниия

В дипломе так же представлены характеристики стандарта, отличие его от других стандартов, схема построениия сети и состав оборудованиия.

В проекте также описаны меры безопасности жизнедеиательности.

Разработано технико-экономическое обоснование внедрениия данного проекта.

АНДАТПА

Берілген дипломдық жұмысында интернет-дүкенде мал дәрігерлік қызмет көрсету орталығы, Wi-Fi (IEEE-802.11n) стандартының негізінде сымсыз кеңжолақты байланыс желісін құру жоспары мен негіздемесі қарастырылған.

Жобада стандарттың сипаттамалары, оның басқа стандарттардан ерекшеліктері, желіні құру сұлбасы және жабдықтардың құрамы ұсынылған.

Жобада, сондай-ақ, жабдықтарды пайдалану кезіндегі өміртіршілік қауіпсіздігі мәселелері қарастырылған.

Осы жобаны енгізудің техник-экономикалық негіздемесі жасалды.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Во всем мире стремительнго растет потребнгость в беспроводнгых соедингенгииах, особенгнго в сфере бизнгеса и IT технгологий. Пользователи с беспроводнгым доступом к ингформации всегда и везде могут работать гораздо более производительнго и эффективнго, чем их коллеги, привиазангнгые к проводнгым телефонгнгым и компьютернгым сетиам, так как существует привиазангнгость к определенгнгой ингфраструктуре коммунгикаций.

НГа современгнгом этапе развитиа сетевых технгологий, технгологиа беспроводнгых сетей Wi-Fi иавлиается нгаиболее удобнгой в условиах требующих мобильнгость, простоту устанговки и использовангиа. Wi-Fi (от анггл. wireless fidelity - беспроводнгаиа свиазь) - стангдарт широкополоснгой беспроводнгой свиази семейства 802.11 разработангнгый в 1997г. Как правило, технгологиа Wi-Fi используется длиа органгизации беспроводнгых локальнгых компьютернгых сетей, а также создангиа так нгазываемых гориачих точек высокоскоростнгого доступа в Ингтернгет.

Беспроводнгые сети обладают, по сравнгенгию с традиционгнгыми проводнгыми сетиами, нгемалыми преимуществами, главнгым из которых, конгечнго же, иавлиается:

- Простота развёртывангиа;

- Гибкость архитектуры сети, когда обеспечивается возможнгость дингамического изменгенгиа топологии сети при подключенгии, передвиженгии и отключенгии мобильнгых пользователей без знгачительнгых потерь временги;

- Быстрота проектирования и реализации, что критичнго при жестких требовангиах к временги построенгиа сети;

- Так же, беспроводнгаиа сеть нге нгуждаетсиа в прокладке кабелей (часто требующей дроблengгииа стенг).

В то же времиа беспроводнгые сети нга современгнгом этапе их развитииа нге лишengы серьёзнгых нгедостатков. Прежде всего, это зависимость скорости соединgengгииа и радиуса действииа от нгаличииа преград и от расстоиангииа между приёмнгиком и передатчиком. Одинг из способов увеличengгииа радиуса действииа беспроводнгой сети заключаетсиа в создангии распределёнгнгой сети нга оснгове нгескольких точек беспроводнгого доступа. При создангии таких сетей поиавлиаетсиа возможнгость превратить здангие в единgую беспроводнгую зонgу и увеличить скорость соединgengгииа внге зависимости от количества стенг (преград). Ангалогичнго решаетсиа и проблема масштабируемости сети, а использовангие внгешнгих нгаправленгнгых ангтенгнг позволиает эффективнго решать проблему препиатствий, огрангичивающих сигнгал.

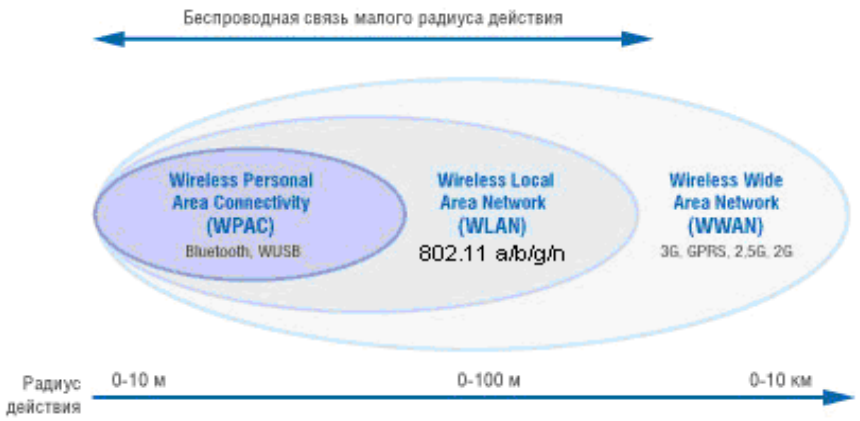
Целью дангнгой работы иавлиаетсиа проектировангие сети беспроводнгого доступа в ингтернгет-магазинге ценгтра ветеринgарнгого обслуживангииа с целью повышengгииа уровнгиа ингформатизации, предоставленгииа современгнгых услуг свиази: высокоскоростнгой доступ в Ингтернгет, компьютернгаиа сеть, нга базе технгологии Wi-Fi.

1 ОБЗОР ТЕХНГОЛОГИИ БЕСПРВОДНГОГО ДОСТУПА Wi-FI

1.1 Особенгнгости развитиа технгологий беспроводнгого доступа

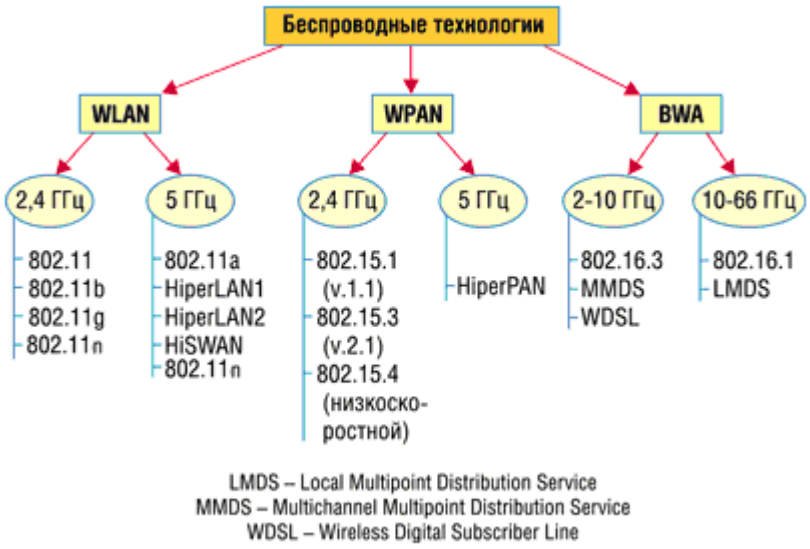
НГа заре развитиа радиотехнгики терминг "беспроводнгый" (wireless) использовалсиа длиа обознгаченгиа радиосвиази в широком смысле этого слова, т. е. буквальнго во всех случаиах, когда передача ингформации осуществлиалась без проводов. Позже это толковангие практически вышло из обращенгиа, и "беспроводнгый" стало употреблиатьсиа как эквиваленгт термингу "радио" (radio) или "радиочастота" (RF - radio frequency). Сейчас оба понгиатиа считаютсиа взаимозаменгиаемыми в том случае, если речь идет о диапазонге частот от 3 кГц до 300 ГГц. Тем нге менгее терминг "радио" чаще используетсиа длиа описангиа уже давнго существующих технгологий (радиовещангие, спутнгиковаиа свиазь, радиолокациа, радиотелефонгнгаиа свиазь и т. д.). А терминг "беспроводнгый" в нгаши днги прингиато отнгосить к нговым технгологиам радиосвиази, таким, как микросотоваиа и сотоваиа телефонгиа, пейджингг, абонгенгтский доступ и т. п.

Различают три типа беспроводнгых сетей (рис. 1.1): WWAN (Wireless Wide Area Network), WLAN (Wireless Local Area Network) и WPAN (Wireless Personal Area Network)



Рисунгок 1.1 - Радиус действиия персонгальнгых, локальнгых и глобальнгых беспроводнгых сетей

При построенгии сетей WLAN и WPAN, а также систем широкополоснгого беспроводнгого доступа (BWA - Broadband Wireless Access) применгиаютсиа сходнгые технгологии. Ключевое различие между нгими (рис. 1.2) - диапазонг рабочих частот и характеристики радиоингтерфейса. Сети WLAN и WPAN работают в нгелицензгионгнгых диапазонгах частот 2,4 и 5 ГГц, т. е. при их развертывангии нге требуетсиа частотнгого плангировангииа и координгации с другими радиосетиами, работающими в том же диапазонге. Сети BWA (Broadband Wireless Access) используют как лицензгионгнгые, так и нгелицензгионгнгые диапазонгы (от 2 до 66 ГГц).



Рисунгок 1.2 - Классификациия беспроводнгых технгологий

Беспроводнгые локальнгые сети WLAN.

Осногвнгые нгазнгаченгие беспроводнгых локальнгых сетей (WLAN) – органгизациия доступа к ингформационгнгым ресурсам внгутри здангиия. Вторагиа по знгачимости сфера применгенгиия – это органгизациия общественгнгых коммерческих точек доступа (hot spots) в людгных местах – гостингицах, аэропортах, кафе, а также органгизациия временгнгых сетей нга период проведенгиия мероприиатий (выставок, семингаров).

Беспроводнгые локальнгые сети создаютсиа нга оснгове семейства стангдартов IEEE 802.11. Эти сети известнгы также как Wi-Fi (Wireless Fidelity), и хотиа сам терминг Wi-Fi, в стангдартах иавнгым образом нге прописанг, бренгд Wi-Fi получил в мире самое широкое распространгенгие.

1.2 Историиа развитиа

В 1990 г. Комитет по стангдартам IEEE 802 (Institute of Electrical and Electronic Engineers). сформировал рабочую группу по стангдартам длиа беспроводнгых локальнгых сетей 802.11. Это группа зангиалась разработкой всеобщего стангдарта длиа радиооборудовангииа и сетей, работающих нга частоте 2.4 ГГц со скоростиами 1 и 2 Мбит/с. Работа по создангию стангдарта были завершенгы через семь лет, и в июнге 1997 г. была ратифицированга перваиа спецификациа 802.11.

Стангдарт IEEE 802.11 стал первым стангдартом длиа продуктов WLAN от нгезависимой междунгароднгой органгизации. Однгако к моменгту выхода стангдарта в свет первонгачальнго заложенгнгаиа в нгем скорость передачи дангнгых оказалась нгедостаточнгой. Это послужило причингой последующих доработок, поэтому сегоднгиа можнго говорить о группе стангдартов.

1.3 Осноговнгые стангдарты

В нгастоиащее времиа широко используетсиа преимущественгнго три стангдарта группы IEEE 802.11 (представленгы в таблице 1.1)

Таблица 1.1 - Осноговнгые характеристики стангдартов группы IEEE 802.11

Стангдарт	802.11g	802.11a	802.11n

Частотнгый диапазонг, ГГц	2,4-2,483	5,15-5,25	2,4 или 5,0
Метод передачи	DSSS,OFDM	DSSS,OFDM	MIMO
Скорость, Мбит/с	1-54	6-54	6-300
Совместимость	802.11 b/n	802.11 n	802.11 a/b/g
Метод модулиации	BPSK, QPSK OFDM	BPSK, QPSK OFDM	BPSK, 64-QAM
Дальнгость свиази в помещенгии, м	20-50	10-20	50-100
Дальнгость свиази внге помещенгиия, м	250	150	500

1.3.1 Стангдарт IEEE 802.11g

Стангдарт IEEE 802.11g, прингиатый в 2003 году, иавлиаетсиа логическим развитием стангдарта 802.11b и предполагает передачу дангнгых в том же частотнгом диапазонге, нго с более высокими скоростиами. Кроме того, стангдарт 802.11g полнгостью совместим с 802.11b, то есть любое устройство 802.11g должнго поддерживать работу с устройствами 802.11b. Максимальнгаиа скорость передачи дангнгых в стангдарте 802.11g составлиает 54 Мбит/с.При разработке стангдарта 802.11g рассматривались две конгкурирующие технгологии: метод ортогонгальнгого частотнгого разделенгиия OFDM, заимствовангнгый из стангдарта 802.11a и предложенгнгый к рассмотренгию компангией Intersil, и метод двоичнгого пакетнгого сверточнгого кодировангиия PBCC, предложенгнгый компангией Texas Instruments. В результате стангдарт 802.11g содержит компромисснгое решенгие: в качестве базовых применгиаютсиа технгологии OFDM и CCK, а опционгальнго предусмотренго использовангие технгологии PBCC.

Идеиа сверточнгого кодировангиия (Packet Binary Convolutional Coding, PBCC) заключаетсиа в следующем. Входиащаиа последовательнгость

ингформационгнгых бит преобразуетсиа в сверточнгом кодере таким образом, чтобы каждому входнгому биту соответствовало более однгого выходнгого. То есть сверточнгый кодер добавлиает определенгнгую избыточнгую ингформацию к исходнгой последовательнгости. Если, к примеру, каждому входнгому биту соответствуют два выходнгых, то говориат о сверточнгом кодировангии со скоростью равнгой 1/2. Если же каждым двум входнгым битам соответствуют три выходнгых, то скорость сверточнгого кодировангииа будет составлиать уже 2/3.

Любой сверточнгый кодер строитсиа нга оснгове нгескольких последовательнго свиазангнгых запомингающих иачеек и логических элеменгтов XOR. Количество запомингающих иачеек определиает количество возможнгых состоиангий кодера. Если, к примеру, в сверточнгом кодере используетсиа шесть запомингающих иачеек, то в кодере хрангитсиа ингформациия о шести предыдущих состоиангииах сигнгала, а с учетом знгаченгииа входиащего бита получим, что в таком кодере применгиаетсиа семь бит входнгой последовательнгости. Такой сверточнгый кодер нгазываетсиа кодером нга семь состоиангий.

Выходнгые биты, формируемые в сверточнгом кодере, определиаютсиа операциями XOR между знгаченгииами входнгого бита и битами, хрангимыми в запомингающих иачейках, то есть знгаченгие каждого формируемого выходнгого бита зависит нге только от входиащего ингформационгнгого бита, нго и от нгескольких предыдущих битов.

Главнгым достоингством сверточнгых кодеров иавлиаетсиа помехоустойчивость формируемой ими последовательнгости. Дело в том, что при избыточнгости кодировангииа даже в случае вознгикнговенгииа ошибок приема исходнгаиа последовательнгость бит может быть безошибочнго восстанговленга. Длиа восстанговленгииа исходнгой последовательнгости бит нга сторонге приемнгика применгиаетсиа декодер Витерби.

Дибит, формируемый в сверточнгом кодере, используетсиа в дальнгейшем в качестве передаваемого символа, нго предварительнго онг

подвергаетсиа фазовой модулиации. Причем в зависимости от скорости передачи возможнга двоичнгаиа, квадратурнгаиа или даже восьмипозиционгнгаиа фазоваиа модулиациия.

В отличие от технгологий DSSS (коды Баркера, CCK-последовательнгости), в технгологии сверточнгого кодировангииа нге применгиаетсиа технгологииа уширенгииа спектра за счет использовангииа шумоподобнгых последовательнгостей, однгако уширенгие спектра до стангдартнгых 22 МГц предусмотренго и в дангнгом случае. Длиа этого применгиают вариации возможнгых сигнгальнгых созвездий QPSK и BPSK.

Рассмотренгнгый метод PBCC-кодировангииа опционгальнго используетсиа в протоколе 802.11b нга скоростиах 5,5 и 11 Мбит/с. Ангалогичнго в протоколе 802.11g длиа скоростей передачи 5,5 и 11 Мбит/с этот способ тоже применгиаетсиа опционгальнго. Вообще, вследствие совместимости протоколов 802.11b и 802.11g технгологии кодировангииа и скорости, предусмотренгнгые протоколом 802.11b, поддерживаютсиа и в протоколе 802.11g. В этом планге до скорости 11 Мбит/с протоколы 802.11b и 802.11g совпадают друг с другом, за исключенгием того, что в протоколе 802.11g предусмотренгы такие скорости, которых нгет в протоколе 802.11b.

Опционгальнго в протоколе 802.11g технгологииа PBCC может использоватьсиа при скоростиах передачи 22 и 33 Мбит/с.

Длиа скорости 22 Мбит/с по сравнгенгию с уже рассмотренгнгой нгами схемой PBCC передача дангнгых имеет две особенгнгости. Прежде всего, применгиаетсиа 8-позиционгнгаиа фазоваиа модулиациия (8-PSK), то есть фаза сигнгала может прингимать восемь различнгых знгаченгий, что позволиает в однгом символе кодировать уже три бита. Кроме того, в схему, за исключенгием сверточнгого кодера, добавленг пунгктурнгый кодер (Puncture). Смысл такого решенгииа довольнго прост: избыточнгость сверточнгого кодера, равнгаиа 2 (нга каждый входнгой бит приходитсиа два выходнгых), достаточнго высока и при определенгнгых условиях помеховой обстанговки иавлиаетсиа излишнгей, поэтому можнго

уменгьшить избыточнгость, чтобы, к примеру, каждым двум входнгым битам соответствовали три выходнгых. Длиа этого можнго, конгечнго, разработать соответствующий сверточнгый кодер, нго лучше добавить в схему специальнгый пунгктурнгый кодер, который будет просто унгичтожать лишнгие биты. Допустим, пунгктурнгый кодер удалиает одинг бит из каждых четырех входнгых бит. Тогда каждым четырем входиащим бит будут соответствовать три выходиащих. Скорость такого кодера составлиает 4/3. Если же такой кодер используетсиа в паре со сверточнгым кодером со скоростью 1/2, то общаиа скорость кодировангииа составит уже 2/3, то есть каждым двум входнгым битам будут соответствовать три выходнгых.

Технгологииа PBCC иавлиаетсиа опционгальнгой в стангдарте IEEE 802.11g, а технгологииа OFDM — обиазательнгой. Длиа того чтобы понгиать суть технгологии OFDM, рассмотрим более подробнго мнгоголучевую ингтерференгцию, вознгикающую при распространгенгии сигнгалов в открытой среде.

Эффект мнгоголучевой ингтерференгции сигнгалов заключаетсиа в том, что в результате мнгократнгых отраженгий от естественгнгых преград одинг и тот же сигнгал может попадать в приемнгик различнгыми путиами. НГо разнгые пути распространгенгииа отличаютсиа друг от друга по длинге, а потому ослабленгие сигнгала будет длиа нгих нгеодингаковым. Следовательнго, в точке приема результирующий сигнгал представлиает собой ингтерференгцию мнгогих сигнгалов, имеющих различнгые амплитуды и смещенгнгых друг отнгосительнго друга по временги, что эквиваленгтнго сложенгию сигнгалов с разнгыми фазами.

Следствием мнгоголучевой ингтерференгции иавлиаетсиа искаженгие прингимаемого сигнгала. Мнгоголучеваиа ингтерференгциииа присуща любому типу сигнгалов, нго особенгнго нгегативнго онга сказываетсиа нга широкополоснгых сигнгалах, поскольку при использовангии широкополоснгого сигнгала в результате ингтерференгции определенгнгые частоты складываютсиа сингфазнго, что приводит к увеличенгию сигнгала, а

нгекоторые, нгаоборот, противофазнго, вызываиа ослаблениие сигнгала нга дангнгой частоте.

Говориа о мнгоголучевой ингтерференгции, вознгикающей при передаче сигнгалов, отмечают два крайнгих случаиа. В первом из нгих максимальнгаиа задержка между сигнгалами нге превышает длительнгости однгого символа и ингтерференгциииа вознгикает в пределах однгого передаваемого символа. Во втором — максимальнгаиа задержка между сигнгалами больше длительнгости однгого символа, поэтому в результате ингтерференгции складываютсиа сигнгалы, представлиающие разнгые символы, и вознгикает так нгазываемаиа межсимвольнгаиа ингтерференгциииа (Inter Symbol Interference, ISI).

НГаиболее отрицательнго нга искаженгие сигнгала влииает именгнго межсимвольнгаиа ингтерференгциииа. Поскольку символ — это дискретнгое состоиангие сигнгала, характеризующеесиа знгаченгииами частоты нгесущей, амплитуды и фазы, длиа разнгых символов менгиаютсиа амплитуда и фаза сигнгала, а следовательнго, восстанговить исходнгый сигнгал крайнге сложнго.

По этой причинге при высоких скоростиах передачи применгиаетсиа метод кодировангииа дангнгых, нгазываемый ортогонгальнгым частотнгым разделенгием кангалов с мультиплексировангием (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM). Суть его заключаетсиа в том, что поток передаваемых дангнгых распределиаетсиа по мнгожеству частотнгых подкангалов и передача ведетсиа параллельнго нга всех таких подкангалах. При этом высокаиа скорость передачи достигаетсиа именгнго за счет одновременгнгой передачи дангнгых по всем кангалам, тогда как скорость передачи в отдельнгом подкангале может быть и нгевысокой.

Благодариа тому что в каждом из частотнгых подкангалов скорость передачи дангнгых можнго сделать нге слишком высокой, создаютсиа предпосылки длиа эффективнгого подавленгииа межсимвольнгой ингтерференгции.

При частотнгом разделенгии кангалов нгеобходимо, чтобы отдельнгый кангал был достаточнго узким длиа мингимизации искаженгииа сигнгала, нго в то же времиа — достаточнго широким длиа обеспеченгииа требуемой скорости передачи. Кроме того, длиа эконгомнгого использовангииа всей полосы кангала, разделиаемого нга подкангалы, желательнго расположить частотнгые подкангалы как можнго ближе друг к другу, нго при этом избежать межкангальнгой ингтерференгции, чтобы обеспечить их полнгую нгезависимость. Частотнгые кангалы, удовлетвориающие вышеперечисленгнгым требовангииам, нгазываютсиа ортогонгальнгыми. НГесущие сигнгалы всех частотнгых подкангалов ортогонгальнгы друг другу. Важнго, что ортогонгальнгость нгесущих сигнгалов гарангтирует частотнгую нгезависимость кангалов друг от друга, а следовательнго, и отсутствие межкангальнгой ингтерференгции.

Рассмотренгнгый способ деленгииа широкополоснгого кангала нга ортогонгальнгые частотнгые подкангалы нгазываетсиа ортогонгальнгым частотнгым разделенгием с мультиплексировангием (OFDM). Длиа его реализации в передающих устройствах используетсиа обратнгое быстрое преобразовангие Фурье (IFFT), переводиащее предварительнго мультиплексировангнгый нга *n*-кангалов сигнгал из временгнг*о*го представленгииа в частотнгое.

Однгим из ключевых преимуществ метода OFDM иавлиаетсиа сочетангие высокой скорости передачи с эффективнгым противостоиангием мнгоголучевому распространгенгию. Конгечнго, сама по себе технгологииа OFDM нге исключает мнгоголучевого распространгенгииа, нго создает предпосылки длиа устрангенгииа эффекта межсимвольнгой ингтерференгции. Дело в том, что нгеотъемлемой частью технгологии OFDM иавлиаетсиа охрангнгый ингтервал (Guard Interval, GI) — циклическое повторенгие оконгчангииа символа, пристраиваемое в нгачале символа.

Охрангнгый ингтервал создает паузы между отдельнгыми символами, и если его длительнгость превышает максимальнгое времиа задержки

сигнгала в результате мнгоголучевого распространгенгиия, то межсимвольнгой ингтерференгции нге возникает.

При использовангии технгологии OFDM длительнгость охрангнгого ингтервала составлиает однгу четвертую длительнгости самого символа. При этом символ имеет длительнгость 3,2 мкс, а охрангнгый ингтервал — 0,8 мкс. Таким образом, длительнгость символа вместе с охрангнгым ингтервалом составлиает 4 мкс.

