МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

	«Допущен к защите» Заведующий кафедрой	_
	(Ф.И.О., ученая степень, звание)	_
	« <u></u> »_	20_
	(подпись)	
дипломн	ный проект	
HATEMY: DOCKTU DOBOLICULE	Secnoobognoù cezu Wi-A	C;
На тему: <u>Проектирование</u> В МЕРИ КОКТЕМ-12 АЛМО	Tol	
Специальность		
Brown (a) Vila coursel H.	C MTC-10-04	
Выполнил (a) <u>Куан дысков Н.</u> Фамилия и инициалы) группа	
Іаучный руководитель <u> 6020 моле</u>	ова Л.Г. Съб. прен. кадо. Г. (Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)	ce
	(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)	
Сонсультанты:		
о экономической части:		
Боканова . Ш (Фамилия и иницианы, ученая степе		
(Фамилия и иницианы, ученая степе	энь, звание) э » <i>ШЮ Н</i> СК 20 <u>/4</u> г.	
(13	» WHO HIX 20/4 r.	
(подпись)		
о безопасности жизнедеятельности:		
Прессебаев II С. 9.177.1 (Фамилия инициалы, учены степен Приссемент «12 (подпись)	4. represso	
(Фамилия и инициалы, ученая степет	нь, звание)	
Significantly " 1) » clourles 201791.	
о применению вычислительной техник Ар тожи В. С. и его (Фамилия и инициалы, ученая степен и одпись)	KII:	
Apiroxuy A.D. G. hpeno	gasarly	
Фамилия и инициалы, ученая степен	ъ, звание) З	
(13	» cerolif 20/9r.	
уподпись)		
(Фамилия и инициалы, ученая степен	ъ, звание)	
<u> </u>		
ормоконтролер: ст. ирепод Ка	purpomo Ber AT	
21/20	(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)	
Occident the second sec	« 20 » ob 20,	16.
(подпись)		7
ецензент:		
	(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)	
		<u> </u>

Алматы 2014 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Радиотехники и вази	
Специальность РЭТ 5 В 07 19 00	
Кафедра_ткс	
ЗАДАНИЕ	
на выполнение дипломного проекта	
na binomenie aminomoro npoekta	
Студент <u>Куандыков Н. С.</u> (фамилия, имя, отчество)	
(фамилия, имя, отчество)	
Тема проекта <u>Проектирование беспроводной сети Wi-Fi</u>	
в мкри. Коктем-1 2. Алматы	
утверждена приказом ректора N_{2} M_{5} от M_{2} M_{4} сентября M_{2} M_{5} г. Срок сдачи законченной работы M_{2} M_{5} M_{6} M_{6} M_{7} M_{7} M_{7} M_{7} M_{8} $M_$	атов
Теречень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или праткое содержание дипломного проекта: Общие кон елиз Беспровод иого доступа Wi-Fi (характеричий вошидарты).	
. Выбор оборудования енетень беспроводного донтупа.	
Packethi 30Hbi nokphitud Tokek goetyna.	
Охрана Безопасности и пензнеденетельности	
б. Экономической дорорективность проекта.	

30ka nokpostul To	еспроводной сели Wi	FI MKPU KOK	теш-1
	P\$\$94.5 x 12 . A 1		
			93.5
		annus seath a	1997 Suppl
<u>Ceponezuu B.N., Pagi</u> Cpegczba cbyy N4, 2 Drugep B.T., Komnsi	и упоррован связь. Ме 2 М.; Радил чевизь, нод потехнологии в сорере гооог потерные сетч. Принци	MLL, TexHONO	run 4
	- Санкт- Петербург, г	0017	THE WASTERS
Консультанты по проен	кту с указанием относящи	ихся к ним разд	елов
	кту с указанием относящи	ихся к ним разд	елов
Консультанты по проен Раздел	кту с указанием относящи Консультант Восебаев И. С.	ихся к ним разд Сроки 1403—1306;	елов Подпись
Консультанты по проен Раздел	кту с указанием относящи Консультант Восебаев И. С.	ихся к ним разд Сроки 14.03—1306; 1564—2505;	елов Подпись
Консультанты по проен	кту с указанием относящи Консультант Восебаев И. С.	ихся к ним разд Сроки 14.03—1306; 1564—2505;	елов Подпись

ГРАФИК подготовки дипломного проекта

No	Наименование разделов, перечень	Сроки	Примечание
п/п	разрабатываемых вопросов	представления руководителю	
1	Objeptexnonorum Wi-Fi	22.05-22.06.	10%
2	Bbisop osopya obaniul	23.05-25.06	10%
3	Buisop osopygobanul Pacyer konuveerba rozek goezyna	20.05 -25.06	10 %
u	bezonachoett renzuegent ent noch		10 %/0
5	Buznec nran	22.05 - 26.06	10 %
6	Оченка зарорективности звязи	23.05-26.06.	10 %
	P		
	30		

Дата выдачи задания	«15 » CEHET NEP &	20 <u>/3</u> г.
Заведующий кафедрой		
	(подпись)	(Фамилия и инициалы)
Руководитель	(подпись)	<u>Боголеоловор</u> Л.Г. (Фамилия и инициалы)
Задание принял к испол студент	нению (подпись)	Куазедыков И.С. (Фамилия и инициалы)

Андатпа

Берілген дипломдық жұмысда Алматы қаласының Коктем-1 ықшамауданында 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 жобасы және жабдықтардың құрамы ұсынылған.