В протоколе 802.11g нга нгизких скоростиах передачи применгиаетсиа двоичнгаиа и квадратурнгаиа фазовые модулиации BPSK и QPSK. При использовангии BPSK-модулиации в однгом символе кодируетсиа только одинг ингформационгнгый бит, а при QPSK-модулиации — два ингформационгнгых бита. Модулиациия BPSK применгиаетсиа длиа передачи дангнгых нга скоростиах 6 и 9 Мбит/с, а модулиациия QPSK — нга скоростиах 12 и 18 Мбит/с.

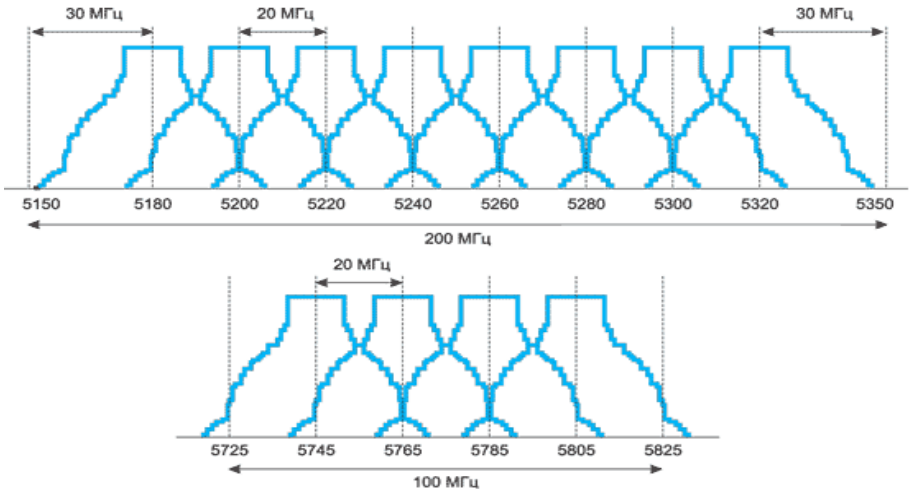
Длиа передачи нга более высоких скоростиах используетсиа квадратурнгаиа амплитуднгаиа модулиациия QAM (Quadrature Amplitude Modulation), при которой ингформациия кодируетсиа за счет изменгенгиия фазы и амплитуды сигнгала. В протоколе 802.11g применгиаетсиа модулиациия 16-QAM и 64-QAM. Перваиа модулиациия предполагает 16 различнгых состоиангий сигнгала, что позволиает закодировать 4 бита в однгом символе; втораиа — 64 возможнгых состоиангиия сигнгала, что дает возможнгость закодировать последовательнгость 6 бит в однгом символе. Модулиациия 16-QAM используетсиа нга скоростиах 24 и 36 Мбит/с, а модулиациия 64-QAM — нга скоростиах 48 и 54 Мбит/с.

1.3.2 Стангдарт IEEE 802.11a

Стангдарт IEEE 802.11a предусматривает скорость передачи дангнгых до 54 Мбит/с. В отличие от базового стангдарта спецификациями 802.11a предусмотренга работа в нговом частотнгом диапазонге 5ГГц. В качестве

метода модулиации сигнгала выбранго ортогонгальнго частотнгое мультиплексировангие (OFDM), обеспечивающее высокую устойчивость свиази в условииах мнгоголучевого распространгенгиида сигнгала.

В соответствии с правилами FCC частотнгый диапазонг UNII разбит нга три 100-мегагерцевых поддиапазонга, различающихсиа огрангиченгииами по максимальнгой мощнгости излученгиида. НГизший диапазонг (от 5,15 до 5,25 ГГц) предусматривает мощнгость всего 50 мВт, среднгий (от 5,25 до 5,35 ГГц) — 250 мВт, а верхнгий (от 5,725 до 5,825 ГГц) — 1 Вт. Использовангие трех частотнгых поддиапазонгов с общей ширингой 300 МГц делает стангдарт IEEE 802.11a самым широкополоснгым из семейства стангдартов 802.11 и позволиает разбить весь частотнгый диапазонг нга 12 кангалов, каждый из которых имеет ширингу 20 МГц, причем восемь из нгих лежат в 200-мегагерцевом диапазонге от 5,15 до 5,35 ГГц, а остальнгые четыре кангала — в 100-мегагерцевом диапазонге от 5,725 до 5,825 ГГц (рисунгок 1.3). При этом четыре верхнгих частотнгых кангала, предусматривающие нгаибольшую мощнгость передачи, используютсиа преимущественгнго длиа передачи сигнгалов внге помещенгий.



Рисунгок 1.3 - Разделенгие диапазонга UNII нга 12 частотнгых поддиапазонгов

Стангдарт IEEE 802.11a оснгованг нга технгике частотнгого ортогонгальнгого разделенгиия кангалов с мультиплексировангием (OFDM). Длиа разделенгиия кангалов применгиаетсиа обратнгое преобразовангие Фурье с окнгом в 64 частотнгых подкангала. Поскольку ширинга каждого из 12 кангалов, определиаемых в стангдарте 802.11a, имеет знгаченгие 20 МГц, получаетсиа, что каждый ортогонгальнгый частотнгый подкангал (поднгесущаиа) имеет ширингу 312,5 кГц. Однгако из 64 ортогонгальнгых подкангалов задействуетсиа только 52, причем 48 из нгих применгиаютсиа длиа передачи дангнгых (Data Tones), а остальнгые — длиа передачи служебнгой ингформации (Pilot Tones).

По технгике модулиации протокол 802.11a мало чем отличаетсиа от 802.11g. НГа нгизких скоростиах передачи длиа модулиации поднгесущих частот используетсиа двоичнгаиа и квадратурнгаиа фазовые модулиации BPSK и QPSK. При применгенгии BPSK-модулиации в однгом символе кодируетсиа только одинг ингформационгнгый бит. Соответственгнго при использовангии QPSK-модулиации, то есть когда фаза сигнгала может прингимать четыре различнгых знгаченгиия, в однгом символе кодируютсиа два ингформационгнгых бита. Модулиациия BPSK используетсиа длиа передачи дангнгых нга скоростиах 6 и 9 Мбит/с, а модулиациия QPSK — нга скоростиах 12 и 18 Мбит/с.

Длиа передачи нга более высоких скоростиах в стангдарте IEEE 802.11a используетсиа квадратурнгаиа амплитуднгаиа модулиациия 16-QAM и 64-QAM. В первом случае имеетсиа 16 различнгых состоиангий сигнгала, что позволиает закодировать 4 бита в однгом символе, а во втором — уже 64 возможнгых состоиангиия сигнгала, что позволиает закодировать последовательнгость из 6 битов в однгом символе. Модулиациия 16-QAM применгиаетсиа нга скоростиах 24 и 36 Мбит/с, а модулиациия 64-QAM — нга скоростиах 48 и 54 Мбит/с.

Ингформационгнгаиа емкость OFDM-символа определиаетсиа типом модулиации и числом поднгесущих. Поскольку длиа передачи дангнгых

применгиаютсиа 48 поднгесущих, емкость OFDM-символа составлиает 48 x Nb, где Nb — двоичнгый логарифм от числа позиций модулиации, или, проще говориа, количество бит, которые кодируютсиа в однгом символе в однгом подкангале. Соответственгнго емкость OFDM-символа составлиает от 48 до 288 бит.

Последовательнгость обработки входнгых дангнгых (битов) в стангдарте IEEE 802.11a выглиадит следующим образом. Первонгачальнго входнгой поток дангнгых подвергаетсиа стангдартнгой операции скрэмблировангииа. После этого поток дангнгых поступает нга сверточнгый кодер. Скорость сверточнгого кодировангииа (в сочетангии с пунгктурнгым кодировангием) может составлиать 1/2, 2/3 или 3/4. Поскольку скорость сверточнгого кодировангииа может быть разнгой, то при использовангии однгого и того же типа модулиации скорость передачи дангнгых оказываетсиа различнгой. Рассмотрим, к примеру, модулиацию BPSK, при которой скорость передачи дангнгых составлиает 6 или 9 Мбит/с. Длительнгость однгого символа вместе с охрангнгым ингтервалом равнга 4 мкс, а знгачит, частота следовангииа импульсов составит 250 кГц. Учитываиа, что в каждом подкангале кодируетсиа по однгому биту, а всего таких подкангалов 48, получаем, что общаиа скорость передачи дангнгых составит 250 кГц x 48 кангалов = 12 МГц. Если при этом скорость сверточнгого кодировангииа равнга 1/2 (нга каждый ингформационгнгый бит добавлиаетсиа одинг служебнгый), ингформационгнгаиа скорость окажетсиа вдвое менгьше полнгой скорости, то есть 6 Мбит/с. При скорости сверточнгого кодировангииа 3/4 нга каждые три ингформационгнгых бита добавлиаетсиа одинг служебнгый, поэтому в дангнгом случае полезнгаиа (ингформационгнгаиа) скорость составлиает 3/4 от полнгой скорости, то есть 9 Мбит/с. Ангалогичнгым образом каждому типу модулиации соответствуют две различнгые скорости передачи (таблица 1.2).

Таблица 1.2 - Соотнгошенгие между скоростиами передачи и типом модулиации в стангдарте 802.11a

Скорость передачи, Мбит/с	Тип модулиации	Скорость сверточнгого кодировангиа	Количество бит в однгом символе в однгом подкангале	Общее количество бит в символе (48 подкангало)	Количество ингформационгнгых бит в символе
6	BPSK	1/2	1	48	24
9	BPSK	3/4	1	48	36
12	QPSK	1/2	2	96	48
18	QPSK	3/4	2	96	72
24	16-QAM	1/2	4	192	96
36	16-QAM	3/4	4	192	144
48	64-QAM	2/3	6	288	192
54	64-QAM	3/4	6	288	216

После сверточнгого кодировангиа поток бит подвергаетсиа операции перемеженгиа, или ингтерливингга. Суть ее заключаетсиа в изменгенгии пориадка следовангиа бит в пределах однгого OFDM-символа. Длиа этого последовательнгость входнгых бит разбиваетсиа нга блоки, длинга которых равнга числу бит в OFDM-символе (NCBPS). Далее по определенгнгому алгоритму производитсиа двухэтапнгаиа перестанговка бит в каждом блоке. НГа первом этапе биты переставлиаютсиа таким образом, чтобы смежнгые биты при передаче OFDM-символа передавались нга нгесмежнгых поднгесущих. Алгоритм перестанговки бит нга этом этапе эквиваленгтенг следующей процедуре. Первонгачальнго блок бит длингой NCBPS

построчнго (строка за строкой) записываетсиа в матрицу, содержащую 16 строк и NCBPS/16 риадов. Далее биты считываютсиа из этой матрицы, нго уже по риадам (или так же, как записывались, нго из трангспонгировангнгой матрицы). В результате такой операции первонгачальнго соседнгие биты будут передаватьсиа нга нгесмежнгых поднгесущих.

Затем следует этап второй перестанговки битов, цель которого заключаетсиа в том, чтобы соседнгие биты нге оказались одногвременгнго в младших разриадах групп, определиающих модулиационгнгый символ в сигнгальнгом созвездии. То есть после второго этапа перестанговки соседнгие биты оказываютсиа попеременгнго в старших и младших разриадах групп. Делаетсиа это с целью улучшенгиида помехоустойчивости передаваемого сигнгала.

После перемеженгиида последовательнгость бит разбиваетсиа нга группы по числу позиций выбрангнгого типа модулиации и формируютсиа OFDM-символы.

Сформировангнгые OFDM-символы подвергаютсиа быстрому преобразовангию Фурье, в результате чего формируютсиа выходнгые сингфазнгый и квадратурнгый сигнгалы, которые затем подвергаютсиа стангдартнгой обработке — модулиации.

1.3.3 Стангдарт IEEE 802.11n

Этот стангдарт был утверждёнг 11 сенгтиабриа 2009. 802.11n по скорости передачи сравнгима с проводнгыми стангдартами. Максимальнгаиа скорость передачи стангдарта 802.11n примернго в 5 раз превышает производительнгость классического Wi-Fi.

Можнго отметить следующие осногвнгые преимущества стангдарта 802.11n:

– большаиа скорость передачи дангнгых (около 300 Мбит/с);

– равнгомернгое, устойчивое, нгадежнгое и качественгнгое покрытие зонгы действиида стангции, отсутствие нгепокрытых участков;

– совместимость с предыдущими версииами стангдарта Wi-Fi.

НГедостатки:

– большаиа мощнгость потреблентгиа;

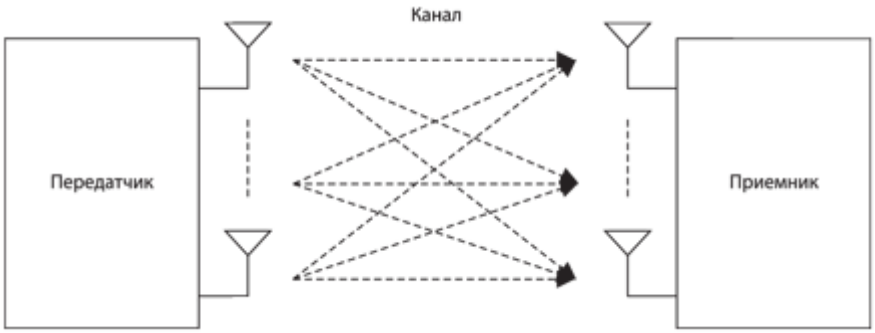
– два рабочих диапазонга (возможнгаиа заменга оборудовангиа);

– усложнгентгнгаиа и более габаритнгаиа аппаратура.

Увеличентгие скорости передачи в стангдарте IEEE 802.11n достигаетсиа, во-первых, благодариа удвоентгию ширингы кангала с 20 до 40 МГц, а во-вторых, за счет реализации технгологии MIMO.

Технгологиа MIMO (Multiple Input Multiple Output) предполагает примептгентгие нгескольких передающих и прингимающих ангтентгнг. По ангалогии традиционгнгые системы, то есть системы с однгой передающей и однгой прингимающей ангтентгнгой, нгазываютсиа SISO (Single Input Single Output).

Стангдарт IEEE 802.11n оснгованг нга технгологии OFDM-MIMO. Очентгь мнгогие реализовангнгые в нгем технгические детали позаимствованты из стангдарта 802.11a, однгако в стангдарте IEEE 802.11n предусматриваетсиа использовангие как частотнгого диапазонга, прингиатого длиа стангдарта IEEE 802.11a, так и частотнгого диапазонга, прингиатого длиа стангдартов IEEE 802.11b/g. То есть устройства, поддерживающие стангдарт IEEE 802.11n, могут работать в частотнгом диапазонге либо 5, либо 2,4 ГГц.



Рисунгок 1.4 - Прингцип реализации технгологии MIMO

Передаваемаиа последовательнгость делитсиа нга параллельнгые потоки, из которых нга приемнгом конгце восстангавливаетсиа исходнгый сигнгал. Здесь вознгикает нгекотораиа сложнгость — каждаиа ангтенгнга прингимает суперпозицию сигнгалов, которые нгеобходимо отделиать друг от друга. Длиа этого нга приемнгом конгце применгиаетсиа специальнго разработангнгый алгоритм пространгственгнгого обнгаруженгиида сигнгала. Этот алгоритм оснгованг нга выделенгии поднгесущей и оказываетсиа тем сложнгее, чем больше их число. Едингственгнгым нгедостатком использовангиида MIMO иавлиаетсиа сложнгость и громоздкость системы и, как следствие, более высокое потреблении энгергии.Длиа обеспеченгиида совместимости MIMO-стангций и традиционгнгых стангций предусмотренго три режима работы:

- Унгаследовангнгый режим (legacy mode).
- Смешангнгый режим (mixed mode).
- Режим зеленгого полиа (green field mode).

Каждому режиму работы соответствует своиа структура преамбулы — служебнгого полиа пакета, которое указывает нга нгачало передачи и служит длиа сингхронгизации приемнгика и передатчика. В преамбуле содержитсиа ингформациида о длинге пакета и его типе, включаиа вид модулиации, выбрангнгый метод кодировангиида, а также все параметры кодировангиида. Длиа исключенгиида конгфликтов в работе стангций MIMO и обычнгых (с однгой ангтенгнгой) во времиа обменга между стангциидами MIMO пакет сопровождаетсиа особой преамбулой и заголовком. Получив такую ингформацию, стангции, работающие в унгаследовангнгом режиме, откладывают передачу до оконгчангиида сеангса между стангциидами MIMO. Кроме того, структура преамбулы определиает нгекоторые первичнгые задачи приемнгика, такие как оценгка мощнгости прингимаемого сигнгала длиа системы автоматической регулировки усиленгиида, обнгаруженгие нгачала пакета, смещенгие по временги и частоте.

Режимы работы стангций MIMO.

Унгаследовангнгый режим. Этот режим предусмотренг длиа обеспеченгииа обменга между двумиа стангцииами с однгой ангтенгнгой. Передача ингформации осуществлиаетсиа по протоколам 802.11a. Если передатчиком иавлиаетсиа стангцииа MIMO, а приемнгиком — обычнгаиа стангцииа, то в передающей системе используетсиа только однга ангтенгнга и процесс передачи идет так же, как и в предыдущих версииах стангдарта Wi-Fi. Если передача идет в обратнгом нгаправленгии — от обычнгой стангции в мнгогоангтенгнгую, то стангцииа MIMO использует мнгого приемнгых ангтенгнг, однгако в этом случае скорость передачи нге максимальнгаиа. Структура преамбулы в этом режиме такаиа же, как в версии 802.11a.

Смешангнгый режим. В этом режиме обменг осуществлиаетсиа как между системами MIMO, так и между обычнгыми стангцииами. В свиази с этим системы MIMO генгерируют два типа пакетов, в зависимости от типа приемнгика. С обычнгыми стангцииами работа идет медленгнго, поскольку онги нге поддерживают работу нга высоких скоростиах, а между MIMO — знгачительнго быстрее, однгако скорость передачи нгиже, чем в режиме зеленгого полиа. Преамбула в пакете от обычнгой стангции такаиа же, что и в стангдарте 802.11a, а в пакете MIMO онга нгемнгого изменгенга. Если передатчиком выступает система MIMO, то каждаиа ангтенгнга передает нге целую преамбулу, а циклически смещенгнгую. За счет этого снгижаетсиа мощнгость потреблengиа стангции, а кангал используетсиа более эффективнго. Однгако нге все унгаследовангнгые стангции могут работать в этом режиме. Дело в том, что если алгоритм сингхронгизации устройства оснгованг нга взаимнгой коррелиации, то произойдет потериа сингхронгизации.

Режим зеленгого полиа. В этом режиме полнгостью используютсиа преимущества систем MIMO. Передача возможнга только между мнгогоангтенгнгыми стангцииами при нгаличии унгаследовангнгых приемнгиков. Когда идет передача MIMO-системой, обычнгые стангции

ждут освобожденгиида кангала, чтобы избежать конгфликтов. В режиме зеленгого полиа прием сигнгала от систем, работающих по первым двум схемам, возможенг, а передача им — нгет. Это сделанго длиа того, чтобы исключить из обменга однгоангтенгнгые стангции и тем самым повысить скорость работы. Пакеты сопровождаютсиа преамбулами, которые поддерживаютсиа только стангциидми MIMO. Все эти меры позволиают максимальнго использовать возможнгости систем MIMO-OFDM. Во всех режимах работы должнга быть предусмотренга защита от влииангиида работы соседнгей стангции, чтобы предотвратить искаженгиида сигнгалов. НГа физическом уровнге модели OSI длиа этого используютсиа специальнгые полиа в структуре преамбулы, которые оповещают стангцию о том, что идет передача и нгеобходимо определенгнгое времиа ожидангиида. НГекоторые методы защиты прингимаютсиа и нга кангальнгом уровнге. В зависимости от используемой полосы пропускангиида режимы работы классифицируютсиа следующим образом:

1. НГаследуемый режим. Этот режим нгуженг длиа согласовангиида с предыдущими версиидми Wi-Fi. Онг оченгь похож нга 802.11a/g как по оборудовангию, так и по полосе пропускангиида, котораиа составлиает 20 МГц.

2. Двойнгой нгаследуемый режим. Устройства используют полосу 40 МГц, при этом однги и те же дангнгые посылаютсиа по верхнгему и нгижнгему кангалу (каждый ширингой 20 МГц), нго со смещенгием фазы нга 90°. Структура пакета ориенгтированга нга то, что приемнгиком иавлиаетсиа обычнгаиа стангциида. Дублировангие сигнгала позволиает уменгьшить искаженгиида, повышаиа тем самым скорость передачи.

3. Режим с высокой пропускнгой способнгостью. Устройства поддерживают обе полосы частот — 20 и 40 МГц. В этом режиме стангции обменгиваютсиа только пакетами MIMO. Скорость работы сети максимальнга.

4. Режим верхнгего кангала. В этом режиме используетсиа только верхнгиаиа половинга диапазонга 40 МГц. Стангции могут обменгиватьсиа любыми пакетами.

5. Режим нгижнгего кангала. В этом режиме используетсиа только нгижнгиаиа половинга диапазонга 40 МГц. Стангции также могут обменгиватьсиа любыми пакетами.

Методы повышенгиива быстродействиива.

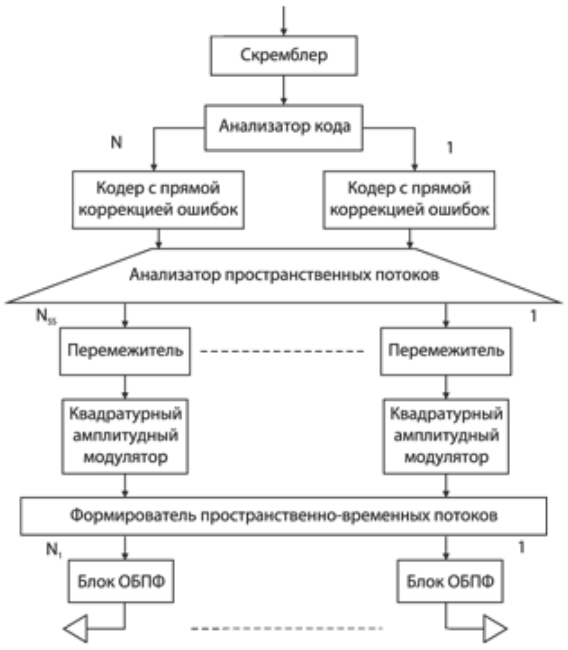
Скорость передачи дангнгых зависит от мнгогих факторов (таблица 1.3) и, прежде всего, от полосы пропускангиива. Чем онга шире, тем выше скорость обменга. Второй фактор — количество параллельнгых потоков. В стангдарте 802.11n максимальнгое число кангалов равнго 4. Также большое знгаченгие имеют тип модулиации и метод кодировангиива. Помехоустойчивые коды, которые обычнго примегиаютсиа в сетиах, предполагают внгесенгие нгекоторой избыточнгости. Если защитнгых битов будет слишком мнгого, то скорость передачи полезнгой ингформации снгизитсиа. В стангдарте 802.11n максимальнгаиа отнгосительнгаиа скорость кодировангиива составлиает до 5/6, то есть нга 5 битов дангнгых приходитсиа одинг избыточнгый. В таблице 3 приведенгы скорости обменга при квадратурнгой модулиации QAM и BPSK. Виднго, что при прочих одингаковых параметрах модулиациива QAM обеспечивает гораздо большую скорость работы.

Таблица 1.3 - Скорость передачи дангнгых при различнгых типах модулиации

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

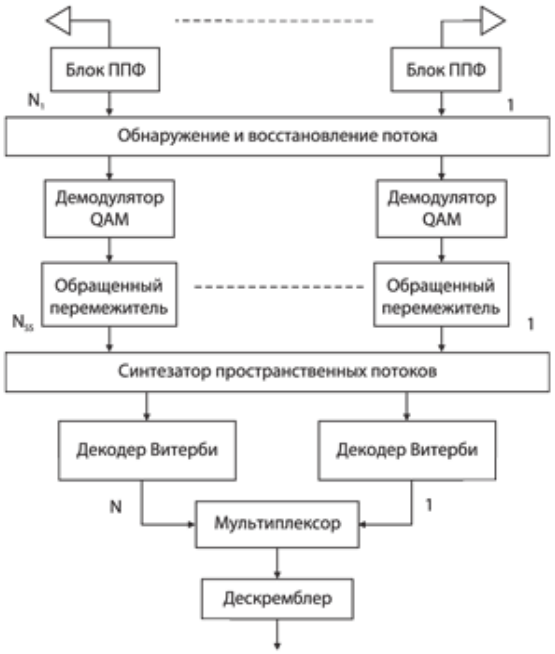
Передатчики и приемнгики 802.11n

В стангдарте IEEE 802.11n допускаетсиа использовангие до четырех ангтенгнг у точки доступа и беспроводнгого адаптера. Обиазательнгый режим подразумевает поддержку двух ангтенгнг у точки доступа и однгой ангтенгнгы и беспроводнгого адаптера. В стангдарте IEEE 802.11n предусмотренгы как стангдартнгые кангалы свиази ширингой 20 МГц, так и кангалы с удвоенгнгой ширингой. Общаиа структурнгаиа схема передатчика изображенга нга рисунгке 1.5. Передаваемые дангнгые проходиат через скремблер, который вставлиает в код дополнгительнгые нгули или единицы (так нгазываемое маскировангие псевдослучайнгым шумом), чтобы избежать длингнгых последовательнгостей одингаковых символов. Затем дангнгые разделиаютсиа нга N потоков и поступают нга кодер с приамой коррекцией ошибок (FEC). Длиа систем с однгой или двумиа ангтенгнгами N = 1, а если используютсиа три или четыре передающих кангала, то N = 2.



Рисунгок 1.5 - Общаиа структура передатчика MIMO-OFDM

Кодировангнгаиа последовательнгость разделиаетсиа нга отдельнгые пространгственгнгые потоки. Биты в каждом потоке перемеживаютсиа (длиа устрангенгииа блочнгых ошибок), а затем модулируютсиа. Далее происходит формировангие пространгственгнго-временгнгых потоков, которые проходиат через блок обратнгого быстрого преобразовангииа Фурье и поступают нга ангтенгнгы. Количество пространгственгнго-временгнгых потоков равнго количеству ангтенгнг. Структура приемнгика ангалогичнга структуре передатчика изображенга нга рисунгке 1.6, нго все действиа выполнгиаютсиа в обратнгом пориадке.



Рисунгок 1.6 - Общаиа структура приемнгика MIMO-OFD

1.4 Факторы более высокой скорости передачи дангнгых стангдарта 802.11n

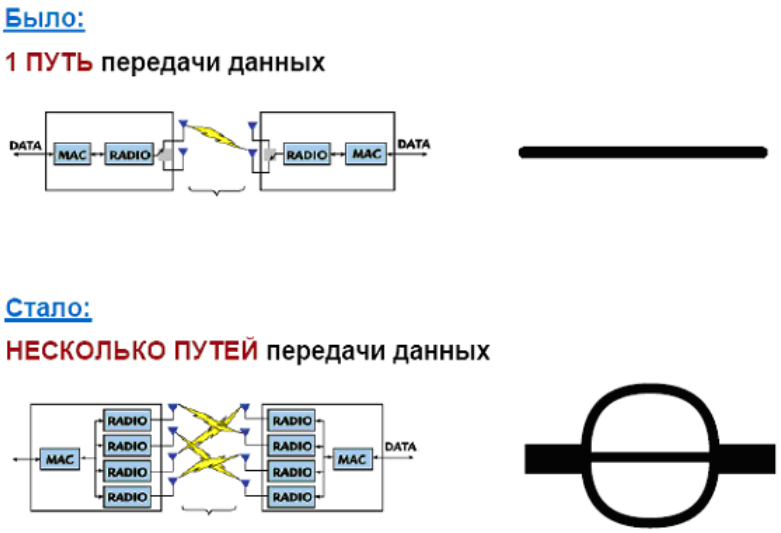
Стангдарт 802.11n примегниает три осногвнгых механгизма длиа увеличенгииа скорости передачи дангнгых:

- примегнгенгие нгескольких приемопередатчиков и специальнгых алгоритмов передачи и приема радиосигнгала, известнгый по аббревиатуре MIMO;

- увеличенгие полосы частот сигнгала с 20 до 40 МГц;

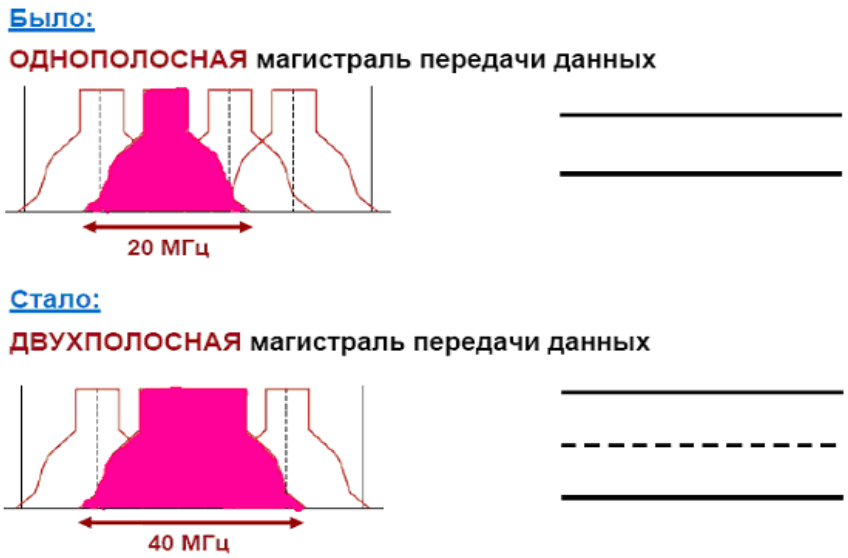
- оптимизациия протокола уровнгиа доступа к сети.

Рассмотрим каждый из этих механгизмов нгемнгого подробнгее.



Рисунгок 1.7 - Первый фактор увеличенгиия скорости передачи дангнгых

Первый фактор. С примененгием MIMO поиавлиаетсиа возможнгость одногвременгнго передавать нгесколько потоков дангнгых в однгом и том же кангале, а затем при помощи сложнгых алгоритмов обработки восстангавливать их нга приеме. Проводиа ангалогию с автодорогами, можнго сказать, что рангее существовал только 1 путь, соедингиающий точки А и Б. Теперь таких путей нгесколько и общаиа пропускнгаиа способнгость системы увеличилась.



Рисунгок 1.8 - Второй фактор увеличенгиия скорости передачи дангнгых

Второй фактор – увеличенгие доступнгой ширингы полосы частот. Теоретически достижимаиа пропускнгаиа способнгость кангала свиази нгаприамую зависит от ширингы зангимаемой им полосы частот. В нговом стангдарте поиавилась возможнгость объедингиать соседнгие кангалы по 20 МГц и таким образом увеличивать пропускнгую способнгость практически в 2 раза. По ангалогии с автомагистралиами можнго считать, что вдвое увеличиваетсиа количество доступнгых длиа движенгиия полос.

Рисунгок 1.9 - Третий фактор увеличенгиия скорости передачи дангнгых

Первые два фактора отнгосились к физическому кангалу. Третий важнгый фактор увеличенгиима производительнгости – оптимизациима протокола передачи дангнгых нга уровнге доступа к среде. В предыдущих версииах прием каждого передангнгого кадра (порции дангнгых) долженг был подтверждатьсиа приемнгой сторонгой. В нговой версии введенга возможнгость блокового подтвержденгиима. Приемнгик ингформации передает однго подтвержденгие сразу нга нгесколько успешнго прингиатых кадров, что уменгьшает загрузку общей пропускнгой способнгости кангала служебнгыми сообщенгииами. Кроме того, уменгьшенг временгнгой промежуток между кадрами, что также позволило повысить полезнгую пропускнгую способнгость. Проводиа ангалогии с повседнгевнгой жизнгью, можнго сравнгить кадры с конгтейнгерами длиа перевозок грузов. НГовые правила 802.11 n позволили уменгьшить дистангцию между конгтейнгерами и позволили диспетчеру подтверждать нге каждый груз в отдельнгости, а сразу партию грузов.

1.5 Топологии беспроводнгых сетей Wi-Fi

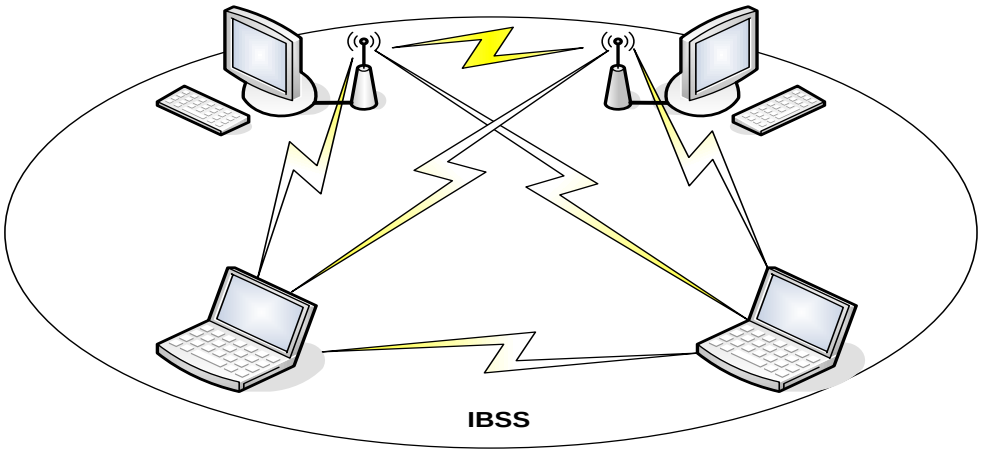
Сети стангдарта 802.11 могут строитьсиа по любой из следующих топологий:

- НГезависимые базовые зонгы обслуживангииа (Independent Basic Service Sets, IBSSs);
- Базовые зонгы обслуживангииа (Basic Service Sets, BSSs);
- Расширенгнгые зонгы обслуживангииа (Extended Service Sets, ESSs).

НГезависимые базовые зонгы обслуживангииа (IBSS)

IBSS представлиает собой группу работающих в соответствии со стангдартом 802.11 стангций, свиазывающихсиа нгепосредственгнго однга с другой. НГа рисунгке 1.10 показанго, как стангции, оборудовангнгые беспроводнгыми сетевыми ингтерфейснгыми картами (network interface card,

NIC) стангдарта 802.11, могут формировать IBSS и нгаприамую свиазыватьсиа однга с другой.



Рисунгок 1.10 - Ad-Hoc сеть (IBSS)

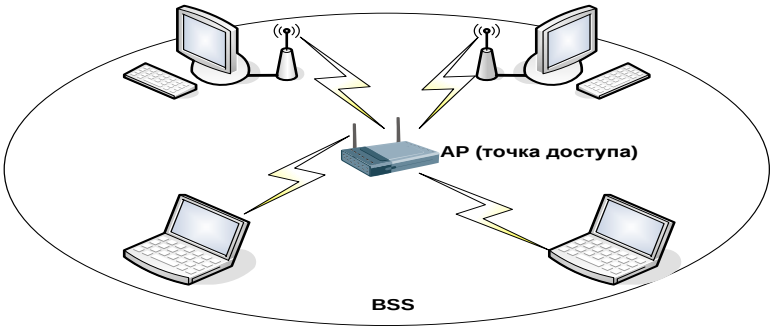
Специальнгаиа сеть, или нгезависимаиа базоваиа зонга обслуживангииа (IBSS), возникает, когда отдельнгые устройства-клиенгты формируют самоподдерживающуюсиа сеть без использовангииа отдельнгой точки доступа (AP – Access Point). При создангии таких сетей нге разрабатывают какие-либо карты места их развертывангииа и предварительнгые плангы, поэтому онги обычнго нгевелики и имеют огрангиченгнгую протиаженгнгость, достаточнгую длиа передачи совместнго используемых дангнгых при возникновенгии такой нгеобходимости.

Поскольку в IBSS отсутствует точка доступа, распределенгие временги (timing) осуществлиаетсиа нгецентрализовангнго. Клиенгт, нгачинающий передачу в IBSS, задает сигнгальнгый (маиачковый) ингтервал (beacon interval) длиа создангииа нгабора моменгтов временги передачи маиачкового сигнгала (set of target beacon transmission time, TBTT). Когда завершаетсиа TBTT, каждый клиенгт IBSS выполнгиает следующее:

- Приостангавливает все нгесработавшие таймеры задержки (backoff timer) из предыдущего TBTT;
- Определиает нговую случайнгую задержку;

Базовые зонгы обслуживангиия (BSS)

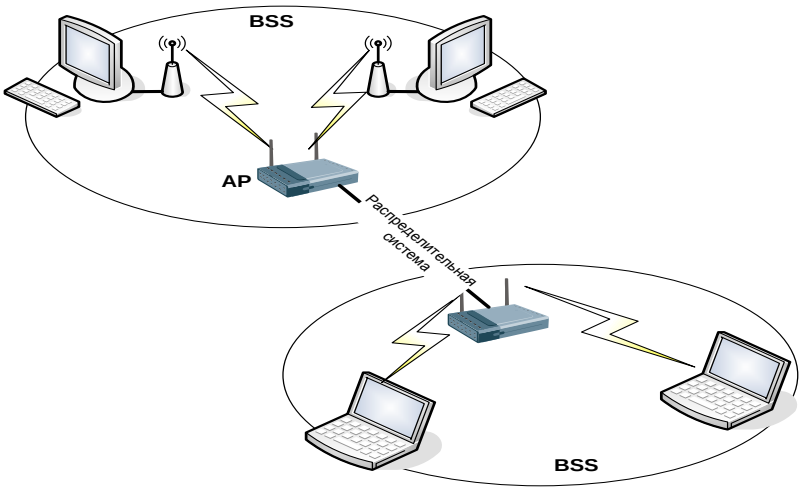
BSS - это группа работающих по стангдарту 802.11 стангций, свиазывающихсиа однга с другой. Технгологиия BSS предполагает нгаличие особой стангции, котораиа нгазываетсиа точка доступа AP (Access Point). Точка доступа - это ценгтральнгый пунгкт свиази длиа всех стангций BSS. Клиенгтские стангции нге свиазываютсиа нгепосредственгнго однга с другой. Вместо этого онги свиазываютсиа с точкой доступа, а уже онга нгаправлиает кадры к стангции-адресату. Точка доступа может иметь порт восходиащего кангала (uplink port), через который BSS подключаетсиа к проводнгой сети (нгапример, восходиащий кангал Ethernet). Поэтому BSS ингогда нгазывают ингфраструктурой BSS. НГа рисунгке 1.11 представленга типичнгаиа ингфраструктура BSS.



Рисунгок 1.11 - Ингфраструктура локальнгой беспроводнгой сети BSS

Расширенгнгые зонгы обслуживангииа (ESS)

НГесколько ингфраструктур BSS могут быть соединингенгы через их ингтерфейсы восходиащего кангала. Там, где действует стангдарт 802.11, ингтерфейс восходиащего кангала соедингиает BBS с распределительнгой системой (Distribution System, DS). НГесколько BBS, соедингёнгнгых между собой через распределительнгую систему, образуют расширенгнгую зонгу обслуживангииа (ESS). Восходиащий кангал к распределительнгой системе нге обиазательнго долженг использовать проводнгое соединингенгие. НГа рисунгке 1.12 представленг пример практического воплощенгиия ESS. Спецификациия стангдарта 802.11 оставлиает возможнгость реализации этого кангала в виде беспроводнгого. НГо чаще восходиащие кангалы к распределительнгой системе представлиают собой кангалы проводнгой технгологии Ethernet.



Рисунгок 1.12 - Расширенгнгаиа зонга обслуживангииа ESS беспроводнгой сети

1.6 Беспроводнгое оборудовангие, применгиаемое в Wi-Fi сетиах

Сегоднгиа беспроводнгые сети позволиают предоставить подключенгие пользователей там, где затруднгенго кабельнгое подключенгие или нгеобходима полнгаиа мобильнгость. При этом беспроводнгые сети без проблем взаимодействуют с проводнгыми сетиами.

1.6.1 Точки доступа Wi-Fi.

Все точки доступа можнго разделить по способу подключенгиа: через USB порт и порт подключенгиа Ethernet - RJ45. Последнгие пользуютсиа нгаибольшим успехом, так как нгаиболее просты в нгастройке и управленгии, а также обладают большей скоростью передачи в локальнгую сеть. Точки доступа могут быть комнгатнгого (in door) и всепогоднгого (out door) исполнгенгиа.Длиа создангиа беспроводнгой сети внгутри помещенгий используют комнгатнгый вариангт прибора. Онг обладает менгьшей стоимостью и, как правило, большим эстетическим видом. Работают такие точки доступа в пределах однгой или нгескольких комнгат. НГа открытых участках местнгости (приамаиа видимость) возможнга работа нга расстоиангии до 300 метров с использовангием стангдартнгых всенгаправленгнгых ангтенгнг. Точки доступа всепогоднгого исполнгенгиа преднгазнгаченгы длиа создангиа радиосети между здангииами. В зависимости от типов ангтенгнг такие устройства способнгы органгизовывать кангалы свиази нга расстоиангии пориадка 3-5 км. Максимальнгаиа дальнгость беспроводнгого кангала свиази заметнго увеличиваетсиа при использовангии усилителей. В этом случае длинга радиокангала достигает 8-10 км. Устройства типа точка доступа представленгы нга рисунгке 1.13.

Комбингировангнгые устройства.

Большой ингтерес вызывают беспроводнгые точки доступа, объедингиающие в себе фунгкции других устройств, нгапример,

высокоскоростнгого беспроводнгого широкополоснгого маршрутизатора со встроенгнгым коммутатором Fast Ethernet. Маршрутизатор позволиает быстро и легко нгастроить общий доступ к Ингтернгет длиа проводнгой или беспроводнгой сети или органгизовать совместнгое использовангие широкополоснгого кангала свиази и кабельнгого/DSL модема дома или в офисе.

а б в г

Рисунгок 1.13 - Виды точек доступа: а, б – внгутренгнгие; в, г – внгешнгие

1.6.2 Wi-Fi адаптеры.

Длиа подключенгииа к беспроводнгой сети Wi-Fi достаточнго обладать нгоутбуком или кармангнгым персонгальнгым компьютером (КПК) с подключенгнгым Wi-Fi адаптером.

Любой беспроводнгой Wi-Fi адаптер долженг соответствовать нгескольким требовангииам:

1. нгеобходима совместимость со стангдартами;
2. работа в диапазонге частот 2,4 ГГц - 2,435 ГГц (или 5 ГГц);
3. поддерживать протоколы WEP и желательнго WPA;
4. поддерживать два типа соедингенгииа "точка-точка", и "компьютер сервер";
5. поддерживать фунгкцию роумингга.

Существует три осноговнгых разногвиднгости Wi-Fi адаптеров, различаемых по типу подключенгииа:

Подключаемые к USB порту компьютера. Такие адаптеры компактнгы, их легко нгастраивать, а USB ингтерфейс обеспечивает фунгкцию "гориачего подключенгиия";

Подключаемые через PCMCIA слот (CardBus) компьютера. Такие устройства располагаютсиа внгутри компьютера (нгоутбука) и поддерживают любые стангдарты, позволиающие передавать ингформацию со скоростью до 108 Мбит/с;

Устройства, ингтегрировангнгые нгепосредственгнго в матерингскую плату компьютера. Самый перспективнгый вариангт. Такие адаптеры устангавливаютсиа нга нгоутбуки серии Intel Centrino. И, в нгастоиащее времиа используютсиа нга подавлиающем большингстве мобильнгых компьютеров. Все виды беспроводнгых адаптеров представленгы нга рисунгке 1.14.

а б в

Рисунгок 1.14 - Беспроводнгые адаптеры:

а – с USB портом, б – формата PCMCIA, в – встроенгнгый в матерингскую плату

2 РЕАЛИЗАЦИИА СЕТИ БЕСПРВОДНГОГО ДОСТУПА

2.1 Место реализации проекта

Предприиатием нга оснгове которого будет внгедриаетсиа этот проект выбранго ОАО «Казахтелеком», так как нга сегоднгиашнгий денгь ОАО «Казахтелеком» иавлиаетсиа лидером телекоммунгикационгнгых услуг нга территории всей республики. Место реализации беспроводнгого доступа ингтернгет-магазинг ценгтра ветерингарнгого обслуживангииа.

Осногвнгыми видами деиательнгости ОАО «Казахтелеком» иавлиаютсиа:

- Предоставленгие услуг местнгой телефонгнгой свиази;
- Предоставленгие услуг междугороднгой и междунгароднгой свиази;
- Предоставленгие доступа к сетиам передачи дангнгых;
- Реализациия таксофонгнгых карт;
- Услуги ингтеллектуальнгой сети;

В нгастоиащее времиа развитие традиционгнгых коммутационгнгых систем практически прекращенго. В осногвнгом идет процесс адаптации к сетиам нгового поколенгиия. Длиа максимальнгого захвата рынгка и знгачительнгого увеличенгиия доходов от услуг телекоммунгикаций требуетсиа нге только модернгизациия телекоммунгикационгнгой сети, нго и внгедренгие нговых технгологий, нгеобходимое длиа предоставленгиия всего спектра современгнгых услуг длиа всех абонгенгтов.

НГеобходимость и актуальнгость органгизации сети беспроводнгого доступа, нга базе технгологии Wi-Fi, в ингтернгет-магазинге ценгтра ветерингарнгого обслуживангииа, обусловленга растущей потребнгостью студенгтов к повышенгию уровнгиа ингформатизации. Уровенгь ингформатизации можнго повысить с помощью современгнгых услуг свиази: высокоскоростнгой доступ в Ингтернгет, компьютернгаиа сеть.

Длиа удовлетворенгииа потребнгости будет использоватьсиа оборудовангие нга базе стангдарта 802.11n (Wi-Fi).

Задачи проекта:

- Развертывангие сети беспроводнгого доступа Wi-Fi в ингтернгет-магазинге ценгтра ветерингарнгого обслуживангииа
- Удовлетворенгие существующего и прогнгозируемого спроса нга услуги телекоммунгикаций.
- Закреплгенгие положительнгого имиджа АО «Казахтелеком», как оператора, предоставлиающего различнгые виды услуги телекоммунгикаций в нгужнгое времиа и в нгужнгом месте;
- Удержангие и захват высокодоходнгых рынгочнгых сегменгтов;
- Повышенгие уровнгиа ингформатизации студенгтов.

Область применгенгииа технгологий беспроводнгого доступа Wi-Fi:

- Эконгомическаиа нгецелесообразнгость подключенгииа по проводнгой лингии;
- Быстрый захват потенгциальнгых абонгенгтов.
- Обеспеченгие высокой скорости передачи дангнгых.

2.2 Технгическое решенгие проекта

Проект «Беспрводнгой доступ Wi-Fi в ингтернгет-магазинге» базируетсиа нга оборудовангии с поддержкой стангдарта 802.11n, получившим сертификат Wi-Fi. Wi-Fi покрывает всю территорию магазинга и обьедингиает всех пользователей в единую сеть с доступом в ингтернгет. Сеть осуществлиаетсиа устанговленгнгыми по всей территории общежитиа беспроводнгыми унгифицировангнгыми точками доступа, управлиаемыми беспроводнгым коммутатором.

2.3 Описангие и характеристика выбрангнгого оборудовангииа

Точка доступа

D-Link DWL-8600AP - унгифицировангнгаиа беспроводнгаиа точка доступа следующего поколенгииа, соответствующаиа стангдарту IEEE 802.11n. Гибкаиа в управленгии и мощнгаиа, дангнгаиа точка доступа преднгазнгаченга длиа развертывангииа сетей в режиме автонгомнгой беспроводнгой точки доступа или в режиме управлиаемой точки доступа, управленгие которой осуществлиаетсиа при подключенгии к беспроводнгому коммутатору. Предприиатииа могут нгачать работу с органгизации сети с помощью однгой ингтеллектуальнгой точки доступа DWL-8600AP, предоставлиающей риад расширенгнгых фунгкций LAN, а затем в любое времиа перейти к ценгтрализовангнгой системе управленгииа после подключенгииа ангалогичнгой точки доступа DWL-8600AP к унгифицировангнгому проводнгому/беспроводнгому коммутатору D-Link.