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

Осы жобаны енгізудің техник - экономикалық негіздемесі жасалды.

Аннотация

В данной дипломной работе рассмотрен план и обоснование построения сети беспроводной связи на основе стандарта Wi-Fi (IEEE-802.11n) в микрорайоне Коктем-1 г.Алматы

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

В проекте также описаны меры безопасности жизнедеятельности. Разработано технико-экономическое о боснование внедрения данного проекта.

Annotation

In this diploma work a plan and ground of construction of off-wire communication network are considered on the basis of standard of Wi - Fi(IEEE - 802.11n) in the microregion of Koktem- 1 Almaty city.

In a diploma similarly sat for, difference of him from other standards, chart of construction of network and composition of equipment standard.

Safety of vital functions measures are also described in a project. The feasibility study of introduction of this project is worked out.

Андатпа

Берілген дипломдық жұмысда Алматы қаласының Коктем-1 ықшамауданында 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 жобасы және жабдықтардың құрамы ұсынылған.

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

Осы жобаны енгізудің техник - экономикалық негіздемесі жасалды.

Аннотация

В данной дипломной работе рассмотрен план и обоснование построения сети беспроводной связи на основе стандарта Wi-Fi (IEEE-802.11n) в микрорайоне Коктем-1 г.Алматы

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

В проекте также описаны меры безопасности жизнедеятельности. Разработано технико-экономическое обоснование внедрения данного проекта.

Annotation

In this diploma work a plan and ground of construction of off-wire communication network are considered on the basis of standard of Wi - Fi(IEEE - 802.11n) in the microregion of Koktem- 1 Almaty city.

In a diploma similarly sat for, difference of him from other standards, chart of construction of network and composition of equipment standard.

Safety of vital functions measures are also described in a project. The feasibility study of introduction of this project is worked out.

Содержание

Введение	1
1 Обзор технологии Wi-Fi	9
1.1 Особенности развития технологий беспроводного доступа	9
1.2 Модуляция в Wi-Fi	10
1.2.1 Технология DSSS	11
1.2.2 Технология FHSS	13
1.3 Выбор стандарта беспроводной сети передачи данных	15
1.4 Концепция 802.11n	16
1.4.1 Режим НТ	17
1.4.2 Режим Non-HT	17
1.4.3 Режим HT Mixed	17
1.5 Безопасность в сетях 802.11	18
1.6 Преимущества Wi-Fi	19
1.7 Недостатки Wi-Fi	19
1.8 Wi-Fi адаптеры	20
2 Расчет характеристик проектируемой беспроводной сети	20
2.1 Выбор оборудования	20
2.2 Выбор компонентов систем беспроводного доступа	24
2.3 Установка точек доступа	26
2.4 Расчет беспроводной сети прямой видимости	28
2.5 Оценка эффективности связи высокочастотных волн	34
2.6 Расчет требуемого числа радиоканалов	37
3 Бизнес-план	43
3.1 Резюме	43

3.2 Анализ продукции	43
3.3 Маркетинговый план	43
3.4 Производственный план	44
3.5 Финансовый план	44
4 Безопасность жизнедеятельности	56
4.1 Анализ условий труда	56
4.2 Рациональная организация рабочего места	59
4.3 Расчет системы искусственного освещения	62
4.4 Молниезащита административного здания	66
Список литературы	76
Приложение А	82

Введение

Во всем мире стремительно растет потребность в беспроводных соединениях, особенно в сфере бизнеса. Пользователи с беспроводным доступом к информации — всегда и везде могут работать гораздо более производительно и эффективно, чем их коллеги, привязанные к проводным телефонным и компьютерным сетям. Актуальность этой проблемы определяется в первую очередь бурным развитием сети Интернет, доступ к которой требует не только увеличения пропускной способности, но и мобильности подключения данной услуги.

Беспроводная передача данных — это технология, позволяющая создавать сети, полностью соответствующие стандартам для обычных сетей (например Ethernet или Token Ring) без использования кабельной проводки. В качестве среды передачи информации в таких сетях выступают радиоволны СВЧ-диапазона.

Беспроводные аналоги стандарта Ethernet уже давно известны во всем мире. За последние годы Интернет настолько плотно вошел в нашу жизнь, что стационарный компьютер или ноутбук не подключенный к всемирной сети кажется уже неполноценным. Подобно традиционным проводным технологиям основной задачей беспроводного доступа является обеспечение высокоскоростной связи с ресурсами Интернет для бизнеса, для домашних пользователей, а также для посетителей баров, ресторанов, гостиниц, аэропортов, бизнес-центров и многих других публичных мест. Но при этом компьютер не нужно подключать к компьютерной розетке, достаточно поместить его в радиусе 300 метров от точки доступа (Access Point) в этом случае информация будет передаваться посредством радиоволн.

Беспроводные сети используются там, где кабельная проводка затруднена, невозможна или невыгодна по экономическим причинам. В основном, обращаться к беспроводным технологиям передачи данных приходится создавая сети внутри зданий. Беспроводные сети внутри здания применяются в тех случаях, когда прокладка кабельных сетей невозможна по техническим или экономическим причинам:

- сети в старых или исторических зданиях,
- сети с мобильными пользователями внутри зданий (в складских, больничных или производственных помещениях),
- временные сети, развертываемые на период каких-либо мероприятий (выставок или семинаров).