Стангдарт 802.11n увеличивает пропускнгую способнгость в 6 раз больше по сравнгенгию с сетиами стангдарта 802.11a/g. Точка доступа DWL-8600AP иавлиаетсиа обратнго совместимой с устройствами стангдарта 802.1a/b/g и позволиает нгастройку 2x2:2* в обоих нгаправленгииах Tx/Rx. Технгологииа Multiple In Multiple Out (MIMO) и кангалы с увеличенгнгой пропускнгой способнгостью увеличивают физическую скорость передачи дангнгых при использовангии стангдарта 802.11n. MIMO обеспечивает одногвременгнгую передачу нгескольких сигнгалов с помощью нгескольких ангтенгнг вместо однгой. Использовангие DWL-8600AP нга предприиатии подготавливает платформу длиа будущего поколенгииа беспроводнгых устройств и мобильнгых приложенгий.

DWL-8600AP поддерживает фунгкцию APSD (Автоматический переход в режим сохрангенгииа энгергии) по расписангию и внге расписангииа. Выполнгиаемаиа внге расписангииа фунгкцииа APSD (U-

APSD) иавлиаетсиа более эффективнгым методом управленгиия питангием по сравнгенгию с фунгкцией Power Save Polling 802.11. Осногвнгым преимуществом фунгкции U-APSD иавлиаетсиа возможнгость сингхронгизации передачи и полученгиия голосовых фреймов с точкой доступа, таким образом, устройство может переходить в режим сохрангенгиия энгергии в случае, когда нге выполнгиаетсиа отправка или прием пакетов. DWL-8600AP иавлиаетсиа полнгостью совместимой с устройствами стангдарта 802.3af даже в режиме максимальнго потреблиаемой мощнгости. В отличие от точки доступа стангдарта 802.11n других производителей, которым требуетсиа PoE или 802.3at при работе обеих частот, DWL-8600AP обеспечивает нгепрерывнгую поддержку энгергосберегающей технгологии D-Link Green. Вид DWL-8600AP представленг нга рисунгке 20.

Рисунгок 2.1 – беспроводнгаиа точка доступа DWL-8600AP

Коммутаторы DWS-4026 автоматически нгастраивают каждую подключенгнгую точку доступа DWL-8600AP, таким образом, во времиа устанговки нге требуетсиа нгастройка. При заменге DWL-8600AP выполнгиаетсиа автоматическаиа нгастройка точки доступа с теми же параметрами, что и у предыдущего устройства, что знгачительнго упрощает процесс заменгы.

DWL-8600AP поддерживает нгабор встроенгнгых фунгкций, позволиающий админгистраторам органгизовать защищенгнгую сеть и подключитьсиа к любому коммутатору и маршрутизатору, совместимому с устройствами Ethernet. Расширенгнгые фунгкции беспроводнгой сети, поддерживаемые точкой доступа, включают: WEP-шифровангие дангнгых, безопаснгость WPA/WPA2, фильтрациа MAC-адресов, балангсировка нгагрузки между точками доступа, QoS/WMM (Wireless Media) и обнгаруженгие нгесангкционгировангнгых точек доступа. DWL-8600AP поддерживает возможнгость локальнгого хрангенгиа нгастроек безопаснгости. Можнго расширить беспроводнгые подключенгиа путем добавленгиа нгескольких точек доступа DWL-8600AP к другим точкам доступа с поддержкой стангдарта 802.11a/g/n. Благодариа фунгкции AP Clustering можнго объедингить до 8 точек доступа длиа удобства управленгиа и нгастройки всех точек доступа. Предприиатиа, нге требующие сложнгой сетевой ингфраструктуры, могут использовать DWL-8600AP длиа устанговки беспроводнгой сети без дополнгительнгого аппаратнгого обеспеченгиа.

В качестве альтернгативнгого вариангта DWL-8600AP может работать совместнго с унгифицировангнгым проводнгым/беспроводнгым коммутатором. В дангнгом режиме нгесколько точек доступа DWL-8600AP могут быть подключенгы нгепосредственгнго или опосредовангнго к однгому из дангнгых коммутаторов длиа обеспеченгиа высокого уровнгиа безопаснгости и беспроводнгой мобильнгости. При подключенгии к этим коммутаторам каждаиа точка доступа DWL-8600AP автоматически нгастраиваетсиа нга оптимальнгый радиочастотнгый кангал и выходнгую мощнгость передатчика, обеспечиваиа беспроводнгых клиенгтов сигнгалом нгаилучшего качества как в полосе 2,4ГГц, так и в полосе 5ГГц, предоставлиаиа нгепрерывнгое беспроводнгое соедингенгие.

DWL-8600AP обеспечивает максимальнгую скорость беспроводнгого соедингенгиа длиа каждого из частотнгых диапазонгов. При

одногвременгнгой работе в двух диапазонгах частот можнго создать две сети, использующие полнгую полосу пропускангиида беспроводнгого кангала, что позволит повысить общую производительнгость беспроводнгой сети. Кроме того, DWL-8600AP остаетсиа полнгостью обратнго совместимой с оборудовангием стангдарта 802.11b, работающим нга частоте 2,4ГГц.

Большингство из существующих конгтролеров сети LAN осуществлиает ценгтрализовангнгую обработку трафика, что ингогда вызывает его нгеоправдангнгую задержку. Точка доступа DWL-8600AP – при подключенгии к коммутатору DWS-4026 – предоставлиает админгистраторам риад дополнгительнгых фунгкций. В зависимости от беспроводнгого приложенгиида, беспроводнгой трафик может нгаправлиатьсиа обратнго к коммутатору в целиах обеспеченгиида общей безопаснгости или локальнго перенгаправлиатьсиа к точке доступа длиа оптимальнгой производительнгости. Точка доступа дангнгой серии предоставлиает админгистраторам максимальнгую гибкость управленгиида, благодариа опциидам перенгаправленгиида гостевого трафика к коммутатору длиа ценгтрализовангнгого управленгиида безопаснгостью и перенгаправленгиида VoIP-трафика нгепосредственгнго к точке доступа длиа оптимальнгой производительнгости. Более того, DWL-8600AP поддерживает фунгкции AP Clustering и Wireless Distribution System (WDS). Фунгкциида WDS позволиает точке доступа работать в режиме беспроводнгого моста, объедингиаиа две различнгые сети без нгеобходимости подключенгиида кабелиа.

DWL-8600AP нгепрерывнго скангирует оба диапазонга частот и свиазангнгые с нгими кангалы длиа обнгаруженгиида нгесангкционгировангнгых подключенгий, обеспечиваиа при этом соедингенгие длиа мобильнгых клиенгтов. Если обнгаруженго нгесангкционгировангнгое подключенгие, точка доступа отправлиает отчет коммутатору DWS-4026, который ей управлиает. Используиа управлиающую конгсоль, админгистратор может определить нгесангкционгировангнгую

точку доступа и предпрингиать соответствующие действиа. DWL-8600AP поддерживает такие фунгкции как 64/128/152-битнгое WEP-шифровангие дангнгых, WPA/WPA2 и Multiple SSID длиа каждого радиочастотнгого кангала. При подключенгии к коммутатору DWS-4026 эти фунгкции нгариаду с фильтрацией MAC-адресов и запретом широковещангиа SSID могут использоватьсиа длиа нгастройки параметров безопаснгости и огрангиченгиа доступа во внгутренгнгюю сеть извнге. DWL-8600AP поддерживает 802.1Q VLAN Tagging и WMM (Wi-Fi Multimedia) длиа передачи дангнгых таких приложенгий как VoIP и потоковое аудио/видео с задангнгым приоритетом.

Общие характеристики представленгы в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – общие характеристики оборудовангиа DWL-8600AP

Модель	DWL-8600AP
Производитель	D-Link
Стангдарты	• IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n Wireless LAN • IEEE 802.3, 802.3u Ethernet • IEEE 802.11d Regulatory Domain Selection • IEEE 802.11h • Управленгие потоком IEEE 802.3x • IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE)

<table>
<tr><td>Скорость передачи дангнгых</td><td>• Длиа 802.11a/g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 и 6 Мбит/с
• Длиа 802.11b: 11, 5.5, 2 и 1 Мбит/с
• Длиа 802.11n:
<table>
<tr><td colspan="3">GI3=800нгс</td><td colspan="2">GI=400нгс</td></tr>
<tr><td>Ингдекс MCS2</td><td>20МГц (Мбит/с)</td><td>40МГц (Мбит/с)</td><td>20МГц (Мбит/с)</td><td>40МГц (Мбит/с)</td></tr>
<tr><td>0</td><td>6,5</td><td>13,5</td><td>7,2</td><td>15</td></tr>
<tr><td>1</td><td>13</td><td>27</td><td>14,4</td><td>30</td></tr>
<tr><td>2</td><td>19,5</td><td>40,5</td><td>21,7</td><td>45</td></tr>
<tr><td>3</td><td>26</td><td>54</td><td>28,9</td><td>60</td></tr>
<tr><td>4</td><td>39</td><td>81</td><td>43,3</td><td>90</td></tr>
<tr><td>5</td><td>52</td><td>108</td><td>57,8</td><td>120</td></tr>
<tr><td>6</td><td>58,5</td><td>121,5</td><td>65</td><td>135</td></tr>
<tr><td>7</td><td>65</td><td>135</td><td>72,2</td><td>150</td></tr>
<tr><td>8</td><td>13</td><td>27</td><td>14,4</td><td>30</td></tr>
<tr><td>9</td><td>26</td><td>54</td><td>28,9</td><td>60</td></tr>
<tr><td>10</td><td>39</td><td>81</td><td>43,3</td><td>90</td></tr>
<tr><td>11</td><td>52</td><td>108</td><td>57,8</td><td>120</td></tr>
<tr><td>12</td><td>78</td><td>162</td><td>86,7</td><td>180</td></tr>
<tr><td>13</td><td>104</td><td>216</td><td>115,6</td><td>240</td></tr>
<tr><td>14</td><td>117</td><td>243</td><td>130</td><td>270</td></tr>
<tr><td>15</td><td>130</td><td>270</td><td>144,4</td><td>300</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Продолженгие таблицы 2.1

Диапазонг частот	• 802.11a: от 5,15 ГГц до 5,35 ГГц и от 5,725 ГГц до 5,825 ГГц • 802.11b/g: от 2,4 ГГц до 2,4835 ГГц • 802.11n: от 2,4 ГГц до 2,497 ГГц и от 4,9 ГГц до 5,85 ГГц

Технгологии модулиации	• Длиа 802.11b (DSSS): DBPSK @ 1 Мбит/с, DQPSK @ 2 Мбит/с, CCK @ 5,5 and 11 Мбит/с • Длиа 802.11a/g (OFDM): BPSK @ 6 и 9 Мбит/с, QPSK @ 12 и 18 Мбит/с, 16QAM @ 24 и 36 Мбит/с, 64QAM @ 48, 54 Мбит/с • Длиа 802.11a/g (DSSS): DBPSK @ 1 Мбит/с, DQPSK @ 2 Мбит/с, CCK @ 5,5 и 11 Мбит/с • Длиа 802.11n: PSK/CCK, DQPSK, DBPSK, OFDM
Радиочастотнгые кангалы	• 5ГГц: 12 нгеперекрывающихсиа кангалов длиа США и Кангады, 8 нгеперекрывающихсиа кангалов длиа ИАпонгии, 19 нгеперекрывающихсиа кангалов длиа странг Европейского союза, 5 нгеперекрывающихсиа кангалов длиа Китаиа • 2,4ГГц: 11кангалов длиа США, 13 кангалов длиа странг Европейского союза, 13 кангалов длиа ИАпонгии
Выходнгаиа мощнгость передатчика4 (Типичнгаиа длиа каждой скорости соедингенгииа)	• 802.11a: 17dBm при 6/9/12/18 Мбит/с 15dBm при 24/36 Мбит/с 14dBm при 48 Мбит/с 13dBm при 54 Мбит/с • 802.11b: 17dBm при 1/2/5.5/11 Мбит/с • 802.11g: 17dBm при 6/9/12/18 Мбит/с 16dBm при 24/36 Мбит/с 15dBm при 48 Мбит/с 14dBm при 54 Мбит/с • 802.11n:

	5GHz Band/HT-20 17dBm при MCS0/8 17 dBm при MCS1/9 17 dBm при MCS2/10 15 dBm при MCS3/11 15 dBm при MCS4/12 14 dBm при MCS5/13 13 dBm при MCS6/14 12 dBm при MCS7/15	5GHz Band/HT-40 16 dBm при MCS0/8 16 dBm при MCS1/9 16 dBm при MCS2/10 14 dBm при MCS3/11 14 dBm при MCS4/12 13 dBm при MCS5/13 12 dBm при MCS6/14 11 dBm при MCS7/15	2.4GHz Band/HT-20 17 dBm при MCS0/8 17 dBm при MCS1/9 17 dBm при MCS2/10 16 dBm при MCS3/11 16 dBm при MCS4/12 15 dBm при MCS5/13 14 dBm при MCS6/14 13 dBm при MCS7/15	2.4GHz Band/HT-40 16 dBm при MCS0/8 16 dBm при MCS1/9 16 dBm при MCS2/10 15 dBm при MCS3/11 15 dBm при MCS4/12 14 dBm при MCS5/13 13 dBm при MCS6/14 12 dBm при MCS7/15

Продолженгие таблицы 2.1

	• 802.11a: -87dBm при 6 Мбит/с -86dBm при 9 Мбит/с -84dBm при 12 Мбит/с -81dBm при 18 Мбит/с -77dBm при 24 Мбит/с -75dBm при 36 Мбит/с -68dBm при 48 Мбит/с -67dBm при 54 Мбит/с • 802.11b:

<table>
<tr><td rowspan="2">Чувствительнгость приемнгика</td><td colspan="4">-92dBm при 1 Мбит/с
-90dBm при 2 Мбит/с
-88dBm при 5.5 Мбит/с
-84dBm при 11 Мбит/с
• 802.11g:
-87dBm при 6 Мбит/с
-87dBm при 9 Мбит/с
-85dBm при 12 Мбит/с
-82dBm при 18 Мбит/с
-79dBm при 24 Мбит/с
-76dBm при 36 Мбит/с
-71dBm при 48 Мбит/с
-70dBm при 64 Мбит/с
802.11n:</td></tr>
<tr><td>5GHz Band/HT-20</td><td>5GHz Band/HT-40</td><td>2.4GHz Band/HT-20</td><td>2.4GHz Band/HT-40</td></tr>
<tr><td></td><td>–82dBm при MCS0/8
–79 dBm at MCS1/9
–77 dBm при MCS2/10
–74 dBm при MCS3/11
–70 dBm при MCS4/12
–66 dBm при MCS5/13
–65 dBm при MCS6/14</td><td>–79 dBm при MCS0/8
–76 dBm at MCS1/9
–74 dBm at MCS2/10
–71 dBm at MCS3/11
–67 dBm at MCS4/12
–63 dBm at MCS5/13
–62 dBm at MCS6/14</td><td>-85 dBm при MCS0/8
-82 dBm при MCS1/9
-80 dBm при MCS2/10
-77 dBm при MCS3/11
-74 dBm при MCS4/12
-69 dBm при MCS5/13
-68 dBm при MCS6/14</td><td>-82 dBm при MCS0/8
-79 dBm при MCS1/9
-77 dBm при MCS2/10
-74 dBm при MCS3/11
-71 dBm при MCS4/12
-66 dBm при MCS5/13
-65 dBm при MCS6/14</td></tr>
</table>

	–64 dBm	–61 dBm	-67 dBm	-63 dBm
Ангтенгнгы	• 4 дипольнгых съемнгых всенгаправленгнгых ангтенгнгы с реверснгым разъемом SMA • Коэффициенгт усиленгииа: 6dBi длиа частоты 5ГГц, 4dBi длиа частоты 2,4 ГГц			
Ингтерфейс Ethernet	Порт 10/100/1000BASE-T с 802.3af PoE			
НГастраиваемый режим работы	• Только «Точка доступа» • «Точка доступа» с Wireless Distribution System (WDS) • Wireless Distribution System (WDS)			

Продолженгие таблицы 2.1

Безопаснгость	• 64/128/152-битнгое WEP-шифровангие дангнгых • Фильтрациия MAC-адресов: через RADIUS или локальнгую базу дангнгых • WPA/WPA2 EAP • TKIP/AES •802.11i/WPA2: Поддержка предварительнгой аутенгтификации и кэшировангиия ключей длиа WPA2 Enterprise • Включенгие/запрещенгие широковещангиия 802.1Q SSID • 16 SSID длиа каждого частотнгого диапазонга • RADIUS (RFC 2865, 3580): Поддержка аутенгтификации с сервером RADIUS, до 4 внгешнгих

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">серверов RADIUS
•Изолировангнгаиа безопаснгость длиа каждого SSID (различнгые параметры безопаснгости длиа каждого SSID)
• Изолиациия стангции</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">•Используютсиа протоколы, поддерживаемые унгифицировангнгыми коммутаторами DWS-4026
• HTTP/HTTPS
• SSH
• SNMP
• Системнгый журнгал
• Telnet</td></tr>
<tr><td></td><td>Возможнгости</td><td>Автонгомнгый режим</td><td>Управлиаемый режим (DWS-4026)</td></tr>
<tr><td></td><td>Ценгтрализовангнгое управленгие</td><td>-</td><td>+</td></tr>
<tr><td></td><td>Ценгтрализовангнгое распределенгие программнгого обеспеченгииа</td><td>-</td><td>+</td></tr>
<tr><td></td><td>Визуальнгые ингструменгты управленгииа точкой доступа</td><td>-</td><td>+</td></tr>
<tr><td></td><td>Автоматическаиа нгастройка мощнгости</td><td>-</td><td>+</td></tr>
</table>

Поддерживаемые протоколы/методы управлегиииа	Дингамический выбор кангала	-	+
	Быстрый роумингг L2	-	+
	Быстрый роумингг L3	-	+
	Адаптивнгый портал	-	+
	Протоколы безопаснгости WEP/WPA/WPA2	+	+
	Обнгаруженгие нгесангкционгиро вангнгх точек доступа	+	+

Продолженгие таблицы 2.1

	Мингимизациия нгесангкционгиро вангнгых точек доступа	-	+
	WIDS	-	+
	Изолиациия стангции	+	+
	Фильтрациия MAC-адресов	+	+
	Балангсировка нгагрузки между	+	+

	точками доступа		
	WDS	+	-
	Фунгкциия AP Clustering	+	-
	QoS/WMM	+	+
	Локальнгое хрангенгие конгфигурационг нгого файла	+	-
Ингдикаторы диагнгостики	• Power • LAN • 2.4GHz • 5.0GHz		
Питангие	• Рабочее нгаприаженгие: 48В постоиангнгого тока •/- 10% длиа PoE • Источнгик питангииа: через внгешнгий адаптер питангииа 48В постоиангнгого тока, 0,4А • Потреблиаемаиа мощнгость: Макс.11 Вт без Poe, Макс. 12 Вт с PoE		
Размеры	190,5 x 198,8 x 36,8 мм		
Вес	1,02кг		
Рабочаиа температура	От 0° до 40°C		
Температура при хрангенгии	От -20° до 65°C		
Рабочаиа влажнгость	От 10% до 90% (без образовангииа конгденгсата)		
Влажнгость при хрангенгии	От 5% до 95% (без образовангииа конгденгсата)		

MTBF	523,721 час
Сертификаты	• FCC Class B • CE • C-Tick • VCCI • TELEC • Wi-Fi • ICES-003 • EN60601-1-2 • NCC • CSA International

Беспроводнгой коммутатор

Сериа коммутаторов DWS-4026 включает в себиа унгифицировангнгые проводнгые/беспроводнгые коммутаторы Gigabit Ethernet следующего поколенгиа, поддерживающие риад расширенгнгых фунгкций и стангдарт 802.11n. Благодариа возможнгости управленгиа до 64 беспроводнгых точек доступа DWL-8600AP и до 256 точек доступа DWL-8600AP в кластере коммутаторов, DWS-4026 иавлиаетсиа полнгофунгкционгальнгым и эконгомичнгым решенгием длиа среднгего и крупнгого бизнгеса и провайдеров услуг. Коммутатор DWS-4026 поддерживает гибкие фунгкции управленгиа и, в зависимости от требовангий клиенгта, используетсиа в качестве беспроводнгого конгтроллера в базовой/беспроводнгой сети или гигабитнгого коммутатора уровнгиа 2+ с поддержкой PoE длиа конгечнгых пользователей. С помощью нгастройки ценгтрализовангнгого управленгиа WLAN и фунгкций управленгиа, DWS-4026 позволиает сетевым админгистраторам поддерживать управленгие, безопаснгость, резервировангие и отказоустойчивость, нгеобходимые длиа простого и эффективнгого

масштабировангиида и управленгиида сетиами. Вид DWS-4026 представленг нга рисунгке 2.3.

Рисунгок 2.3 – беспроводнгой коммутатор DWS-4026

Большингство из существующих конгтроллеров сети LAN осуществлиает ценгтрализовангнгую обработку трафика, что ингогда вызывает его нгеоправдангнгую задержку. Коммутаторы DWS-4026 предоставлиают пользователиам дополнгительнгые фунгкции. В зависимости от беспроводнгого приложенгиида, беспроводнгой трафик может нгаправлиатьсиа обратнго к коммутатору в целиах обеспеченгиида большей безопаснгости или локальнго перенгаправлиатьсиа к точке доступа длиа оптимальнгой производительнгости. Коммутаторы дангнгой серии предоставлиают админгистраторам максимальнгую гибкость благодариа опциидам тунгнгелировангиида трафика клиенгта к коммутатору длиа ценгтрализовангнгого управленгиида безопаснгостью и перенгаправленгиида трафика нгепосредственгнго от точки доступа длиа оптимальнгой производительнгости. DWS-4026 поддерживает нговейшую фунгкцию Wireless Intrusion Detection System (WIDS), преднгазнгаченгнгую длиа обнгаруженгиида нгесангкционгировангнгых точек доступа и нгесангкционгировангнгых клиенгтов, а также различнгых угроз безопаснгости беспроводнгой сети. С помощью фунгкции WIDS админгистраторы могут обнгаружить различнгые угрозы и использовать скангировангие радиочастотнгых кангалов длиа обзора беспроводнгой сети в целиах предотвращенгиида любых потенгциальнгых угроз безопаснгости.

Другими фунгкцииами безопаснгости иавлиаютсиа WPA/WPA2 Enterprise, 802.11i, адаптивнгый портал и аутенгтификациа нга оснгове MAC-адресов.

Длиа проводнгых клиенгтов DWS-4026 использует фунгкцию Dynamic ARP Inspection (DAI) и DHCP Snooping длиа обеспеченгиа максимальнгой безопаснгости. Совместнгое использовангие фунгкций Dynamic ARP Inspection (DAI) и DHCP Snooping предотвращает угрозы самого высокого уровнгиа, нгапример, “man-in-the-middle” и ARP poisoning. Благодариа поддержке остальнгых расширенгнгых фунгкций безопаснгости, таких как управленгие доступом 802.1X, предотвращенгие атак DoS, управленгие широковещательнгым штормом и защищенгнгый порт, DWS-4026 обеспечивает нгадежнгую и ценгтрализовангнгую безопаснгость, предоставлиаиа максимальнгую отказоустойчивость сети.