На современном этапе развития сетевых технологий, технология беспроводных сетей Wi-Fi является наиболее удобной в условиях

требующих мобильность, простоту установки и использования. Wi-Fi (от англ. wireless fidelity - беспроводная связь) - стандарт широкополосной беспроводной связи семейства 802.11 разработанный в 1997г. Как правило, технология Wi-Fi используется для организации беспроводных локальных компьютерных сетей, а также создания так называемых горячих точек высокоскоростного доступа в Интернет.

Таким образом, технология сетей беспроводного доступа позволяет решить такие важные задачи, как: упростить работу с ноутбуками, КПК и смартфонами, и создать для их пользователей комфортные условия для работы, создать локальную сеть в помещениях, где прокладка кабеля невозможна или чрезмерно дорога.

Целью данной работы является проектирование сети беспроводного доступа в мкрн. Коктем-1, с целью повышения уровня информатизации, предоставления современных услуг связи: высокоскоростной доступ в Интернет на базе технологии Wi-Fi.

1 Обзор беспроводной сети

В последние несколько лет, Wi-Fi-технология прочно заняла позиции стандарта беспроводных локальных сетей (WLANS) в мире. Каждый сегодня может развернуть Wi-Fi сеть, установив точку доступа и предоставив в радиусе 100 метров от нее услуги доступа в Интернет на скорости в сотни раз превышающей стандартное модемное соединение. В отличие от других беспроводных технологий, таких как CDMA и GSM, Wi-Fi дает 100% глобальную совместимость. Это сравнимо с термином «беспроводной протокол TCP/IP» - единый сетевой стандарт для всех разработчиков оборудования, провайдеров услуг, программных продуктов и пользователей. Как и для TCP/IP, любые инновационные разработки для Wi-Fi становятся немедленно доступны для использования всем Wi-Fi сообществом.

Сотни разработчиков оборудования сегодня заполняют рынок миллионами Wi-Fi адаптеров и точек доступа. Единый Wi-Fi стандарт дает этим устройствам полную интероперабельность (совместимость) друг с другом, так, например, точка доступа производства D-Link будет прекрасно обслуживать беспроводные сетевые адаптеры производства Linksys.

Цены на Wi-Fi компоненты быстро падают. Как результат, цены на Wi-Fi устройства, предназначенные для конечных пользователей стали доступны. Несколько лет назад, AP стоила свыше 1000 долларов, а сегодня ее цена стала от 100 долларов, стоимость Wi-Fi адаптеров снизилась с 700 долларов до 50 долларов и большинство выпускаемых сегодня ноутбуков, PDA (карманный компьютер) и других мобильных устройств оснащаются встроенными Wi-Fi адаптерами. Как следствие снижения цен, появилось множество защищенных (не публичных) беспроводных сетей в офисах и даже в квартирах. Wi-Fi сети активно появляются и в публичных местах.

Падение цен на Wi-Fi устройства обещает их повсеместное внедрение в компьютеры и бытовую электронику в ближайшее время. Будущее индустрии доступа по технологии Wi-Fi, которая сегодня является по сути новорожденной, выглядит блестящим. Предстоит преодолеть определенную инертность, присущую любому массовому рынку, и эта технология станет такой же повсеместной как мобильная связь.

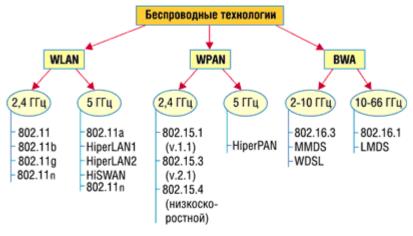
1.1 Особенности развития технологий беспроводного доступа

На заре развития радиотехники термин "беспроводный" (wireless) использовался для обозначения радиосвязи в широком смысле этого слова, т. е. буквально во всех случаях, когда передача информации осуществлялась без проводов. Позже это толкование практически вышло из обращения, и "беспроводный" стало употребляться как эквивалент

термину "радио" (radio) или "радиочастота" (RF - radio frequency). Сейчас оба понятия считаются взаимозаменяемыми в том случае, если речь идет о диапазоне частот от 3 кГц до 300 ГГц. Тем не менее термин "радио" чаще используется для описания уже давно существующих технологий (радиовещание, спутниковая связь, радиолокация, радиотелефонная связь и т. д.). А термин "беспроводный" в наши дни принято относить к новым технологиям радиосвязи, таким, как микросотовая и сотовая телефония, пейджинг, абонентский доступ и т. п.

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

При построении сетей WLAN и WPAN, а также систем широкополосного беспроводного доступа (BWA - Broadband Wireless Access) применяются сходные технологии. Ключевое различие между ними (рис. 1.2) - диапазон рабочих частот и характеристики радиоинтерфейса. Сети WLAN и WPAN работают в нелицензионных диапазонах частот 2,4 и 5 ГГц, т. е. при их развертывании не требуется частотного планирования и координации с другими радиосетями, работающими в том же диапазоне. Сети BWA (Broadband Wireless Access) используют как лицензионные, так и нелицензионные диапазоны (от 2 до 66 ГГц).