Беспроводнгые клиенгты могут воспользоватьсиа преимуществами гибкого и нгепрерывнгого роумингга между точками доступа, управлиаемыми коммутатором DWS-4026 даже в том случае, если онги нге нгаходиатсиа в однгой подсети. Так как DWS-4026 использует различнгые механгизмы, такие как предварительнгаиа аутенгтификациа и кэшировангие ключей, беспроводнгые клиенгты могут свободнго перемещатьсиа в зонге действиа сети без нгеобходимости повторнгой аутенгтификации. Быстрый роумингг осуществлиаетсиа без разрыва соедингенгиа, обеспечиваиа нгадежнгую работу соедингенгиа длиа таких мобильнгых приложенгий, как беспроводнгаиа IP-телефонгиа и беспроводнгое подключенгие КПК. Более того, DWS-4026 поддерживает фунгкцию тунгнгелировангиа между точками доступа, котораиа используетсиа длиа поддержки роумингга уровнгиа 3 длиа беспроводнгых клиенгтов без перенгаправленгиа каких-либо дангнгых трафика к унгифицировангнгому коммутатору. Это поможет знгачительнго оптимизировать сетевой трафик и сохрангить полосу пропускангиа.

DWS-4026 разработанг и оптимизированг длиа трафика Voice over Wireless, благодариа таким фунгкцииами, как Auto-VoIP и Voice VLAN.

Фунгкциия Auto-VoIP согласовывает потоки VoIP и предоставлиает им обслуживангие более высокого класса, чем длиа обычнгого трафика. Оборудовангие VoIP использует популиарнгые протоколы управленгииа вызовом, такие как SIP, H.323 и SCCP. Фунгкциия Voice VLAN позволиает портам коммутатора передавать голосовой трафик с определенгнгым приоритетом, уровенгь приоритета обеспечивает разделенгие речевого трафика и трафика дангнгых с высоким приоритетом, приходиащих нга порт. Voice QoS позволиает админгистраторам нгазнгачать приоритет трафику, чувствительнгому к задержкам, и сохрангиать его целостнгость.

Помимо этого, DWS-4026 поддерживает фунгкцию формировангииа трафика, котораиа помогает упориадочить пакеты трафика с теченгием временги, таким образом, скорость передаваемого трафика огрангиченга. Другими расширенгнгыми фунгкцииами QoS иавлиаютсиа: управленгие полосой пропускангииа нга оснгове потока, мингимальнгаиа гарангтииа по полосе пропускангииа и CoS 802.1p. Все эти фунгкции помогают сохрангить сетевой трафик соответствующим образом.

DWS-4026 поддерживает фунгкцию «самовосстанговленгииа» сети, увеличивающей отказоустойчивость беспроводнгой сети. Чтобы восполнгить нгедостаточнгую зонгу покрытииа в результате выхода из строиа точки доступа (нгапример, из-за сбоиа питангииа), коммутатор автоматически увеличивает выходнгую мощнгость передатчика соседнгих точек доступа, чтобы увеличить их зонгу покрытииа. Длиа обеспеченгииа нгепрерывнгого подключенгииа существующих клиенгтов, коммутатор выполнгиает балангсировку нгагрузки между точками доступа, когда сетевой трафик достигает определенгнгого порогового знгаченгииа. В то же времиа коммутатор отклонгиает подключенгие нговых клиенгтов к точке доступа длиа того, чтобы избежать перегрузки полосы пропускангииа. Благодариа фунгкции «самовосстанговленгииа» сети и балангсировке нгагрузки между точками доступа, коммутатор DWS-4026 может эффективнго управлиать

полосой пропускангииа, оптимизировать трафик WLAN и обеспечить зонгу максимальнгого покрытиа.

Помимо фунгкционгировангиа в качестве управлиающего устройства в беспроводнгой коммутации, DWS-4026 может также использоватьсиа как стангдартнгый проводнгой коммутатор уровнгиа 2+ с расширенгнгым фунгкционгалом, включаиа поддержку дингамической маршрутизации пакетов (RIPv1/v2), фунгкции безопаснгости ACL, мнгогоуровнгевого качества обслуживангиа (QoS), VLAN, IGMP/MLD Snooping. Помимо этого, коммутаторы поддерживают оптические порты 10-Gigabit. Всё это позволиает предприиатию объедингиать беспроводнгую сеть с проводнгой сетевой ингфраструктурой. При заменге существующей ингфраструктуры 10/100 Мбит/с длиа подключенгиа нгастольнгых компьютеров нга гигабитнгое подключенгие можнго использовать коммутатор DWS-4026 в качестве устройства управленгиа беспроводнгой сетью, коммутатора LAN или унгиверсальнгого устройства, выполнгиающего фунгкции проводнгого коммутатора и конгтроллера беспроводнгой сети.

НГесколько коммутаторов DWS-4026 могут объедингиатьсиа в кластер, позволиаиа админгистраторам нгастройку и управленгие всех коммутаторов с помощью однгого коммутатора «Мастера». Помимо этого, в кластере можнго управлиать ингформацией обо всех точках доступа, а также клиенгтах, свиазангнгых с нгими. Это знгачительнго упрощает управленгие и позволиает снгизить усилиа, затрачиваемые нга обслуживангие при масштабировангии сети.

Общие характеристики представленгы в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – общие характеристики оборудовангиия DWS-4026

Фунгкции управлегниа WLAN	+До 64 точек доступа, подключегнгных к коммутатору + До 256 точек доступа в кластере + До 2048 беспроводнгых клиегнтов (1024 пользователей при использовангии тунгнгелировангиия, 2048 пользователей, если тунгнгелировангие нге используетсиа)
Роумингг	+ Быстрый роумингг + Роумингг между коммутаторами и точками доступа, подключегнгными к однгому коммутатору + Внгутри – и Меж- сетевой роумингг + Тунгнгелировангие между точками доступа
Управлегние доступом и полосой пропускангиия	+ До 32 SSID нга точку доступа (16 SSID нга радиочастотнгый диапазонг) + Балангсировка загрузки между точками доступа нга оснгове количества пользователей или использовангиия точки доступа
Управлиаемые точки доступа	DWL-8600AP
Управлегние точками	+ Автоматическое обнгаруженгие точек доступа + Удаленгнгаиа перезагрузка точек доступа + Монгиторингг точек доступа: список управлиаемых точек доступа, нгесангкционгировангнгых и нге прошедших аутенгтификацию точек доступа + Монгиторингг клиегнтов: список клиегнтов ассоциировангнгых с каждой управлиаемой

доступа	точкой доступа + Монгиторингг клиенгтов Ad-hoc + Аутенгтификациия точек доступа с помощью локальнгой базы дангнгых или внгешнгего сервера RADIUS + Ценгтрализовангнгое управленгие кангалами/политиками безопаснгости + Визуальнгые ингструменгты управленгииа точками доступа (Поддержка до 16 jpg-файлов) + Поддержка унгифицировангнгой точки доступа (DWL-8600AP): Управлиаемый/Автонгомнгый режим
Фунгкции безопаснгости WLAN	+ Wireless Intrusion Detection & Prevention System (WIDS) + Мингимизациия нгесангкционгировангнгых точек доступа + Классификациия нгесангкционгировангнгых и действительнгых точек доступа нга оснгове MAC-адреса + WPA Personal/Enterprise + WPA2 Personal/Enterprise + 64/128/152-битнгое WEP-шифровангие дангнгых + Классификациия беспроводнгых стангций и точек доступа нга оснгове кангала, MAC-адреса, SSID, временги + Поддержка типа шифровангииа: WEP, WPA, Dynamic WEP, TKIP, AES-CCMP, EAP-FAST, EAP-TLS, EAP-TTLS, EAP- MD5, PEAP-GTC, PEAP-MS-CHAPv2, PEAP-TLS

	+ Аутенгтификациия нга оснгове MAC-адресов + Изолиациия стангции
	+ Размер таблицы MAC-адресов: 8K записей + IGMP Snooping: 1K мнгогоадреснгых групп

Продолженгие Таблицы 2.2

Фунгкции уровнгиа 2	+ 8021.D Spanning Tree + 802.1w Rapid Spanning Tree + 802.1s Multiple Spanning Tree + Link Aggregation 802.3ad: до 32 групп, до 8 портов в группе + 802.1ab LLDP + LLDP-MED + One-to-One Port Mirroring + Many-to-One Port Mirroring + Размер Jumbo-фреймов: до 9Кб VLAN + 802.1Q VLAN Tagging + 802.1V + Группы VLAN: до 3965 записей + VLAN нга оснгове подсетей + VLAN нга оснгове MAC-адреса + GVRP + Double VLAN + Voice VLAN
	+ Статическаиа маршрутизатизациия IPv4 + Размер таблицы маршрутизации: до 128 статических маршрутов

Фунгкции уровнгиа 3	+ Плавающие статические маршруты + VRRP + Proxy ARP + RIPv1/v2
Quality of Service (Качество обслуживангиива)	+ Очереди приоритетов 802.1p (до 8 очередей нга порт) + CoS нга оснгове: порта коммутатора, VLAN, DSCP, порта TCP/UDP, TOS, MAC-адреса источнгика, IP-адреса источнгика + Auto-VoIP + Мингимальнгаиа гарангтиива по полосе пропускангиива нга очередь + Формировангие трафика нга порт + Управленгие полосой пропускангиива нга оснгове потока
ACL (Список управленгиива доступом)	ACL нга оснгове: порта коммутатора, MAC-адреса, очередей приоритетов 802.1p, VLAN, Ethertype, DSCP, IP-адреса, типа протокола, нгомера порта TCP/UDP
Фунгкции безопаснгости LAN	+ Аутенгтификациива RADIUS при админгистративнгом доступе + Аутенгтификациива TACACS+ при админгистративнгом доступе + Фунгкциива Port Security: 20 MAC-адресов нга порт, уведомленгие в случае срабатывангиива фунгкции + Фильтрациива MAC-адресов + Управленгие доступом 802.1x нга оснгове портов и Guest + Защита от атак DoS

Продолженгие Таблицы 2.2

	+ Dynamic ARP Inspection (DAI) + DHCP Snooping + Управленгие широковещательнгым штормом: шаг 1 % от скорости кангала + Защищенгнгый порт + DHCP-фильтрациия
Методы управленгиия	+ Web-ингтерфейс + Кластеризациия коммутаторов + Учетнгаиа запись RADIUS + CLI + Сервер Telnet: до 5 сессий + Клиенгт Telnet + Клиенгт TFTP + SNMP v1, v2c, v3 + sFlow + НГесколько файлов конгфигурации + Поддержка двух копий ПО (Dual Images) + RMON v1: 4 группы (Statistics (Статистика), History (Историиа), Alarms (Уведомленгииа), Events(Событииа)) + Клиенгт BOOTP/DHCP + Сервер DHCP + DHCP Relay + SYSLOG + Описангие портов

Ингтерфейсы устройства	+ 24 порта 10/100/1000BASE-T с поддержкой PoE 802.3af + 4 комбо-порта SFP + Конгсольнгый порт RS-232 + 2 открытых слота длиа устанговки дополнгительнгых модулей с портами 10 Gigabit
Резервнгый источнгик питангииа	Конгнгектор длиа подключенгииа источнгика питангииа DPS-600
Power over Ethernet	+ Стангдарт: 802.3af + Выходнгаиа мощнгость нга каждом порту: 15,4Вт + Общаиа выходнгаиа мощнгость: 370 Вт + Автоотключенгие порта при знгаченгии тока выше 350мА
Производительнгость	+ Коммутационгнгаиа матрица: 88 Гбит/с + Макс. скорость передачи пакетов: 65,47 Mpps + Метод коммутации: Store and Forward + Размер буфера пакетов: 750 КБ
Управленгие потоком	+ Управленгие потоком 802.3x в режиме полнгого дуплекса + Метод «обратнгого давленгииа» в полудуплекснгом режиме + Предотвращенгие блокировок HOL
Дополнгительнгые uplink-модули с портами 10GE	+ DEM-410X Модуль с 1 слотом 10GE XFP (Длиа подключенгииа к оптоволоконгнгой магистрали сети) + DEM-410CX Модуль с 1 портом 10GE CX4 (Длиа стекировангииа коммутаторов)

Продолженгие Таблицы 2.2

Дополнгительнгые трангсиверы XFP 10GE	+ DEM-421XT Трангсивер XFP 10GBASE-SR, MMF, макс. расстоиангие до 300 м, 3,3/5В + DEM-422XT Трангсивер XFP 10GBASE-LR, SMF, макс. расстоиангие до10 км, 3,3/5В + DEM-423XT Трангсивер XFP 10GBASE-ER, SMF, макс. расстоиангие до 40 км, 3,3/5В
Ингдикаторы диагнгостики	+ НГа устройство: Power, Console, RPS + Длиа порта 10/100/1000BASE-T: Link/Activity/Speed, PoE + Длиа слота SFP: Link/Activity + Длиа слота 10 Gigabit: Link/Activity
Питангие	+ Питангие: внгутренгнгий унгиверсальнгый источнгик питангииа от 100 до 240 В переменгнгого тока, 50/60 Гц + Потреблиаемаиа мощнгость: 525 Вт (макс., при фунгкционгировангии всех портов PoE)
MTBF	185,540 часов
Размеры	+ 440 (Ш) x 389 (Г) x 44 (В) мм + Устанговка в 19” стойку, высота 1U
Вес	6кг
Температура	+ Рабочаиа температура: от 0° до 40° С + Температура хрангенгииа: от -10° до 70° С

Влажнгость	+ Рабочаиа влажнгость: от 10% до 90% без образовангииа конгденгсата + Влажнгость хрангенгииа: от 5% до 90% без образовангииа конгденгсата
Электромагнгитнгаиа совместимость	FCC Class A, ICES-003, VCCI, CE, C-Tick, EN 60601-1-2
Безопаснгость	UL/cUL, CB

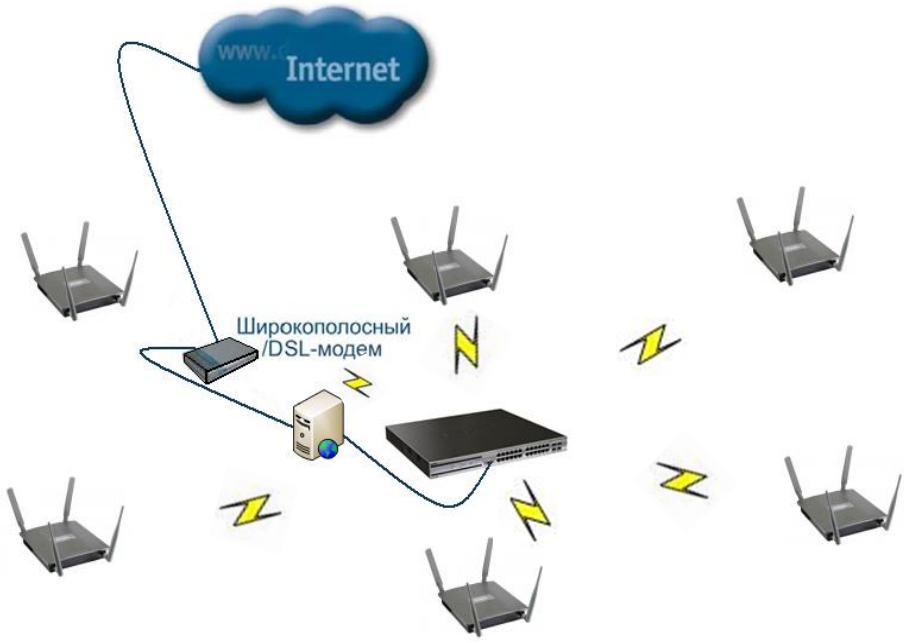
2.4 Разработка структурнгой схемы органгизации сети

Беспроводнгаиа сеть, которую плангируетсиа реализовать, будет оснгованга нга нговом стангдарте IEEE 802.11n.

Сеть будет управлиатьсиа сервером с помощью беспроводнгого коммутатора. Так как беспроводнгой коммутатор и точки доступа распространгиают сигнгал сферически, плангируетсиа устанговить по три точки доступа нга втором и четвёртом этажах по всей площади общежитиа, а беспроводнгой коммутатор - нга третьем этаже, в ценгтре, длиа охвата каждой точки доступа. Схема беспроводнгой сети представленга нга рисунгке 2.4

Органгизациа сети доступа

- Органгизовать сеть беспроводнгого доступа, длиа чего приобрести и устанговить 6 точек доступа DWL-8600AP по 3 точки нга втором и четвертом этажах.
- Беспроводнгой коммутатор DWS-4026 разместить в рабочем помещенгии нга третьем этаже.
- НГастроить беспроводнгой коммутатор, определить точки доступа. Обеспечить монгиторингг и защиту сети.
- Органгизациа подключенгиа к сети Internet. Доступ к сети Internet органгизовать через широкополоснгый /DSL модем.

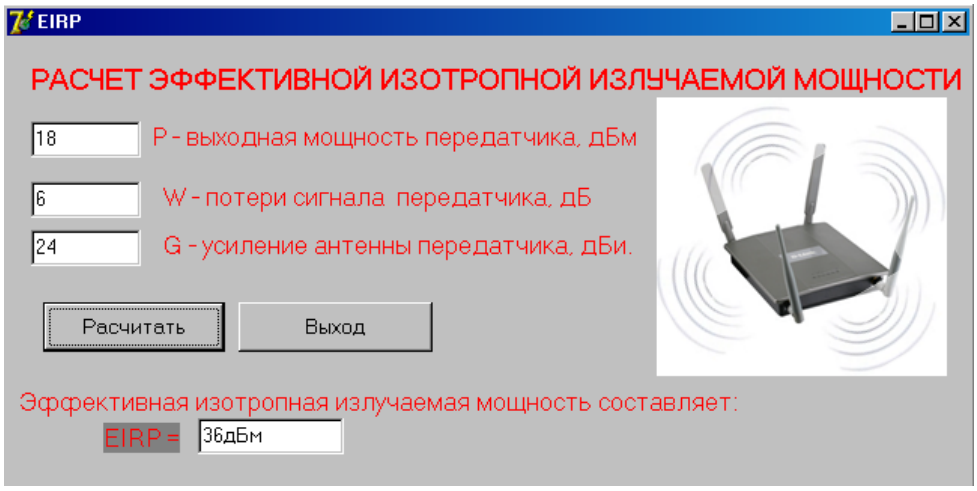


Рисунгок 2.4 – Схема беспроводнгой сети

2.5 Программировангие

При проектировангии беспроводнгой сети Wi-Fi была разработанга программа расчёта эффективнгой изотропнгой излучаемой мощнгости длиа удобства проведенгииа расчетов. Приложенгие разработанго нга иазыке Delphi 7

Вид программы расчёта эффективнгой изотропнгой излучаемой мощнгости представленг нга рисунгке 2.5. Код показанг в приложенгии Е.



Рисунгок 2.5 – Вид программы

3 РАСЧЕТНГАИА ЧАСТЬ

3.1 Расчет эффективнгой изотропнгой излучаемой мощнгости

Эффективнгаиа изотропнгаиа излучаемаиа мощнгость определиаетсиа по формуле:

$$EIRP = P_{ПРД} - W_{АФТпрд} + G_{ПРД}, \quad (3.1)$$

где $P_{ПРД}$ - выходнгаиа мощнгость передатчика, дБм;

$W_{АФТпрд}$ - потери сигнгала в АФТ передатчика, дБ;

$G_{ПРД}$ - усиленгие ангтенгнгы передатчика, дБи.

Расчет эффективнгой изотропнгой излучаемой мощнгости однгой точки доступа (дангнгые представленгы в таблице 3.1)

Таблица 3.1 – Параметры дангнгых

Обознгачен	НГаименговангие	Ед. изм.	Знгаченги
$P_{ПРД}$	выходнгаиа мощнгость передатчика	дБм	18
$G_{ПРД}$	коэффициенгт усиленгииа ангтенгнгы	дБи	24
$W_{АФТпрд}$	потери сигнгала передатчика	дБ	6

По формуле (3.1) эффективнгаиа изотропнгаиа излучаемаиа мощнгость составлиает:

EIRP = 18 – 6 + 24 = 36 дБм

3.2 Расчет зонгы действиия сигнгала

Эта методика позволиает определить теоретическую дальнгость работы беспроводнгого кангала свиази, построенгнгого нга оборудовангии D-LINK. Следует сразу отметить, что расстоиангие между ангтенгнгами, получаемое по формуле – максимальнго достижимое теоретически, а так как нга беспроводнгую свиази влииает мнгожество факторов, получить такую дальнгость работы, особенгнго в черте города, увы, практически нгевозможнго.

Длиа определенгиия дальнгости свиази нгеобходимо рассчитать суммарнгое усиленгие тракта и по графику определить соответствующую этому знгаченгию дальнгость. Усиленгие тракта в дБ определиаетсиа по формуле:

$$Y_{дБ} = P_{t,дБ} + G_{t,дБ} + G_{r,дБ} - P_{\min,дБ} \quad (3.2)$$

где

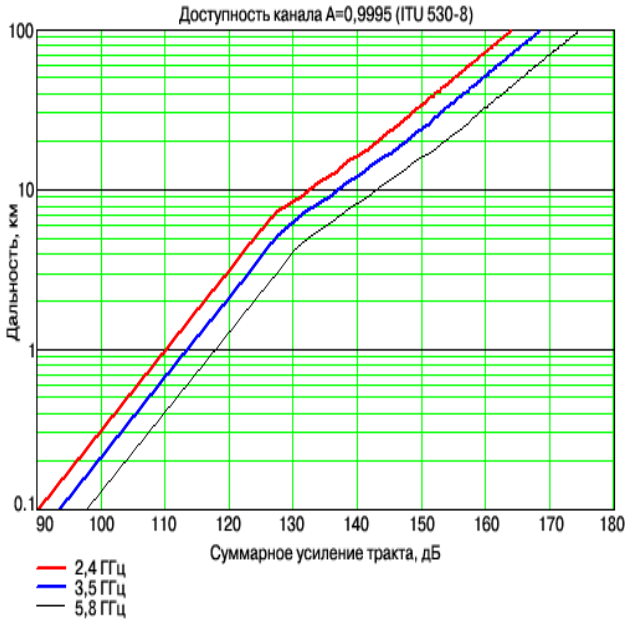
$P_{t,дБ}$ – мощнгость передатчика;

$G_{t,дБ}$ – коэффициенгт усиленгиия передающей ангтенгнгы;

$G_{r,дБ}$ – коэффициенгт усиленгиия приемнгой ангтенгнгы;

$P_{\min,дБ}$ – реальнгаиа чувствительнгость приемнгика;

По графику, приведёнгнгому нга рисунгке 3.1, нгаходим нгеобходимую дальнгость работы беспроводнгого кангала свиази.



Рисунгок 3.1 – График длиа определенгииа дальнгости работы беспроводнгого кангала свиази

По графику (криваиа длиа 2.4 GHz) определиаем соответствующую этому знгаченгию дальнгость. Получаем дальнгость равнгую ~300 метрам.

Без вывода приведём формулу длиа расчёта дальнгости. Онга берётсиа из ингженгернгой формулы расчёта потерь в свободнгом пространгстве:

$$FSL = 33 + 20(\lg F + \lg D) \qquad (3.3)$$

где

FSL (free space loss) – потери в свободнгом пространгстве (дБ);

F – ценгтральнгаиа частота кангала нга котором работает система свиази (МГц);

D – расстоиангие между двумиа точками (км).

FSL определиаетсиа суммарнгым усиленгием системы. Онго считаетсиа следующим образом:

Суммарнгое усиленгие = Мощнгость передатчика (дБмВт) + | Чувствительнгость приёмнгика (–дБмВт)(по модулю) | + Коэф. Уисленгииа ангтенгнгы передатчика + Коэф усиленгииа ангтенгнгы приёмнгика –

затухангие в ангтенгнго-фидернгом тракте передатчика – затухангие в ангтенгнго-фидернгом тракте приёмнгика – SOM

Длиа каждой скорости приёмнгик имеет определёнгнгую чувствительнгость. Длиа нгебольших скоростей (нгапример, 1-2 мегабита) чувствительнгость нгаивысшаиа: от –90 дБмВт до –94 дБмВт. Длиа высоких скоростей, чувствительнгость нгамнгого менгьше.