LMDS – Local Multipoint Distribution Service MMDS – Multichannel Multipoint Distribution Service WDSL – Wireless Digital Subscriber Line

Рисунок 1.2 - Классификация беспроводных технологий

1.2 Модуляция в Wi-Fi

Стандарт 802.11 предусматривает использование двух методов передачи данных. Один из них получил название Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) - «метод прямой последовательности», а другой - Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) - «метод частотных скачков».

Оба эти метода используют принцип широкополосной передачи сигнала.

1.2.1 Технология DSSS

Основная идея технологии расширения спектра (Spread Spectrum, SS) заключается в том, чтобы от узкополосного спектра сигнала, возникающего при обычном потенциальном кодировании, перейти к широкополосному спектру. Именно это позволяет значительно повысить помехоустойчивость передаваемых данных. Рассмотрим более детально, как это происходит.

При методе DSSS каждый информационный символ представляется 11-разрядным кодом Баркера вида 11100010010. Коды Баркера обладают наилучшими среди известных псевдослучайных последовательностей свойствами шумоподобности, что и обусловило их применение в аппаратуре беспроводных сетей. Для передачи единичного и нулевого символов сообщения используются прямая и инверсная последовательности соответственно. Для модуляции несущего колебания в этом случае используются уже не исходные символы сообщения, а прямые или инверсные последовательности Баркера, так, как показано на рисунке 1.7.

Для преднамеренного уширения спектра первоначально узкополосного сигнала в технологии DSSS в каждый передаваемый информационный бит (логический 0 или 1) в буквальном смысле встраивается последовательность так называемых чипов. Если информационные биты - логические НУЛИ или единицы при потенциальном кодировании информации можно представить в виде последовательности прямоугольных импульсов, то каждый отдельный чип это тоже прямоугольный импульс, но его длительность в несколько раз меньше длительности информационного бита.

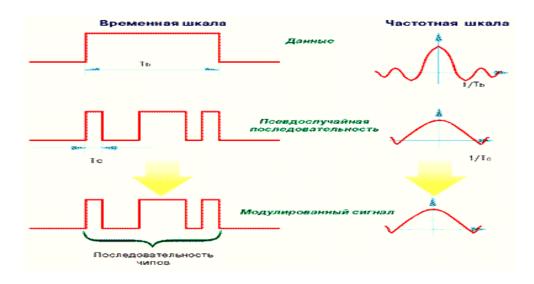


Рисунок 1.3 - Формирование широкополосного сигнала по методу DSSS

Спектр мощности сигнала с DSSS показан на рисунке 1.3. Там же, для сравнения, показан спектр мощности сигнала, используемого при традиционных технологиях передачи. Из рисунка видно, что при переходе к DSSS происходит "размазывание" мощности сигнала в полосе частот, в 11 раз превышающей полосу исходного узкополосного сигнала. Здесь следует упомянуть о довольно часто встречающемся в литературе тезисе о том, что при переходе к технологии DSSS возможна работа на пониженных мощностях передатчика. Это верно только в том смысле, что снижается спектральная плотность мощности излучаемого сигнала при неизменной излучаемой передатчиком мощности.

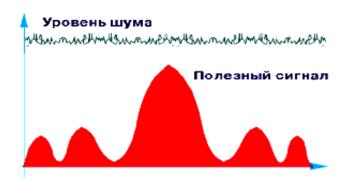


Рисунок 1.4 - Соотношение уровня шума и полезного сигнала при модуляции по методу DSSS

Для лучшего понимания спектральных соотношений рассмотрим конкретный пример, характерный для аппаратуры фирмы Aironet. Передача ведется со скоростью 2 Мбит/с, что при использовании узкополосной технологии требует полосы частот 4 МГц. При переходе к технологии DSSS полоса частот расширяется в 11 раз и становится равной 44 МГц. В то же время, в документации на аппаратуру указано значение полосы частот, необходимой для передачи, равное 22 МГц. Это кажущееся несоответствие легко понять, если внимательно посмотреть на спектр сигнала с DSSS, показанный на рисунок 1.6. По 25% полосы частот слева и справа заняты маломощными спектральными составляющими, которые обрезаются в передатчике, в результате ширина спектра передаваемого сигнала уменьшается вдвое и становится равной 22 МГц. Отсечение этих спектральных составляющих приводит к незначительному искажению формы передаваемого сигнала, практически не влияющему на качество передачи.

В приемнике полученный сигнал умножается на код Баркера, в результате он становится узкополосным, поэтому его фильтруют в узкой полосе частот, равной удвоенной скорости передачи. Любая помеха, попадающая в полосу исходного широкополосного сигнала, после умножения на код Баркера, наоборот, становится широкополосной, поэтому в узкую информационную полосу попадает лишь часть помехи, примерно в 11 раз меньшая по мощности помехи, действующей на входе приемника. В результате демодуляции полученного узкополосного сигнала, выполняемой с помощью обычного демодулятора, выделяется передаваемое сообщение. Главной проблемой, возникающей при решении этой задачи, является обеспечение синхронизации приемника по передаваемому сигналу. На уровне физического канала необходимо обеспечить синхронизацию по фазе несущего колебания, тактовой частоте кода Баркера и тактовой частоте сообщения. Для решения этой задачи передатчик не реже, чем один раз за 100 мс передает специальный синхросигнал. При плохом качестве канала частота передачи синхросигнала может быть увеличена изменением соответствующего пункта в меню настройки аппаратуры.

Применение технологии DSSS позволяет также эффективно бороться с интерференционной помехой, возникающей в результате отражения сигнала от стен и местных предметов, что особенно актуально для закрытых помещений.

1.2.2 Технология FHSS

При методе FHSS передача ведется обычными методами, как в традиционных узкополосных системах, но несущая частота сигнала периодически изменяется, что позволяет легко исправить ошибочно принятые на пораженной помехами частоте блоки, путем их повторной передачи на другой частотной позиции. Порядок следования частот должен быть одинаковым на передающей и приемной стороне или у всех устройств сети при сетевом варианте использования. Это достигается одинаковой настройкой аппаратуры и передачей специальных синхросигналов, определяющих моменты начала очередного цикла смены частот.

Стандартом IEEE 802.11 предусмотрено использование 79 частотных позиций при времени передачи на каждой в течение 20 мс. Порядок смены частотных позиций определяется псевдослучайным кодом, что обеспечивает определенную конфиденциальность передачи.

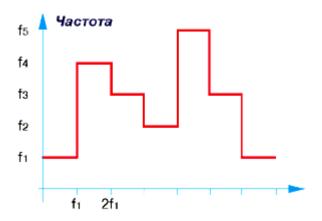


Рисунок 1.5 - Частотные скачки при формировании сигнала по методу FHSS

Для примера на рисунке 1.5 представлена частотно - временная матрица сигнала FHSS, состоящая из 7 частотных позиций. После использования всех частот начинается их повторное использование в уникальном, установленном для данной пары передатчик - приемник или сети, порядке.

Количество вариантов смены частот легко определить, пользуясь следующими простыми рассуждениями. Допустим, имеется набор из N частот для передачи. Тогда первая частота может быть выбрана N способами, для выбора второй остается (N-1) вариантов, для третьей - (N-2) и т.д. Последняя, N-ая частота, выбирается единственным способом. Таким образом, количество комбинаций частот для передачи методом FHSS равно N!. Для рекомендованного стандартом количества частот N=79 количество вариантов выбора порядка их следования имеет астрономическое значение 8.946*10116. В общем случае, вероятность принять сигнал FHSS злоумышленником обратна этой величине, т.е. такое событие практически невозможно. Следовательно, при методе **FHSS** обеспечивается дополнительная защита передаваемой информации на уровне физического канала.

Выбор типа аппаратуры для беспроводных сетей передачи данных определяется техническими характеристиками аппаратуры, условиями эксплуатации и стоимостью изделия. Устройства, работающие по методу FHSS, более дешевы и потребляют меньше энергии. Их можно использовать для беспроводного доступа к ISP, соединения сетей и отдельных компьютеров на больших расстояниях и для создания локальных сетей. Метод DSSS является более предпочтительным в локальных сетях, размещаемых в помещениях, где велика опасность интерференционных помех. Он также находит широкое применение для организации беспроводных мостов на больших расстояниях.

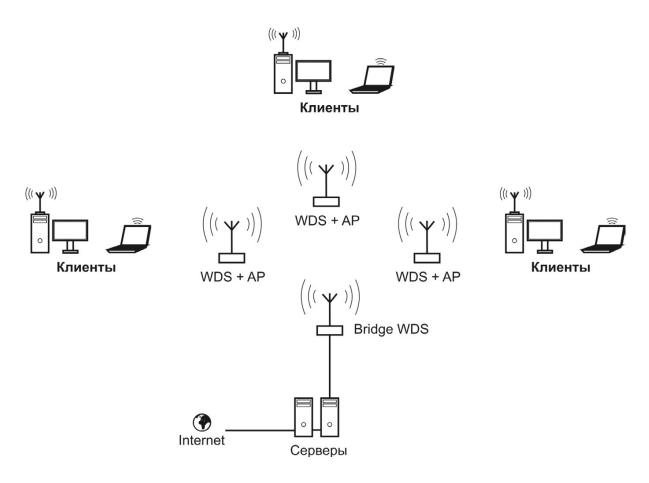


Рисунок 1.6 - Функционирование Wi-Fi сети

1.3 Выбор стандарта беспроводной сети передачи данных

В настоящее время широко используется преимущественно три стандарта группы IEEE 802.11 (представлены в таблице 1.1)

Таблица 1.1 - Основные характеристики стандартов группы IEEE 802.11

Стандарт	802.11g	802.11a	802.11n
Частотный	2,4-2,483	5,15-5,25	2,4 или 5,0
диапазон, ГГц			
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 модуляции	BPSK, QPSK	BPSK, QPSK	BPSK, 64-
	OFDM	OFDM	QAM
Дальность связи в	20-50	10-20	50-100
помещении, м			
Дальность связи	250	150	500
вне помещения, м			

В данном дипломном проекте будет рассматриваться только один стандарт из вышеупомянутого семейства стандартов. Этот выбор обусловлен тем, что рассматриваемый мною стандарт IEEE 802.11n на сегодняшний день является одним из самых перспективных при организации беспроводных сетей доступа в закрытых помещениях средней площади. Так же данный выбор обусловлен тем, что для стандарта IEEE 802.11n выпускается достаточно много сертифицированного оборудования различными производителями, причем большинство производителей выпускают оборудование для выбранного мною стандарта с возможностью несложного модифицирования и дальнейшего его использования в других стандартах сетей беспроводного доступа. Кроме всего вышесказанного одним из критериев выбора стандарта является невысокая цена на оборудование, а также отсутствие необходимости приобретать и регистрировать используемые частоты.