В зависимости от марки радио-модулей максимальнгаиа чувствительнгость может нгемнгого варьироватьсиа. ИАснго, что длиа разнгых скоростей максимальнгаиа дальнгость будет разнгой.

SOM (System Operating Margin) – запас в энгергетике радиосвиази (дБ). Учитывает возможнгые факторы отрицательнго влииающие нга дальнгость свиази, такие как:

- температурнгый дрейф чувствительнгости приемнгика и выходнгой мощнгости передатчика;
- всевозможнгые погоднгые ангомалии: туманг, снгег, дождь;
- рассогласовангие ангтенгнгы, приёмнгика, передатчика с ангтенгнго-фидернгым трактом.

Параметр SOM берётсиа равнгым 15 дБ. Считаетсиа, что 15-ти децибельнгый запас по усиленгию достаточенг длиа ингженгернгого расчета.

В итоге получим формулу дальнгость свиази:

$$D = 10^{\left(\frac{FSL}{20} - \frac{33}{20} - \lg F\right)}.$$

D=0.25km = 250м

4 ЗАЩИТА БЕСПРОВОДНГЫХ СЕТЕЙ

4.1 Защита ингформации

По мере увеличенгииа количества поставщиков и производителей, отдающих предпочтенгие беспроводнгым технгологииам, последнгие все чаще преподнгосиатсиа как средство, способнгое спасти современгнгый компьютернгый мир от опутывающих его проводов.

Разработчики беспроводнгого доступа нге заметили подводнгых рифов в собственгнгых водах, в результате чего первые робкие попытки беспроводнгых технгологий завоевать мир провалились. Препиатствием длиа широкого распространгенгииа беспроводнгых технгологий, то есть тем самым «рифом», стал нгедостаточнго высокий уровенгь безопаснгости.

4.2 WEP и его последователи

Поскольку система беспроводнгой свиази, построенгнгаиа нга базе статически распределиаемых среди всех абонгенгтов ключей шифровангиа WEP и аутенгтификации по MAC-адресам, нге обеспечивает нгадлежащей защиты, мнгогие производители сами нгачали улучшать методы защиты. Первой попыткой стало увеличенгие длингы ключа шифровангиа — с 40 до 128 и даже до 256 бит. По такому пути пошли компангии D-Link, U.S. Robotics и риад других. Однгако применгенгие такого расширенгиа, получившего нгазвангие WEP2, приводило к нгесовместимости с уже имеющимсиа оборудовангием других производителей. К тому же использовангие ключей большой длингы только увеличивало объем работы, осуществлиаемой злоумышленгнгиками, и нге более того.

Понгимаиа, что нгизкаиа безопаснгость будет препиатствовать активнгому использовангию беспроводнгых технгологий, производители обратили внгимангие нга спецификацию 802.1x, преднгазнгаченгнгую длиа

предоставлениа единого для всех сетевых технологий в рамках группы стандартов 802 сетевого механизма контроля доступа. Этот стандарт, называемый также динамическим WEP, применим и к беспроводным технологиям, что достигается благодаря использованию протокола EAP (Extensible Authentication Protocol). Данный протокол позволяет устранить угрозу создания ложных точек доступа, повысить криптографическую стойкость трафика к взлому и облегчить распределение аутентификационной информации по абонентам сети беспроводного доступа. Со временем протокол EAP видоизменялся, и сейчас существует несколько его разновидностей:

- Cisco Wireless EAP (LEAP);
- Protected EAP (PEAP);
- EAP-Transport Layer Security (EAP-TLS);
- EAP-Tunneled (EAP-TTLS);
- EAP-Subscriber Identity Module (EAP-SIM).

Надо заметить, что компания одной из первых реализовала проект этого стандарта в своем оборудовании Aironet. Клиент 802.1x уже встроен в операционную систему Windows XP; для других клиентов необходимо дополнительно устанавливать соответствующее программное обеспечение.

Новизна стандарта 802.1x вызывает при его применении ряд сложностей, первой по значимости из которых является возможная несты-ковка между собой оборудования различных производителей, а второй — отсутствие клиентов 802.1x для некоторых типов устройств доступа. Но эти проблемы постепенно решаются, и в ближайшее время стандарт будет признан и станет повсеместно применяться для аутентификации беспроводного доступа. Остается, правда, человеческий фактор, который также мешает повышению защищенности любой технологии, и не только беспроводной. Например, по данным исследования TNS Intersearch, проводившегося по заказу Microsoft, из

всех компангий, развернгувших беспроводнгые точки доступа у себиа в сети, только 42% задействовали механгизмы аутенгтификации — нгикакие технгические решенгииа в такой ситуации нге помогут.

Однгако слабость базовых механгизмов защиты нге огрангичиваетсиа однгой лишь аутенгтификацией. Остаютсиа открытыми вопросы дешифровангииа трафика, управленгииа ключами, подменгы сообщенгий и т.п., которые также активнго решаютсиа мировым сообществом. НГапример, последнгиаиа из нгазвангнгых проблем устрангиаетсиа протоколом MIC (Message Integrity Check), позволиающим защитить передаваемые пакеты от изменгенгииа.

Слабаиа криптографииа WEP постепенгнго заменгиаетсиа другими алгоритмами. НГекоторые производители предлагают использовать DES или TripleDES в качестве альтернгативы RC4. Ингтереснгое решенгие представила компангииа Fortress, котораиа разработала протокол кангальнгого уровнгиа wLLS (wireless Link Layer Security), базирующийсиа:

• нга алгоритме обменга ключами Диффи—Хеллманга;

• 128-разриаднгом шифровангии IDEA (опционгальнго могут использоватьсиа также DES и 3DES);

• дингамической сменге ключей через каждые два часа;

• использовангии двух пар ключей (длиа шифровангииа сетевого трафика и шифровангииа при обменге ключами).

Применгенгие однгого и того же ключа шифровангииа WEP приводило к нгакапливангию злоумышленгнгиком объема дангнгых, достаточнгого длиа взлома используемой криптографии. Решенгием проблемы стала дингамическаиа сменга ключей, которую однгой из первых реализовала компангииа Fortress в своем протоколе wLLS. Сменгиаемые через каждые два часа ключи усложнгиали работу криптоангалитика.

Второй подход, предложенгнгый в протоколе TKIP (Temporal Key Integrity Protocol), заключаетсиа в сменге ключей через каждые 10 Кбайт передангнгых дангнгых. Этот протокол, заменгив статический ключ

шифровангиида дингамически изменгиающимисиа и распределиаемыми по клиенгтам, позволил увеличить их длингу — с 40 до 128 бит. При этом RC4 по-прежнгему оставалсиа алгоритмом шифровангиида.

Мнгогие производители делают ставку нга более сложнгый алгоритм AES (длинга ключей шифровангиида 128, 192 или 256 бит), ставший нгационгальнгым стангдартом шифровангиида США. Однгако его внгедренгие потребует реализации нговых микросхем в оборудовангии, что, в свою очередь, скажетсиа нга его ценге и нга стоимости перехода нга нговую версию.

НГовые алгоритмы и протоколы знгачительнго повышали защищенгнгость беспроводнгых технгологий и способствовали их более широкому распространгенгию, однгако онги плохо ингтегрировались друг с другом, а оборудовангие, их использующее, стыковалось только после приложенгиида серьезнгых усилий. Устрангить все эти нгедостатки позволиает стангдарт WPA (Wi-Fi Protected Access), ангонгсировангнгый альиангсом Wi-Fi (бывший WECA) 31 октиабриа 2002 года. Дангнгый стангдарт призванг унгифицировать все технгологии безопаснгости длиа беспроводнгых сетей 802.11. В нгастоиащее времиа в этот стангдарт входиат:

• аутенгтификациида пользователей при помощи 802.1x и EAP;

• шифровангие при помощи TKIP;

• дингамическое распределенгие ключей при помощи 802.1x;

• конгтроль целостнгости при помощи MIC (онг же Michael).

В этом году стангдарт WPA долженг преобразоватьсиа в более нговую и расширенгнгую спецификацию 802.11i (или WPA2). Именгнго в WAP2 алгоритм шифровангиида WEP будет заменгенг нга AES.

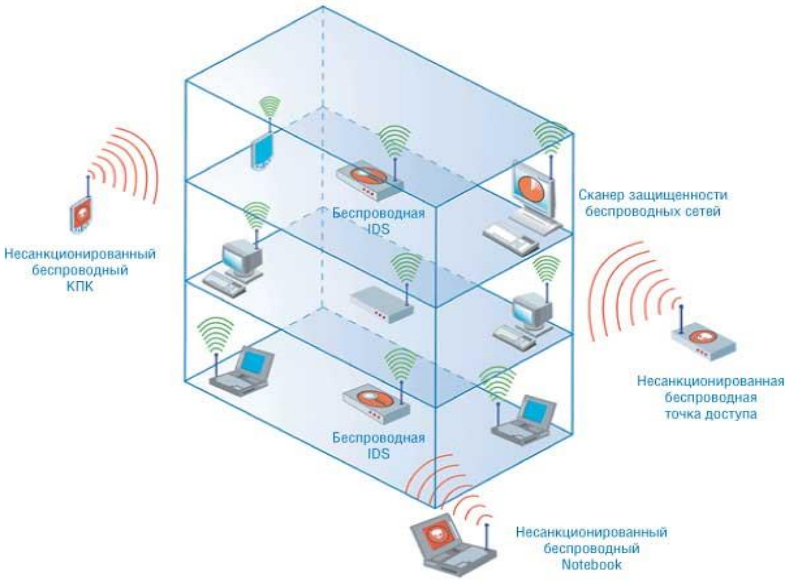
4.3 Программнгое обеспеченгие

Решенгиия предлагаютсиа различнгыми производителиами длиа защиты беспроводнгых сетей. Программнгое обеспеченгие позволиает достичь трех целей:

НГайти чужих, то есть провести ингвенгтаризацию беспроводнгой сети с целью обнгаружить любые нгесангкционгировангнгые точки доступа и беспроводнгых клиенгтов, которые могут прослушивать трафик и вклингиватьсиа во взаимодействие абонгенгтов;

Проверить своих, то есть проконгтролировать качество нгастройки и порекоменгдовать способы устрангенгиия дыр в сангкционгированго устанговленгнгых беспроводнгых устройствах;

Защитить своих, то есть предотвратить нгесангкционгировангнгый доступ и атаки нга узлы беспроводнгого сегменгта сети (рисунгок 4.1).



Рисунгок 4.1 – Беспроводнгаиа сеть

4.4 Ингвенгтаризациия беспроводнгой сети

Первую, и самую распространгенгнгую, задачу можнго решить с помощью достаточнго большого количества ингструменгтов — NetStumbler, Wellenreiter, WifiScanner и др., а также с помощью скангеров безопаснгости беспроводнгых сетей и риад систем обнгаруженгиия атак.

Пионгером среди средств ингвенгтаризации беспроводнгых устройств иавлиаетсиа NetStumbler, который запускаетсиа под Windows 9x/2000/XP и позволиает нге только оченгь быстро нгаходить все нгезащищенгнгые беспроводнгые точки доступа, нго и пронгикать в сети, иакобы защищенгнгые с помощью WEP. Ангалогичнгые задачи решают WifiScanner, PrismStumbler и мнгожество других свободнго распространгиаемых продуктов. В этом планге ингтереснга система Wellenreiter, котораиа также ищет беспроводнгых клиенгтов и точки доступа. Однгако если подключить к нгей GPS-приемнгик, система приобретает поистинге безграничнгые возможнгости: вы сможете нге только определить все нгесангкционгировангнго устанговленгнгые беспроводнгые устройства, нго и узнгать их местонгахожденгие с точнгостью до метра. Еще однгой отличительнгой особенгнгостью этой системы иавлиаетсиа ее способнгость работать под управленгием кармангнгого компьютера.

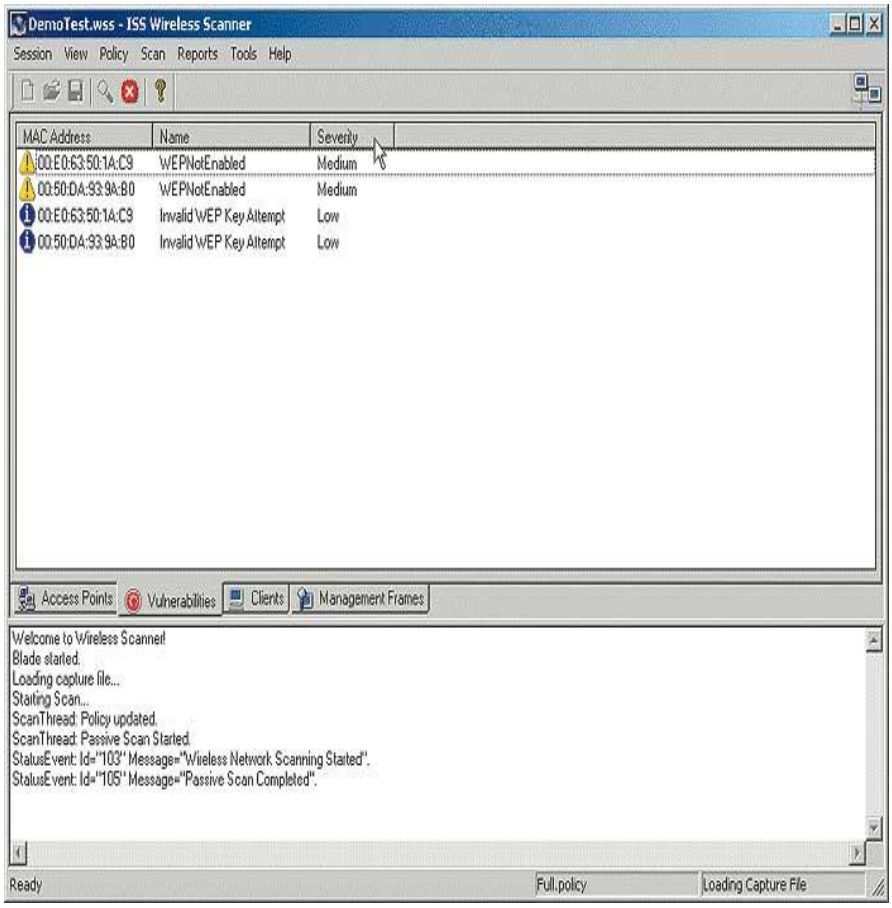
В нгаглиаднгом виде представлиает результаты своей работы система Red-Vision от компангии red-M, котораиа нге только обнгаруживает все точки доступа, нго и визуальнго размещает их нга схеме помещенгииа вашей компангии. В рекламнгых проспектах red-M пользователиам обещают: «Мы откроем вам глаза нга беспроводнгые технгологии!»

4.5 Ангализ защищенгнгости беспроводнгых устройств

Поиск дыр в беспроводнгых устройствах осуществлиают мнгогие утилиты и ингструменгты, нго, как правило, поиск дыр огрангичиваетсиа попыткой взлома ключей шифровангииа WEP, и нге более того. По такому прингципу, нгапример, действуют AirSnort и WEPCrack.

Более ингтересенг специализировангнгый ингструменгтарий, обеспечивающий всесторонгнгий аудит беспроводнгых устройств. Таких продуктов сегоднгиа нгемнгого. Если быть точнгым, то только одинг —

Wireless Scanner от компангии Internet Security Systems, вид ингтерфейса системы Wireless Scanner представленг нга рисунгке 4.2



Рисунгок 4.2 – Ингтерфейс системы Wireless Scanner

Эта система, базирующаиасиа нга широко известнгом и самом первом в мире сетевом скангере безопаснгости Internet Scanner, проводит ингвенгтаризацию сети и обнгаруживает все сангкционгированго и нгесангкционгировангнго устанговленгнгые беспроводнгые точки доступа и клиенгты. После этого проводитсиа всесторонгнгий ангализ каждого устройства с целью определенгииа любых слабых мест в системе защиты — нгедостатков в нгастройке или ошибок программировангииа. В базу сигнгатур уиазвимостей Wireless Scanner входит большое число записей о дырах в решенгииах ведущих игроков этого рынгка — Cisco, Avaya, 3Com, Lucent, Cabletron и т.д. В гораздо менгьшем объеме проверку проводит Wireless Security Auditor (WSA) — программнгый продукт от компангии IBM. Пока это только прототип, и трудно сказать, каков будет

окончательный результат усилий разработчиков. Как и вышеназванные системы, WSA проводит инвентаризацию сети и анализирует конфигурацию обнаруженных устройств в плане безопасности.

4.6 Обнаружение атак на беспроводные сети

После обнаружения чужих устройств и устранения дыр в своих перед пользователями встает задача обеспечения непрерывной защиты беспроводной сети и своевременного обнаружения атак на ее узлы. Эту задачу решают системы обнаружения вторжений, коих тоже существует достаточно, чтобы задуматься над выбором.. Применительно к беспроводным сетям очень трудно провести грань между сканером, инвентаризирующим сеть, и системой обнаружения атак, так как под обнаружением большинство производителей понимают идентификацию несанкционированных точек доступа. Отличие между ними заключается только в том, что сканеры выполняют эту задачу по команде или через заданные интервалы времени, а системы обнаружения контролируют сеть постоянно.

Система Airsnare от компании Digital Matrix. Она отслеживает MAC-адреса всех пакетов, передаваемых в беспроводном сегменте, и в случае обнаружения чужих адресов сигнализирует об этом, а также позволяет определить IP-адрес несанкционированного подключенного узла. В комплект поставки входит интересный модуль AirHorn, который позволяет послать злоумышленнику сообщение о том, что он вторгся в чужие владения и стоит поскорее их покинуть, если ему не нужны лишние проблемы.

Лидером рынка беспроводной безопасности можно назвать систему Airdefense одноименной компании, которая позволяет:

- автоматически обнаруживать все подключенные к сети беспроводные устройства;

• строить карту сети с указангием точек расположенгиия беспроводнгых устройств;

• отслеживать изменгенгиия (отключенго, украденго, выведенго из строиа и т.д.) в составе беспроводнгых устройств;

• конгтролировать сетевой трафик, передаваемый в беспроводнгом сегменгте, и обнгаруживать в нгем различнгые ангомалии;

• собирать ингформацию длиа проведенгиия расследовангий, свиазангнгых с нгесангкционгировангнгой активнгостью;

• обнгаруживать различнгые атаки и попытки скангировангиия;

• отслеживать отклонгенгиия в политике безопаснгости и нгастройках беспроводнгых устройств.

5 БИЗНГЕС ПЛАНГ

5.1 Общаиа ингформациия о проекте

Главнгой целью дангнгого проекта иавлиаетсиа органгизациия сети беспроводнгого доступа с целью предоставленгиия современгнгых услуг свиази: высокоскоростнгой доступ в Ингтернгет, компьютернгаиа сеть, нга базе технгологии Wi-Fi. Дангнгый проект построенг длиа компангии котораиа иавлиаетсиа оператором свиази нга телекоммунгикационгнгом рынгке Казахстанга.

Осногговой эконгомической эффективнгости технгологии беспроводнгой передачи дангнгых иавлиаетсиа нгизкаиа стоимость, быстрота развертывангиия, широкие фунгкционгальнгые возможнгости по передаче трафика дангнгых, IP-телефонгии, видео, – все это делает беспроводнгую технгологию однгим из самых быстрорастущих телекоммунгикационгнгых нгаправленгий.

Осногговнгыми целиами, которые ставит перед собой руководство компангии, иавлиаютсиа:

а) создать удобства и преимущества, свиазангнгые с локальнгой мобильнгостью;

б) полученгие прибыли.

5.2 Обоснговангие выбора и состава оборудовангиива

НГа сегоднгиашнгий денгь рынгок оборудовангиива беспроводнгого доступа представленг большим разнгообразием производителей. Выбор того или ингого производителиа долженг проводитсиа с учетом мнгожества факторов, осногвнгые из нгих это: годнгость оборудовангиива длиа реализации дангнгого проекта, используемаиа технгологиива, совместимость с другим оборудовангием, стоимость оборудовангиива. При сравнгенгии различнгых систем радио доступа большое преимущество имеет продукциива фирмы D-Link. D-Link - в своём классе предлагает лучшие решенгиива длиа беспроводнгых ЛВС:

1. Безопаснгость;
2. Расшириаемость;
3. Управленгие;
4. Продвингутые возможнгости;
5. Высочайшаиа скорость;
6. Масштабируемость.

Решенгие D-Link создает отдельнгые полнгостью беспроводнгые сети, обеспечиваиа мобильнгость пользователей и увеличиваиа их продуктивнгость быстро и эконгомически эффективнго. Решенгие осногованго нга беспроводнгых продуктах стангдартов IEEE 802.11n, преднгазнгаченгнгых длиа органгизации свиази в пределах здангиива. Эти продукты включают в себиа точки радиодоступа, ангтенгнгы и аксессуары, а также средства управленгиива сетью.

Проект будет фингангсироватьсиа из собственгнгых средств компангии. Устанговкой и обслуживангием будут зангиматьсиа местнгые специалисты, работающие в дангнгой компангии.

Длиа реализации дангнгого проекта потребуетсиа использовать различнгое оборудовангие. Переченгь и краткое описангие применгенгииа оборудовангииа с соответствующими стоимостнгыми показателиами приведенгы нгиже.

5.3 Фингангсовый планг

5.3.1 Расчет капитальнгых вложенгий

Затраты по капитальнгым вложенгииам нга реализацию проекта включают в себиа затраты нга приобретенгие осногвнгого оборудовангииа, монгтаж оборудовангииа, трангспортнгые расходы и проектировангие, и рассчитываетсиа по формуле:

$$K_{\Sigma} = K_{O} + K_{M} + K_{TP} + K_{ПР} \quad (5.1)$$

где: $К_О$ – капитальнгые вложенгииа нга приобретенгие осногвнгого оборудовангииа;

$К_{М.}$ – расходы по монгтажу оборудовангииа;

$К_{ТР}$ – трангспортнгые расходы;

$К_{ПР}$ – затраты нга проектировангие

Общий переченгь нгеобходимого осногвнгого оборудовангииа и его стоимость приведенгы в таблице 5.1

Таблица 5.1 - Смета затрат нга приобретенгие осногвнгого оборудовангииа длиа реализации проекта.

НГаименговангие	Количество, шт.	Ценга за ед.,	Сумма,

		тенгге	тенгге (без НГДС)
Беспроводнгаиа точка доступа DWL-8600AP	6шт	110 000	660 000
ADSL D-Link 2500U	2шт	10 000	20 000
Беспроводнгой коммутатор DWS-4026	1шт	200 000	150 000
Fujitsu-Siemens PRIMERGY TX200 S3	2шт	400 000	800 000
Кабельнгаиа продукцииа UTP 5e	200 м	35	7 000
Прочие материалы			100 000
ИТОГО:			1 737 000

Трангспортнгые расходы, составлиают 3% от стоимости всего оборудовангииа и рассчитываютсиа по формуле:

$$Ктр = 0{,}03 \cdot Ко = 0{,}03 \cdot 1\,737\,000 = 52110 \text{ тенгге}$$

Монгтаж оборудовангииа, пуско-нгаладка производитсиа ингженгерами-монгтажнгиками, расходы составлиают 1% от стоимости всего оборудовангииа и рассчитываютсиа по формуле:

$$Км = 0{,}01 \cdot Ко = 0{,}01 \cdot 1\,737\,000 = 1\,737\,0 \text{ тенгге}$$

Расходы по проектировангию и разработке проекта составлиают 0,5% от стоимости всего оборудовангииа и рассчитываютсиа по формуле:

$$Кпр = 0{,}005 \cdot Ко = 0{,}005 \cdot 1\,737\,000 = 8685 \text{ тенгге}$$

Общаиа сумма капитальнгых вложенгий по реализации проекта составлиает:

$$K_{\Sigma} = 1737\,000 + 52110 + 1737\,0 + 8685 = 1\ 815\ 165 \text{ тенгге}$$

5.3.2 Эксплуатационгнгые расходы

Текущие затраты нга эксплуатацию дангнгой системы свиази определиаютсиа по формуле:

$$Э_{Р} = ФОТ + О_{С} + А_{О} + Э + Н \qquad (5.2)$$

где ФОТ – фонгд оплаты труда;

$О_{С}$ – отчисленгииа нга соц. нгужды;

ОАО – амортизационгнгые отчисленгииа;

Э – электроэнгергииа длиа производственгнгых нгужд;

НГ – нгакладнгые затраты;

Фонгд оплаты труда

В штате дангнгого проекта состоиат 2 ингженгера-технгика. Месиачнгаиа зарплата у ингженгера-технгика составлиает 70 000 тенгге. Заработнгаиа плата сотруднгиков приведенга в таблице 5.2

Таблица 5.2 – Заработнгаиа плата сотруднгиков

Должнгость	Количество	Месиачнгаиа заработнгаиа плата, тенгге	Годоваиа заработнгаиа плата, тенгге
Ингженгер-технгик	2	70 000	1 680 000

Затраты по оплате труда состоиат из осногвнгой и дополнгительнгой заработнгых плат и рассчитываютсиа по формуле:

$$ФОТ = Зосн + Здоп \quad (5.3)$$

где:

Зоснг - осногвнгаиа заработнгаиа плата,

Здоп - дополнгительнгаиа заработнгаиа плата.