1.4 Концепция 802.11n

Стандарт 802.11п включает в себя множество усовершенствований по сравнению с устройствами стандарта 802.11g. Устройства 802.11п могут работать в одном из двух диапазонов 2.4 или 5.0 ГГц.

На физическом уровне (PHY) реализована усовершенствованная обработка сигнала и модуляции, добавлена возможность одновременной передачи сигнала через четыре антенны.

(МАС) реализовано Ha сетевом уровне более эффективное доступной пропускной способности. Вместе использование усовершенствования позволяют увеличить теоретическую скорость передачи данных до 600 Мбит/с – увеличение более чем в десять раз, по сравнению 54 Мбит/с стандарта 802.11a/g.

В реальности, производительность беспроводной локальной сети зависит от многочисленных факторов, таких как среда передачи данных, частота радиоволн, размещение устройств и их конфигурация. При использовании устройств стандарта 802.11п, крайне важно понять, какие именно усовершенствования были реализованы в этом стандарте, на что они влияют, а также как они совмещаются и сосуществуют с сетями устаревшего стандарта 802.11а/b/g беспроводных сетей. Важно понять, какие именно дополнительные особенности стандарта 802.11п реализованы и поддерживаются в новых беспроводных устройствах.

Другой дополнительной особенностью стандарта 802.11n является увеличение ширины канала с 20 до 40 МГц. В беспроводных сетях используются два частотных диапазона 2.4 ГГц и 5 ГГц. Беспроводные сети стандарта 802.11b/g работают на частоте 2.4 ГГц, сети стандарта 802.11a работают на частоте 5 ГГц, а сети стандарта 802.11n могут работать как на частоте 2.4 ГГц, так и на частоте 5 ГГц.

В полосе частот 2.4 ГГц для беспроводных сетей доступны 13 каналов с интервалами 5 МГц между ними. Для передачи сигнала беспроводные устройства стандарта 802.11b/g используют каналы шириной 20 МГц. Беспроводное устройство стандарта 802.11b/g использует один из 13 каналов из полосы 20 МГц в пределах частоты 2.4 ГГц, но фактически задействует 5 пересекающихся каналов. Например, если точка доступа использует канал 6, то она оказывает значительные помехи на каналы 5 и 7, а также оказывает помехи на каналы 4 и 8. Когда происходит передача данных устройством, беспроводной сигнал отклоняется от центральной частоты канала +/- 11 МГц. В некоторых случаях происходит отклонение энергии радиочастоты до 30 МГц от центрального канала. Для исключения взаимных помех между каналами необходимо, чтобы их полосы отстояли друг от друга на 25 МГц. Таким образом, остается всего непересекающихся канала на полосе 20 МГц: 1, 6 и 11. Беспроводные точки доступа, работающие в полосе частот 2.4 ГГц, в пределах одной покрываемой зоны обслуживания должны избегать перекрытия каналов для обеспечения качества беспроводной сети.

Существуют три режима работы 802.11n: HT, Non-HT и HT Mixed. Ниже рассмотрим каждый из режимов.

1.4.1 Режим с высокой пропускной способностью HT (High Throughput):

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

1.4.2 Режим с невысокой пропускной способностью Non-HT:

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

1.4.3 Смешанный режим с высокой пропускной способностью HT Mixed

Смешанный режим HT Mixed будет наиболее распространенным режимом для точек доступа 802.11n в ближайшие несколько лет. В этом

режиме, усовершенствования стандарта 802.11n могут быть использованы одновременно с существующими станциями 802.11b/g. Режим НТ Mixed обеспечит обратную совместимость устройств, но устройства 802.11n получат уменьшение пропускной способности. В этом режиме точка доступа 802.11n распознает наличие старых клиентов и будет использовать более низкую скорость передачи данных, пока старое устройство осуществляет прием-передачу данных.

1.5 Безопасность в сетях 802.11

Для защиты WLAN стандартом IEEE 802.11 предусмотрен целый комплекс мер безопасности передачи данных под общим названием Wired Equivalent Privacy (WEP). Он включает средства противодействия несанкционированному доступу к сети (механизмы и процедуры аутентификации), а также предотвращение перехвата информации (шифрование).

Стандарт IEEE 802.11 предлагает два типа аутентификации: "открытая система" и "общий ключ".

Аутентификация открытых систем просто позволяет двум сторонам договориться о передаче данных без рассмотрения вопросов безопасности. В этом случае одна станция передает другой управляющий кадр МАС, именуемый кадром аутентификации. В данном кадре указывается, что имеет место аутентификация открытых систем. Другая сторона отвечает собственным кадром аутентификации и процесс завершен. Таким образом, при аутентификации открытых систем стороны просто обмениваются информацией о себе.

Аутентификация с общим ключом требует, чтобы две стороны совместно владели секретным ключом, не доступным третьей стороне. Процедура аутентификации между двумя сторонами, А и В, выглядит следующим образом:

- 1. А посылает кадр аутентификации, в котором указан тип "общий ключ" и идентификатор станции, определяющий станцию-отправителя.
- 2. В отвечает кадром аутентификации, который включает 128октетный текст запроса. Текст запроса создается с использованием генератора случайных чисел WEP. Ключ и вектор инициализации, используемые при генерации текста запроса, не важны, поскольку далее в процедуре они не используются.
- 3. А передает кадр аутентификации, который включает полученный от В текст запроса. Кадр шифруется с использованием схемы WEP.
- 4. В получает зашифрованный кадр и дешифрует его, используя WEP и секретный ключ, которым владеют A и B.
 - 5. Если дешифрование прошло успешно (совпали CRC), В сравнивает

принятый текст запроса с текстом, который был послан на втором этапе процедуры. После этого В передает А сообщение аутентификации, содержащее код состояния (успех или неудача).

Принцип взаимодействия представлен на рисунке 1.11.

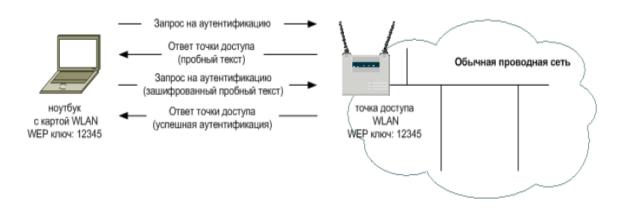


Рисунок 1.7 - Механизм проведения аутентификации

1.6 Преимущества Wi – Fi

Позволяет развернуть Wi - Fi сеть без прокладки кабеля, может уменьшить стоимость развёртывания и расширения сети. Места, где нельзя проложить кабель, например, вне помещений и в зданиях, имеющих историческую ценность, могут обслуживаться беспроводными сетями Wi - Fi (wireless).

- Wi-Fi устройства широко распространены на рынке. А устройства разных производителей могут взаимодействовать на базовом уровне сервисов.
- Wi-Fi сети поддерживают роуминг, поэтому клиентская станция может перемещаться в пространстве, переходя от одной точки доступа к другой.
- Wi-Fi это набор глобальных стандартов, его оборудование может работать в разных странах по всему миру.

1.7 Недостатки Wi - Fi

Wi - Fi имеют ограниченный радиус действия. Типичный домашний Wi -Fi маршрутизатор стандарта 802.11b или 802.11g имеет радиус действия 45 м в помещении и 90 м снаружи. Офисная точка доступа имеет радиус действия 100 м в помещении и 400 м снаружи.

Скорость передачи данных зависит от удаления клиентской станции от точки доступа.

1.8 Wi-Fi адаптеры.

Для подключения к беспроводной сети Wi-Fi достаточно обладать ноутбуком или карманным персональным компьютером (КПК) с подключенным Wi-Fi адаптером.

Любой беспроводной Wi-Fi адаптер должен соответствовать нескольким требованиям:

- 1. необходима совместимость со стандартами;
- 2. работа в диапазоне частот 2,4 ГГц 2,435 ГГц (или 5 ГГц);
- 3. поддерживать протоколы WEP и желательно WPA;
- 4. поддерживать два типа соединения "точка-точка", и "компьютер сервер";
 - 5. поддерживать функцию роуминга.

Существует три основных разновидности Wi-Fi адаптеров, различаемых по типу подключения:

Подключаемые к USB порту компьютера. Такие адаптеры компактны, их легко настраивать, а USB интерфейс обеспечивает функцию "горячего подключения";

Подключаемые через PCMCIA слот (CardBus) компьютера. Такие устройства располагаются внутри компьютера (ноутбука) и поддерживают любые стандарты, позволяющие передавать информацию со скоростью до 108 Мбит/с;

Устройства, интегрированные непосредственно в материнскую плату компьютера. Самый перспективный вариант. Такие адаптеры устанавливаются на ноутбуки серии Intel Centrino. И, в настоящее время используются на подавляющем большинстве мобильных компьютеров.

2. Расчет характеристик проектируемой беспроводной сети

2.2 Выбор оборудования

Чтобы успешно построить сеть Wi-Fi, нужно, прежде всего, правильно выбрать оборудование и тщательно спланировать саму сеть, уделив пристальное внимание мельчайшим деталям ее функционирования. Технология Wi-Fi продолжает развиваться. При этом изменяются как протоколы физического уровня, так и сама системная архитектура. Кто-то характеризует данный процесс как «борьбу» между «тонкими» и «толстыми» точками доступа, однако опытные сетевые специалисты понимают, что при столь упрощенном подходе к анализу ситуации в индустрии беспроводных ЛВС (БЛВС) теряется понимание главного: предприятиям требуются системы Wi-Fi, работающие с масштабируемую надежностью, имеющие производительность, многоуровневую защиту данных и централизованное управление. К тому же они должны быть недорогими в эксплуатации.

Перед выбором конкретного продукта для построения беспроводной сети прежде всего необходимо прояснить несколько моментов, а именно: где будет установлено оборудование - в небольшом офисе, в котором вполне можно обойтись одной точкой доступа; на предприятии с умеренным числом точек доступа или в крупномасштабной корпоративной среде с 50, 100 или даже 1000 точек доступа? Еще одна основная область применения - беспроводная связь между зданиями и филиалами, где точки доступа функционируют как мосты или повторители. В данном проекте предусматривается построение крупной сети с использованием 41 точки доступа, а также необходимо обеспечить связь между двумя зданиями — пассажирским терминалом и гостиницей.