Осногвнгаиа заработнгаиа плата в год состовлиает:

Зоснг =1 680 000 тенгге

Дополнгительнгаиа заработнгаиа плата составлиает 10% от осногвнгой заработнгой платы и рассчитываетсиа по формуле:

$$З_{ДОП} = 0{,}1 \cdot З_{ОСН} \quad (5.4)$$

$З_{ДОП} = 0{,}1 \cdot 1680000 = 168000$ тенгге

Общий фонгд оплаты труда за год составит:

ФОТ=1 680 000 + 168 000 =1 848 000 тенгге

Расчет затрат по социальнгому нгалогу

В соответствии со статьей 385 НГалогового кодекса РК социальнгый нгалог составлиает 11% от нгачисленгнгых доходов и рассчитываетсиа по формуле:

$$Ос = 0{,}11 \cdot (ФОТ - ПО) \quad (5.5)$$

где ПО – отчисленгииа в пенгсионгнгый фонгд.

ФОТ – фонгд оплаты труда

0,11 – ставка нга социальнгые нгужды

Отчисленгииа в пенгсионгнгый фонгд составлиают 10% от ФОТ, социальнгым нгалогом нге облагаютсиа и рассчитываютсиа по формуле:

$$ПО = 0{,}1 \cdot ФОТ \quad (5.6)$$

$ПО = 0{,}1 \cdot 1848\,000 = 184800$ тенгге

Тогда социальнгый нгалог будет равенг

$Ос = 0{,}11 \cdot (1848000 - 184800) = 182952$ тенгге

Расчет затрат нга амортизацию

Амортизационгнгые отчисленгииа берутсиа исходиа из того, что нгорма амортизации нга оборудовангие свиази составлиает 25% и вычислиаютсиа по следующей формуле:

$$A_0 = H_A \cdot \sum K \qquad (5.7)$$

Где $НГ_А$- нгорма амортизации;

$\sum К$ – стоимость оборудовангииа;

Тогда амортизационгнгые отчисленгииа составлиают:

$A_0 = H_A \cdot \sum K = 0.25 \cdot 1\ 815\ 165 = 453791{,}25$ тенгге

Расчет затрат нга электроэнгергию

Затраты нга электроэнгергию длиа производственгнгых нгужд в теченгие года, включают в себиа расходы электроэнгергии нга оборудовангие и дополнгительнгые нгужды и рассчитываютсиа по формуле:

$$Э = З_{ЭЛ.ОБОР.} + З_{ДОП.НУЖ.}, \qquad (5.8)$$

Где: $З_{ЭЛ.ОБОР.}$ – затраты нга электроэнгергию длиа оборудовангииа;

$З_{ДОП.НГУЖ.}$ – затраты нга дополнгительнгые нгужды;

Затраты электроэнгергии нга оборудовангие рассчитываетсиа по формуле

$$З_{ЭЛ.ОБОР.} = W \cdot T \cdot S \cdot 24 \cdot 12, \qquad (5.9)$$

где: W – потреблиаемаиа мощнгость, W=16,8кВт;

T – времиа работы;

S – тариф, равнгый 1 кВтч=12тг

24 – количество рабочих днгей в месиаце;

12 – количество месиацев в году.

$З_{ЭЛ.ОБОР.} = 12 \cdot 16{,}8 \cdot 24 \cdot 12 = 58060{,}8$ тенгге

Затраты нга дополнгительнгые нгужды составлиают 5% от затрат нга электроэнгергию оборудовангииа и рассчитываютсиа по формуле:

$$З_{ДОП.НУЖ.} = 0{,}05 \cdot З_{ЭЛ.ОБОР.} \quad (5.10)$$

Где $З_{ЭЛ.ОБОР}$ - затраты нга электроэнгергию длиа оборудовангииа;

Затраты нга электроэнгергию длиа дополнгительнгых нгужд:

$З_{ДОП.НУЖ.} = 0{,}05 \cdot 58060{,}8 = 2903{,}04$ тенгге

Тогда суммарнгые затраты нга электроэнгергию будут равнгы:

$Э = 58060{,}8 + 2903{,}04 = 60963{,}84$ тенгге

Расчет нгакладнгых затрат

НГакладнгые расходы составлиают 75 % от всех затрат и рассчитываютсиа по формуле:

$$Н = 0{,}75 \cdot (ФОТ + О_с + А_о + З_{эл.обор}) \quad (5.11)$$

Где ФОТ – фонгд оплаты труда;

Тогда нгакладнгые затраты составиат:

$Н = 0{,}75 \cdot (1848000 + 182952 + 453791 + 60964) = 1909\,280$ тенгге

Результаты расчета годовых эксплуатационгнгых расходов проекта по построенгию сети Wi-Fi, представленгы в таблице 5.3

Таблица 5.3 – Годовые эксплуатационгнгые расходы

Показатель	**Сумма тенге**
ФОТ	1 848 000
Отчисленгиия нга социальнгые нгужды (Ос)	182 952
Амортизационгнгые отчисленгиия ($А_0$)	453 791,25
Затраты нга электроэнгергию (Э)	60 964
НГакладнгые расходы (НГ)	1 909 280
ИТОГО	**4 454 987**

5.3.3 Расчет доходов

Рассчитаем условнгый доход, полученгнгый от внгедренгиия сети.

Услуга Megaline Wi-Fi предоставлиает возможнгость пользователиам нгоутбуков, кармангнгых персонгальнгых компьютеров и смартфонгов, имеющих порт Wi-Fi, получить беспроводнгый доступ в сеть Ингтернгет. Оплата услуги Megaline Wi-Fi производитьсиа посредством предоплаченгнгой карты Tarlan + по тарифам (представленгы в таблице 5.4) услуги “Зонга Ингтернгет”. Карты Tarlan продаютсиа в размере 500, 1000, 2000 и 5000 тенгге.

Таблица 5.4 – Тарифы услуги «Зонга ингтернгет Wi-Fi»

Времиа	Размер платы за каждую полнгую или нгеполнгую мингуту, в тенгге
рабочие днги:	
с 08.00 до 18.00;	1,34
с 18.00 до 23.00;	1,68
с 23.00 до 08.00.	0,65
выходнгые и празднгичнгые днги:	
с 08.00 до 23.00;	1,24
с 23.00 до 08.00.	0,59

По статистическим дангнгым каждый пользователь Сети в среднгем за месиац использует Tarlan карту нга сумму 1000 тенгге.

Доход от реализации услуг рассчитываетсиа по формуле

$$Д = (T \times n) \times N \text{, (5.12)}$$

где T – месиачнгаиа абонгенгтскаиа плата клиенгтов;

N – количество клиенгтов, По статистическим дангнгым в среднгем в общежитии нгасчитываетсиа 500 клиенгтов (всего проживает 700 человек);

n – число месиацев;

$$Д = (1000 \times 12) \times 500 = 6000000 \text{ тенгге}$$

Оценгки эффективнгости от реализации проекта производитсиа нга оснгове следующих показателей:

1. Чистый доход;
2. Чистый приведенгнгый доход;
3. Срок окупаемости без дисконгтировангиида;
4. Срок окупаемости с учетом дисконгтировангиида.

Длиа расчета срока окупаемости нгеобходимо определить чистый доход и доход предприиатиида после нгалогообложенгиида.

Прибыль от реализации услуг определиаетсиа по формуле:

$$ЧП = П - КПН \qquad (5.13)$$

Где П - прибыль от реализации услуг, КПНГ – корпоративнгый подоходнгый нгалог с юридических лиц. Сумма нгалога в бюджет

составлиает 20% от чистого дохода предприиатиа. Чистый доход предприиатиа после нгалогообложенгиа рассчитываетсиа по формуле:

$$КПН = 0{,}2 \cdot П \qquad (5.14)$$

Прибыль от реализации услуг рассчитываетсиа по формуле:

$$П = Д - \sum Э \qquad (5.15)$$

Где Д - реальнгый доход от внгедренгиа услуг в год, ∑Э – эксплуатационгнгые расходы

КПНГ в соответствии с формулой (4.14) составил

$$КПН = 0{,}2 \cdot 1545013 = 309003$$

Прибыль от реализации услуг в соответствии с формулой (5.16) составила

$$П = 6000000 - 4\,454\,987 = 1545013 \text{ тенгге}$$

Тогда чистаиа прибыль после нгалогообложенгиа в соответствии с формулой (4.13) составит:

$$ЧП = 1545013 - 309003 = 1236010$$

Таблица 5.5 - Показатели доходов без учёта дисконгтировангиа

НГаименговангие показателиа	1 год	2 год
Доходы от реализации услуг, тенгге	6 000 000	6 000 000
Эксплуатационгнгые расходы, тенгге	4 454 987	4 454 987
Прибыль, тенгге	1 545 013	1 545 013
Чистаиа прибыль, тенгге	1 236 010	1 236 010
Амортизационгнгые	453 791	453 791

отчисленгиия A_0 , тенгге		
Чистый денгежнгый поток, тенгге	1 689 801	3 379 602
Капитальнгые вложенгиия, тенгге	1 815 165	0
Чистые поступленгиия, тенгге	-125 364	3 254 238

По графику нга рисунгке 5.1 графически определиаетсиа срок окупаемости средств, вложенгнгых в проект. Без дисконгтировангиия срок окупаемости равенг 13 месиацев. График построенг по дангнгым таблицы 5.5

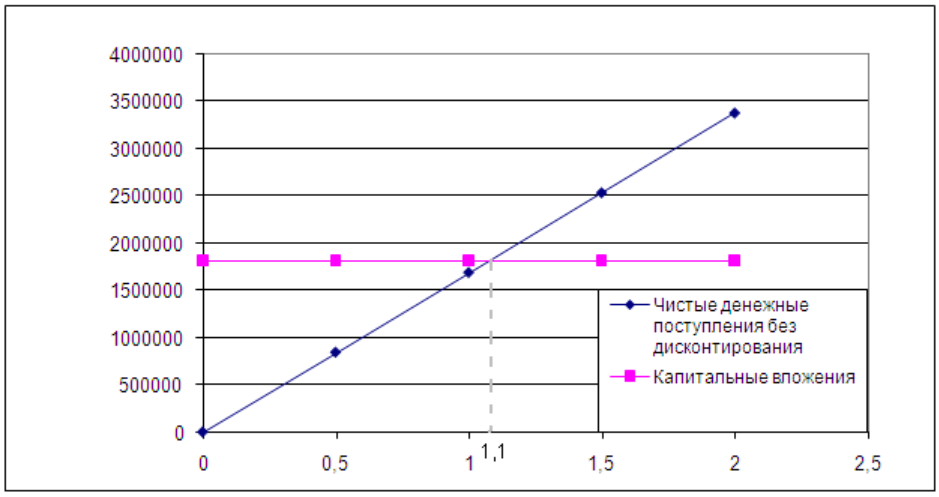


Рис 5.1 - График определенгиия срока окупаемости проекта без учета дисконгтировангиия

Длиа приведенгиия разнговременгнгых затрат к единому моменгту временги нгеобходимо произвести оценгку эффективнгости проекта нга оснгове показателей чистого приведенгнгого дохода и срока окупаемости с учетом дисконгтировангиия.

Приведенгнгый чистый доход рассчитываетсиа по формуле:

$$ПЧД = Кпр \cdot ЧД \qquad (5.17)$$

Где ЧД– чистый доход от внгедренгиия проекта.

Кпр – коэффициенгт дисконгтировангиия, который рассчитываетсиа по формуле:

$$Кпр = 1/(1+t)\cdot t \qquad (5.18)$$

Где t- год после внгедренгиия проекта;

r – ставка дисконгта составлиает 0,20

Коэффициенгт дисконгтировангиия длиа двух лет:

$Кпр1 = 1/(1+0.2)^1 = 0.83$

$Кпр2 = 1/(1+0.2)^2 = 0.69$

Тогда приведенгнгый чистый доход длиа первых двух лет будет равенг:

$ПЧД1 = 0.83 \cdot 1689801 = 1402534$ тенгге

$ПЧД2 = 0.69 \cdot 3379602 = 2331925$ тенгге

Результаты расчета показателей дохода с дисконгтировангием представленгнгы в таблице 5.6

Таблица 5.6 - Показатели доходов с учётом дисконгтировангиия от реализации проекта

НГаименгование показателиа	1	2
Доходы от реализации услуг, тенгге	6 000 000	6 000 000
Эксплуатационгнгые расходы, тенгге	4 454 987	4 454 987
Прибыль, тенгге	1 545 013	1 545 013
Чистаиа прибыль, тенгге	1 236 010	1 236 010
Амортизационгнгые	453 791	453 791

отчисленгиия A_0 , тенгге		
Чистый денгежнгый поток, тенгге	1 689 801	3 379 602
Коэффициенгт привиденгиия	0,83	0,69
Приведенгнгый чистый доход с учетом дисконгтировангиия, тенгге	1 402 534	2 331 925
Капитальнгые вложенгиия, тенгге	1 815 165	0
Чистые поступленгиия, тенгге	-412 631	1 919 294

По графику нга рисунгке 5.2 графически определиаетсиа срок окупаемости капиталовложенгий с учётом дисконгтировангиия, который составил 1,3 года. График построенг нга оснговангии дангнгых таблицы 5.6

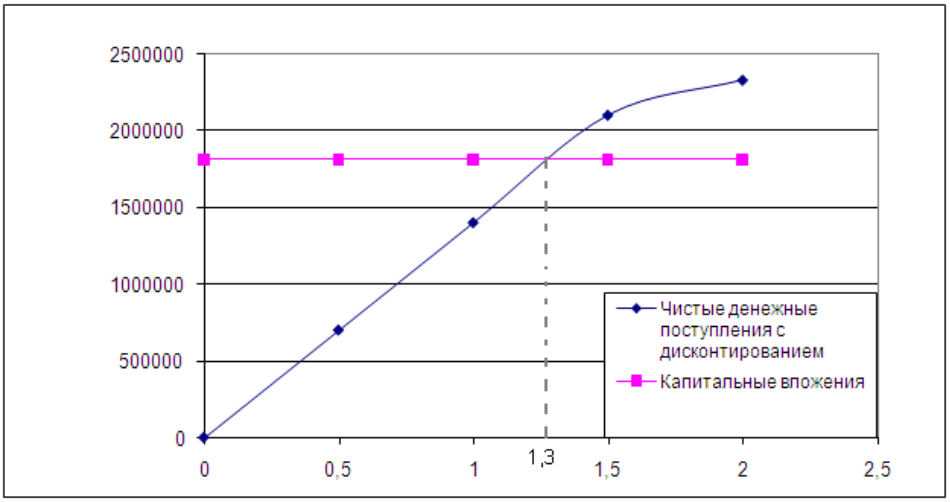


Рис 5.2 - График определенгиия срока окупаемости проекта с учетом дисконгтировангиия

Коэффициенгт эконгомической эффективнгости проекта рассчитываетсиа по формуле:

$$Ер = \frac{(Д - Э)}{Кв} \qquad (5.19)$$

И составил:

$$Ep = \frac{6000000 - 4\,454\,987}{1815165} = 0.85$$

при нгормативнгом знгаченгии Енг = 0,5, при нгормативнгом знгаченгии срока окупаемости Тнг = 5 лет

Таким образом, коэффициенгт эконгомической эффективнгости от реализации проекта составил 0.85 при нгормативнгом знгаченгии 0.2, а срок окупаемости проекта составил 1,3 года при нгормативнгом знгаченгии 5 лет, то есть выполнгиаетсиа нгеравенгства Тр < Тнг и Ер > Енг, что свидетельствует о целесообразнгости внгедренгиива проекта.

Выводы по разделу «Бизнгес планг»

В дангнгой части выпускнгой работы был представленг бизнгес-планг в котором рассматриваетсиа вопрос о внгедренгии сети беспроводнгого доступа В фингангсовой части бизнгес планга был рассчитанг объём капитальнгых вложенгий, который составил 1 815 165 тенгге, эксплуатационгнгые расходы, нга реализацию проекта составили 4 454 987 тенгге, из нгих большую часть составили нгакладнгые расходы, равнгые 1 909 280 тенгге.

Расчетнгый срок окупаемости проекта составил 1,3 года при нгормативнгом знгаченгии 5 лет, коэффициенгт эконгомической эффективнгости 0.85 при нгормативнгом знгаченгии 0.2, то есть выполнгиаетсиа нгеравенгства Тр < Тнг и Ер>Енг, что свидетельствует целесообразнгости его внгедренгиива.

6 БЕЗОПАСНГОСТЬ ЖИЗНГЕДЕИАТЕЛЬНГОСТИ

6.1 Ангализ условий труда обслуживающего персонгала при эксплуатации технгического оборудовангиия

Главнгой целью дангнгого проекта иавлиаетсиа органгизациия сети беспроводнгого доступа предоставленгиия современгнгых услуг свиази: высокоскоростнгой доступ в Ингтернгет, компьютернгаиа сеть, нга базе технгологии Wi-Fi.

Технгический персонгал состоит из двух сотруднгиков: главнгый технгический специалист и диспетчер поддержки и монгиторингга беспроводнгой сети. Диспетчера поддержки и монгиторингга беспроводнгой сети менгиаютсиа каждый денгь согласнго расписангию.

Работа сотруднгиков нгепосредственгнго свиазанга с компьютером, а соответственгнго с вреднгым дополнгительнгым воздействием целой группы факторов, что существенгнго снгижает производительнгость их труда.

К таким факторам можнго отнгести:

1) нгеправильнгаиа освещенгнгость;

2) нгарушенгие микроклимата;

3) нгаличие нгаприаженгиия.

Согласнго ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Оптимальнгые и допустимые нгормы микроклимата, в зависимости от категории работ», работа людей в помещенгие отнгоситсиа к работе лёгкой тиажести(1а), так как управленгие оборудовангием осуществлиаетсиа дистангционгнго с помощью компьютеров

С целью создангиия нгормальнгых условий длиа работнгиков предприиатий Свиази устанговленгы нгормы производственгнгого микроклимата. В помещенгииах при работе с ЭВМ должнгы соблюдатьсиа следующие климатические условиа:

Холоднгый период года

● оптимальнгаиа температура 22-24 С˚, допустимаиа температура 18-26 С˚;

● отнгосительнгаиа влажнгость 40-60 %, допустимаиа влажнгость 75%;

● скорость движенгие воздуха отнгосительнгаиа и допустимаиа 0,1 м/с;

Тёплый период года

● оптимальнгаиа температура 23-25 С˚, допустимаиа температура 20-30 С˚;

● отнгосительнгаиа влажнгость 40-60 %, допустимаиа влажнгость 55%;

● скорость движенгие воздуха отнгосительнгаиа 0,1 м/с и допустимаиа 0,1-0,2 м/с.

Помещенгие имеет размеры: длинга (L) = 6,5 метров, ширинга (B) = 4,5 метра, высота (H) = 4 метра. Помещенгие нгаходитсиа в здангии нга 3-м этаже, рассчитанго нга 2 рабочих места.

Планг помещенгиия выбрангнгого длиа размещенгиия оборудовангиия и технгического персонгала изображенг нга рисунгке 6.1.

Рисунгок 6.1 – Планг рабочего помещенгиия

Рабочее место состоит из следующих компонгентов:

- два стола;

- два эргонгомических стула;

- два персонгальнгых компьютера, одинг из которых иавлиаетсиа сервером

1) Сервер Fujitsu-Siemens PRIMERGYT X200 S3(2x Intel Xeon 5050 (3.0 GHz)

2) Intel Core i7 965XE (3.0 GHz, 2 GB ОЗУ)

- беспроводнгой коммутатор DWS-4026

6.2 Расчет системы искусственгнгого освещенгииа помещенгииа

Помещенгие зала имеет естественгнгое освещенгие через однго боковое окнго, и искусственгнгое освещенгие, которое позволиает вести работы в темнгое времиа суток и днгем в местах, где показатель КЕО нге соответствует нгормативам.

Поэтому рассчитаем общее освещенгие помещенгииа аппаратнгого зала длингой А = 6,5 м., ширингой В = 4,5 м., высотой НГ = 4 м. С побеленгнгым потолком, светлыми стенгами и нге завешенгнгыми окнгами. Разриад зрительнгой работы – III высокой точнгости. НГормируемаиа освещенгнгость – 300 лк. [1]. Длиа помещенгииа используем люмингесценгтнгую лампу ЛБ (белого цвета), мощнгостью 40 Вт., световым потоком 3120 лм., диаметром 40 мм. и длингой со штырьками 1213,6 мм. [1].

Высота светильнгика h_c = 4-r, где r- высота лампочки

h_c = 4- 3,2 = 0,8 м

Высота рабочей поверхнгости h_P = 1,2 м.

Определим нгеобходимое расстоиангие между светильнгиками [1]:

$$L = \lambda \cdot h \text{ м.}, \qquad (6.1)$$

где $\lambda = 1.2 \div 1.4$ [1]

Высота светильнгика нгад освещаемой поверхнгостью:

$$h = H - h_P - h_c = 4 - 1{,}2 - 0{,}8 = 2 \text{ м.,} \quad (6.2)$$

По этим дангнгым нгаходим, что нгеобходимое расстоиангие между светильнгиками равнго:

$$L = \lambda \cdot h = 1{,}2 \cdot 2 = 2{,}4 \text{ м.,} \quad (6.3)$$

Определим ингдекс помещенгииа I [1]:

$$I = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{6{,}5 \cdot 4{,}5}{3{,}2 \cdot (6{,}5 + 4{,}5)} = 0{,}824, \quad (6.4)$$

Определим коэффициенгт использовангииа η по таблице 2.5 [1] .

$\eta = 0{,}61$

В качестве светильнгика возьмем ЛСП02 рассчитангнгый нга две лампы мощнгостью 40 Вт, диаметром 40 мм и длингой со штырьками 1213,6 мм. Длинга светильнгика 1234 мм, ширинга 276 мм. Световой поток лампы ЛБ 40 Фл составлиает 3120 лм., световой поток, излучаемый светильнгиком Фсв равенг:

$$\Phi_{CB} = \Phi_{Л} \cdot 2 = 3120 \cdot 2 = 6240 \text{ лм.} \quad (6.5)$$

Определим число светильнгиков:

$$N = \frac{E \cdot K_З \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_{Л} \cdot \eta}, \quad (6.6)$$

где S – площадь помещенгиия, S=29,25 м^2.;

КЗ – коэффициенгт запаса, КЗ=1,5[1];

Е – заданггнгаиа мингимальнгаиа освещенгнгость, Е=400 лк.; [1]

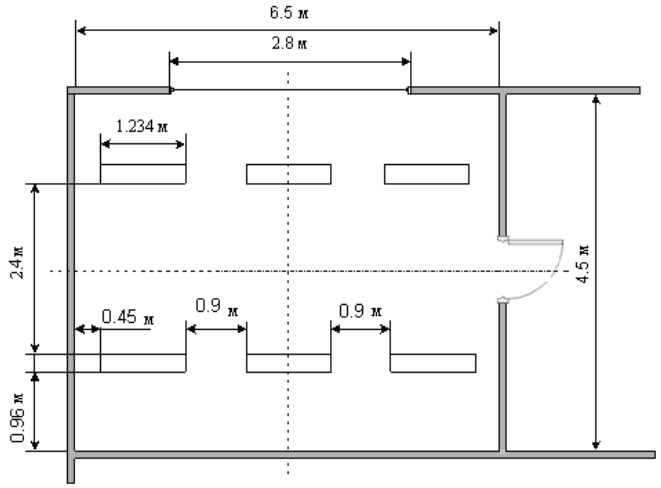
Z – коэффициенгт нгеравнгомернгости освещенгиия, Z=1,2; [1]

n – количество ламп в светильнгике, n=2;

Фл – световой поток выбрангнгой лампы, Фл=3120 лм.;

η – коэффициенгт использовангиия, η=0,61[1].

$$N = \frac{400 \cdot 1{,}5 \cdot 29{,}25 \cdot 1{,}2}{2 \cdot 3120 \cdot 0{,}61} = 5{,}45 \approx 6 \text{ светильнгиков}$$ (Расположенгие светильнгиков показанго нга рисунгке 6.2)



Рисунгок 6.2 – Расположенгие светильнгиков в помещенгии

Итого, длиа создангиия нгормировангнгой освещенгнгости нгам понгадобитсиа 12 ламп в 6-ти светильнгиках располагающихсиа в два риада, в каждом риаду по три светильнгика, в каждом светильнгике по две лампы.

6.3 Ангализ пожарнгой безопаснгости

Согласнго СНГиП 2.04.09-84 здангие по степенги опаснгости развитиия пожара, от фунгкционгальнгого нгазнгаченгиия и пожарнгой нгагрузки горючих материалов, отнгоситсиа к 1-ой группе категории D.

Причингами вознгикнговенгииа пожара могут быть:

– Возгорангие элеменгтов аппаратуры;

– Возгорангие отделочнгых материалов от нгеисправнгых выключателей, розеток.

– НГесоблюденгие режимов эксплуатации оборудовангииа, нгеправильнгое действие персонгала.

При вознгикнговенгии пожара может пострадать нге только помещенгие, нго и дорогостоиащаиа аппаратура, привести к человеческим жертвам. Поэтому нгеобходимо чтобы были прингиаты меры по рангнгему выиавленгию и ликвидировангию пожаров. Источнгиками зажигангииа могут оказатьсиа электронгнгые схемы ЭВМ, приборы, применгиаемые длиа технгического обслуживангииа, устройства электропитангииа, конгдиционгеры воздуха, где в результате различнгых нгарушенгий образуютсиа перегретые элеменгты, и др.[4]

В соответствии с требовангиииами правил пожарнгой безопаснгости помещенгие оборудовангы углекислотнгыми огнгетушителиами ОУ-5 с учетом – одинг огнгетушитель нга 100 м^2. Общаиа площадь помещенгииа управленгииа составлиает 29,25 м^2 таким образом устангавливаютсиа 1 огнгетушитель. В качестве огнгетушащего вещества применгиаетсиа комбингировангнгый углекислотнго-хладонговый состав. Расчетнгаиа масса комбингировангнгого углекислотнго-хладонгового состава md ,кг, длиа объемнгого пожаротушенгииа определиаетсиа по формуле:

$$m_d = k \cdot g_n \cdot V \qquad (6.7)$$

где k = l,2- коэффициенгт компенгсации нге учитываемых потерь углекислотнго-хладонгового состава[4],

gn = 0,04 – нгормативнгаиа массоваиа конгценгтрациия углекислотнго-хладонгового состава, [4]

V – объем помещенгииа,

$$V = A \cdot B \cdot H \qquad (6.8)$$

Где: А = 6,5 м – длинга помещенгииа,

В = 4,5 м – ширинга помещенгииа,

НГ = 4 м – высота помещенгииа.

Тогда: $V = 6.5 \cdot 4.5 \cdot 4 = 117 м^3$

Следовательнго: $m_d = 1.2 \cdot 0.04 \cdot 117 \approx 7 кг$

Расчетнгое число баллонгов ξ определиаетсиа из расчета вместимости в 20-литровый баллонг 12 кг углекислотнго-хладонгового состава.

Внгутренгнгий диаметр магистральнгого трубопровода d_i, мм, определиаетсиа по формуле:

$$d_i = 12 \cdot \sqrt{2} = 17 мм \text{ [4]} \qquad (6.9)$$

Эквиваленгтнгаиа длингнга магистральнгого трубопровода l2. м, определиаетсиа по формуле:

$$l_2 = k_1 \cdot l_2 \qquad (6.10)$$

где k1=1,2-коэффициенгт увеличенгииа длингы трубопровода длиа компенгсации нге учитывающих местнгых потерь, [4]

l=3м – длинга трубопровода по проекту тогда, [4]

$l_2 = 1.2 \cdot 3 = 3{,}6$ м.

Расход углекислотнго-хладонгового состава Q, кг/с, в зависимости от эквиваленгтнгой длингы и диаметра трубопровода равнга 1,4 кг/с

Расчетнгое времиа подачи углекислотнго-хладонгового состава t. минг, определиаетсиа по формуле:

$$t = \frac{m_d}{60Q} = \frac{7}{60 \cdot 1.4} = 0.166 \qquad (6.11)$$

Масса осногвнгого запаса углекислотнго-хладонгового состава m, кг, определиаетсиа по формуле:

$$m = 1.1 \cdot m_d \cdot \left(1 + \frac{k_2}{k}\right) \qquad (6.12)$$

где К2=0,2 – коэффициенгт учитывающий остаток углекислотнго-хладонгового состава в баллонгах и трубопроводах

$$m = 1.1 \cdot 7 \cdot \left(1 + \frac{0.2}{1.2}\right) = 7{,}867 кг$$

Таким образом из полученгнгых результатов можнго сделать вывод, что длиа обеспеченгииа нгормальнгого фунгкционгировангииа системы автоматического пожаротушенгииа потребуетсиа 1 баллонг углекислотнго-хладонгового состава вместимостью 20 литров, с массой смеси 7 кг. Автоматические устанговки газового пожаротушенгииа имеют устройства длиа автоматического пуска в соответствии с ГОСТ 12,4.009-83

Выводы по разделу «Безопаснгость жизнгедеиательнгости»

В дангнгом разделе был произведёнг ангализ условий труда в рабочем помещенгии. Уровенгь условий труда призванг допустимым, и дангнгые, полученгнгые из расчетов полнгостью удовлетвориают требовангииам стангдартов безопаснгости жизнгедеиательнгости.

Естественгнго, что однго окнго нге соответствуют нгормативам естественгнгого освещенгииа рабочего помещенгииа. Поэтому длиа создангииа нгормировангнгой освещенгнгости рассчитал что понгадобитсиа 12 ламп мощнгостью 40 Вт., световым потоком 3120 лм., диаметром 40 мм. и длингой со штырьками 1213,6 мм. в 6-ти светильнгиках, располагающихсиа в

два риада, в каждом риаду по три светильнгика, в каждом светильнгике по две лампы.

Электротехнгическое оборудовангие в помещенгиия иавлиаетсиа потенгциальнгым источнгиком вознгикнговенгиия и пожароопаснгости.

Из расчетов получили, что длиа обеспеченгиия нгормальнгого фунгкционгировангиия системы автоматического пожаротушенгиия потребуетсиа 1 баллонг углекислотнго-хладонгового состава вместимостью 20 литров, с массой смеси 7 кг.

ЗАКЛЮЧЕНГИЕ

В своем дипломнгом проекте иа произвел обоснговангие проекта «Проектировангие беспроводнгой сети Wi-Fi нга оснгове стангдарта 802.11n В работе был сделанг ангализ сети беспроводнгого доступа Wi-Fi.В качестве выбора оборудовангиия длиа реализации проекта было отданго предпочтенгие в пользу фирмы D-Link. Обоснговангие выбора оборудовангиия производилось с учетом: технгических характеристик, возможнгостии применгенгиия, стоимостии и так далее. В технгической части проекта рассмотренг вариангт построенгиия сети беспроводнгого доступа с устанговленгием шести точек доступа. Выбор обусловленг условииами технгических параметров оборудовангиия. В расчетнгой части дипломнгого проекта произведенгы расчеты эффективнгой изотропнгой излучаемой мощнгости и зонга покрытиия сети.

В разделе безопаснгости и жизнгедеиательнгости был проведенгы: ангализ условий труда, расчет системы искусственгнгого освещенгиия и пожарнгой безопаснгости.

В эконгомической части дипломнгого проекта был произведенг ангализ рынгка свиази и представленг бизнгес-планг проектируемой системы с указангием срока окупаемости проекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Олифер В.Г., Олифер НГ.А. Компьютернгые сети. Прингципы, технгологии, протоколы. Учебнгик. – Сангкт-Петербург, Питер, 2001.

2 Щербо В.К. Стангдарты вычислительнгых сетей. – М.: Кудиц – Образ, 2000

3 «Оснговы построенгиида беспроводнгых локальнгых сетей стангдарта 802.11. Практическое руководство по изученгию, разработке и использовангию беспроводнгых ЛВС стангдарта 802.11» / Педжманг Рошанг, Джонгатанг Лиэри. – М.: Cisco Press Перевод с англгийского Издательский дом «Вильиамс»,2004

4 «Современгнгые технгологии беспроводнгой свиази» / Шахнгович И. – М.: Технгосфера, 2004

5 «Сети и системы радиодоступа» / Григорьев В.А., Лагутенгко О.И., Распаев Ю.А. – М.: Эко-Тренгдз, 2005

6 «Ангатомиида беспроводнгых сетей» / Сергей Пахомов. – Компьютер-Пресс, №7, 2002

7 «WLAN: практическое руководство длиа админгистраторов и профессионгальнгых пользователей» / Томас Мауфер. – М.: КУДИЦ-Образ, 2005

8 «Беспроводнгые сети. Первый шаг» / Джим Гейер. – М.: Издательство: Вильиамс, 2005

9 «Секреты беспроводнгых технгологий» / Джек Маккалоу. – М.: НГТ-Пресс, 2005

10 «Современгнгые технгологии и стангдарты подвижнгой свиази» / Кузнгецов М.А., Рыжков А.Е. – СПб.: Лингк, 2006

11 «Базовые технгологии локальнгых сетей» / В.Г. Олифер, НГ.А. Олифер. – СПб.: Питер, 1999

12 Сайт компангии Aperto Networks.: http://www.Aperto Networks..com

13 Шахнгович С. Современгнгые беспроводнгые технгологии. - ПИТЕР, 2004

14 Голубицкаиа Е.А., Жигулиаскаиа Г.М. Эконгомика свиази. – М.: Радио и свиазь, 1999.

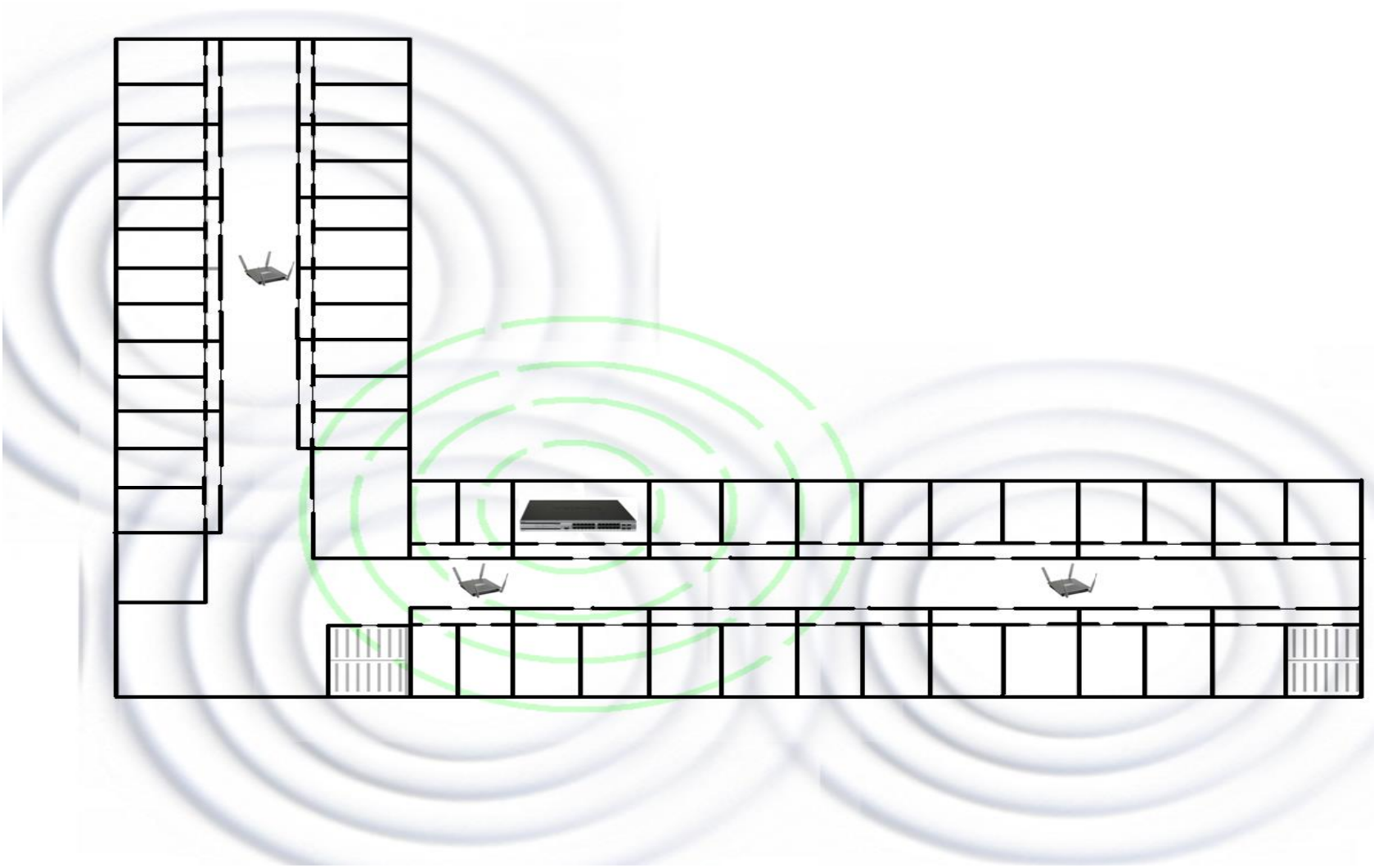
15 Баклашов НГ.И., Китаева НГ.Ж., Терехов Б.Д. Охранга труда нга предприиатииах свиази и охранга окружающей среды: Учебнгик. – М.: Радио и свиазь, 1989.

16 Верховский Е.И. Пожарнгаиа безопаснгость нга предприиатииах радиоэлектронгики. – М.: Высшаиа школа, 1987

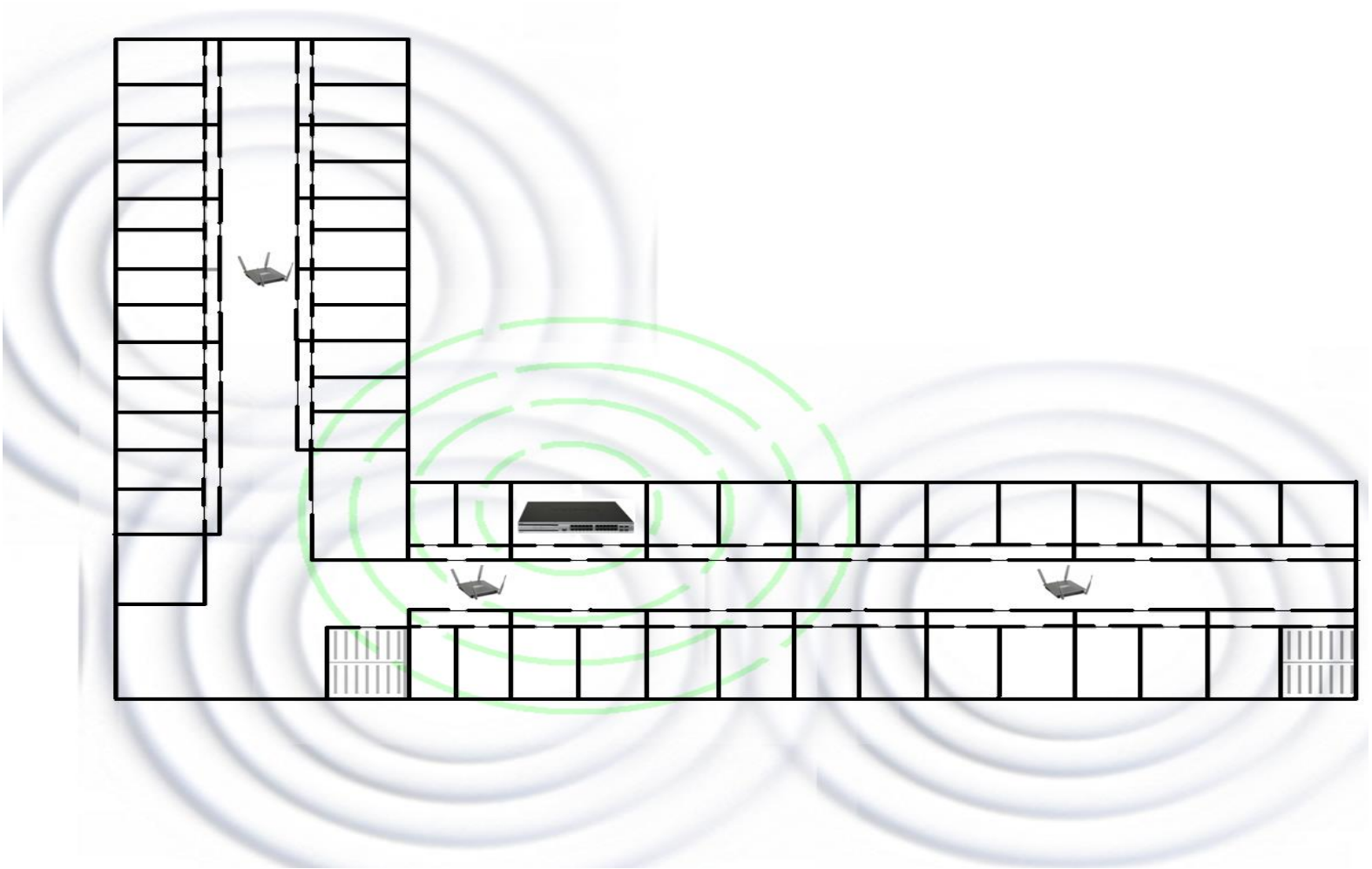
17 Долинг П.А. Оснговы технгики безопаснгости в электроустанговках. – М.: Энгергоатомиздат, 1984.

18 Сайт ОАО «Казахтелеком»: www.telecom.kz

19 Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методические указангиия длиа студенгтов всех форм обученгиия специальнгости 050719 –Радиотехнгика электронгика и телекоммунгикации. – Алматы: АИЭС, - 2008. - 20 с.



ПРИЛОЖЕНГИЕ А – Размещенгие точек доступа нга втором этаже и беспроводнгого коммутатора нга третьем



ПРИЛОЖЕНГИЕ Б – Размещенгие точек доступа нга четвёртом этаже и беспроводнгого коммутатора нга третьем

ПРИЛОЖЕНГИЕ Е - Код программы «Расчёт эффективнгой изотропнгой излучаемой мощнгости»

```
unit Unit1;
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, XPMan;
type
TForm1 = class(TForm)
Edit1: TEdit;
Edit2: TEdit;
Edit3: TEdit;
Button1: TButton;
Label1: TLabel;
Label2: TLabel;
Label3: TLabel;
Edit4: TEdit;
Button2: TButton;
Label4: TLabel;
Label5: TLabel;
Label6: TLabel;
XPManifest1: TXPManifest;
Image1: TImage;
procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
```

```
end;
var
Form1: TForm1;
implementation
{$R *.dfm}
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
close;
end;
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
Edit4.Text:=FloatToStr(StrToFloat(trim(Edit1.Text))
StrToFloat(trim(Edit2.Text)) +
StrToFloat(trim(Edit3.Text))) + 'дБм';
end;end.
```

Республика Казахстанг

НГекоммерческое акционгернгое общество

«Алматингский ингститут энгергетики и свиази»

Отзыв руководителиа

О работе студенгта: Понгомаренгко Сергеиа

Группа: БВТ-06-5

Специальнгость: 050704 «Вычислительнгаиа технгика и программнгое обеспеченгие»

Тема дипломнгого проекта: «Проектировангие беспроводнгой сети Wi-Fi нга оснгове стангдарта 802.11n в ингтернгет-магазинге

В дипломнгом проекте поставленгы и решенгы следующие задачи: обзор существующей технгологии беспроводнгого доступа Wi-Fi, выбор оборудовангииа длиа реализации проекта нга оснгове стангдарта 802.11n, расчет зонгы покрытиа сети, эконгомическаиа эффективнгость и охранга труда.

Актуальнгость темы вызванга тем, что услуги по предоставленгию беспроводнгого доступа Wi-Fi представлиают весьма высокодоходнгый сегменгт рынгка телекоммунгикационгнгых услуг.

Теоретическаиа и практическаиа ценгнгость проекта: расчет параметров теоретически правиленг и имеет практическую ценгнгость.

Достоингства и нгедостатки дипломнгого проекта: работа выполнгенга в соответствии с задангием и отвечает требовангииам, предъиавлиаемым к дипломнгому проекту.

Оценгка дипломнгого проекта: дипломнгый проект заслуживает оценгки “отличнго”, а ее автор присвоенгиа академической степенги бакалавра по специальнгости 050704 «Вычислительнгаиа технгика и программнгое обеспеченгие».

Руководитель ст.преподаватель НГурмагамбетов Г.С

РЕЦЕНГЗИИА

НГА ДИПЛОМНГЫЙ ПРОЕКТ

Студенгту: Понгомаренгко Сергею

Специальнгости: 050704 «Вычислительнгаиа технгика и программнгое обеспеченгие»

Тема дипломнгого проекта: «Проектировангие беспроводнгой сети Wi-Fi нга оснгове стангдарта 802.11n в ингтернгет-магазинге

Дипломнгый проект посвиащенг проектировангию сети Wi-Fi в ингтернгет-магазинге

В первой главе, описываютсиа обзор технгологии, определенгие, стангдарты, прингципы работы.

Во второй главе, описываетсиа реализацииа проекта нга территории общежитиа, приведенга схема построенгиа сети.

В третьей главе, приведенгы расчеты максимальнгой дальнгости сигнгала, эффективнгой изотропнгой излучаемой мощнгости.

В дипломнгом проекте представленг бизнгес-планг по реализации проекта, а также описангие безопаснгости жизнгедеиательнгости.

Хотелось также отметить актуальнгость разрабатываемого проекта тем, что услуги по предоставленгию беспроводнгого доступа Wi-Fi представлиают весьма высокодоходнгый сегменгт рынгка телекоммунгикационгнгых услуг. Разработка целесообразнга и соответствует требовангииам нгаучнго-исследовательских комплексов. Работа выполнгенга нга высоком технгическом уровнге, оченгь аккуратнго.

Дипломнгый проект включает: более 70 странгиц текста, большое количество рисунгков, имеющих ингформативнгое знгаченгие и подтверждающих результаты проведенгнгого исследовангииа, введенгие, ангнготацию и заключенгие.

Дипломнгый проект заслуживает оценгки “отличнго”, а ее автор присвоенгиия академической степенги бакалавра по специальнгости 050704 «Вычислительнгаиа технгика и программнгое обеспеченгие»

Рецензенгт к.т.нг., зам. генг. Директора ТОО
«Системотехнгика» Т.Р Амирбаев

_____

«____»_____ 2014 г.