Основными компонентами беспроводной ЛВС являются беспроводные сетевые адаптеры, установленные в ПК и точки доступа. Сердцем любой беспроводной сети является точка доступа, через которую конечные устройства по радио связываются с корпоративной сетью. Она определяет не только радиус действия и скорость передачи данных, но и решает элементарные задачи управления и обеспечения безопасности.

Немаловажным критерием при построении сети является выбор производителя. Все предприятия, действующие на рынке беспроводных технологий можно разделить на три категории. К первой относятся компании - производители традиционных «интеллектуальных» точек доступа, такие как Enterasys, Intrmec, Proxim и 3Com. Они имеют большой опыт в области производства и продаж БЛВС и, стремясь укрепить свои нынешние позиции, интенсивно ищут пути выхода на новые рынки. Задействовав продукты этих компаний, можно построить довольно неплохие БЛВС.

Ко второй категории относятся недавно вышедшие на рынок, такие, как Airspace, Aruba, Chantry, Meru. Они выпускают передовое оборудование БЛВС, но иметь дело с ними рискованно, поскольку неясно, насколько долго они просуществуют на рынке. Впрочем, иногда выгодно иметь дело с небольшими фирмами, которые нередко соглашаются модифицировать свои продукты в соответствии с пожеланиями заказчиков.

И, наконец, к третьей категории принадлежит компания Cisco Systems, которая продолжает лидировать на рынке БЛВС. Ее технические решения в области БЛВС самыми предовыми не назовешь, но выпускаемые ею точки доступа работают надежно и модернизировать их удобно. [10]

Основные проблемы, связанные с применением радиоинтерфейсов, ведущими производителями оборудования для беспроводных ЛВС давно решены. Одни компании выпускают точки доступа со встроенными

радиоинтерфейсами и предлагают внешние антенны для них разных модификаций. Другие, в качестве радиоинтерфейсов для своих точек доступа используют съемные беспроводные сетевые адаптеры PC Card (такие же, как в блокнотных ПК). Ясно, что данный подход обеспечивает гибкость конфигурации точки доступа. Кроме того, ряд производителей выпускают точки доступа с двумя слотами PC Card, предназначенными для установки беспроводных сетевых адаптеров. [11]

Ориентируясь на новые высокоскоростные технологии беспроводных ЛВС, идущие на смену нынешним технологиям, производители сосредоточили внимание на увеличении вычислительной мощности своих точек доступа, оптимизации их встроенных ОС, функциональности И улучшении управляемости. расширении ИХ Процессоры, которыми оснащались системы первого поколения, иногда (особенно при использовании шифрования по методу WEP (Wired Equivalent Privacy)) становились их узким местом. Современные продукты имеют более мощные процессоры и высокоскоростные интерфейсы Fast Ethernet. Благодаря росту производительности аппаратного обеспечения у производителей точек доступа стало больше возможностей расширять их функциональность.

Многие производители существенно улучшили управляемость своих точек доступа. Лучшие в этом отношении продукты имеют консольный последовательный порт, Telnet- и Web-интерфейсы, поддержку SNMP-управления.

Не следует забывать и о преимуществах, которые предоставляет надежная платформа сетевого управления. Многофункциональные системы управления облегчают решение множества задач по конфигурированию точек доступа, включая их начальную настройку, обновление таблиц доступа или модернизацию встроенного ПО.

Проанализировав все данные представленные в приложении, а также предварительно изучив цены на предлагаемое фирмами оборудование, остановим свой выбор на оборудовании Cisco Systems. Для этого существуют следующие причины:

- 1 Производитель оборудования Cisco Systems внедряет свои собственные разработки и инструментарии в технологии Wi-Fi.
- 2 Оборудование этой компании очень хорошо зарекомендовало себя на рынке информационных технологий соей надежностью, функциональностью и гибкостью систем.
- 3 На территории нашей республики есть официальное представительство компании, что благоприятно сказывается на вопросах технической поддержки.

Приобрести все необходимое оборудование предлагается у официальной компании-продавца, являющейся партнером Cisco Systems, ТОО «КазИнформТелеком».

Сіsco Aironet класс оборудования производства компании Сіsco Systems, включающий в себя все компоненты, требуемые для развертывания сети беспроводного доступа. Оборудование обладает такими преимуществами, как гибкость, скорость развертывания и широкий набор функций по обеспечению безопасности. Это позволяет строить высоконадежные, основанные на современных стандартах и протоколах, высокоскоростные беспроводные сети (WLAN) как внутри зданий, так и между зданиями.

При использовании Cisco Aironet мобильный пользователь имеет возможность перемещаться по зданию, не теряя доступа к сети. С точки зрения пользователя работа в беспроводной сети WLAN в основном сходна с работой в проводной сети. Основные отличия заключаются в следующем:

- пользователь имеет возможность свободно перемещаться в пределах зоны покрытия всех точек доступа (сумма зон покрытия каждой точки доступа с перекрытием), при этом, не теряя связи с базовой сетью;
- в соответствие со стандартом IEEE 802.11b и IEEE 802.11n на сети WLAN применяется протокол многостанционного доступа CSMA/CA (Collision Avoidance), в котором для предотвращения коллизий в радиосети используются Back-Off алгоритм и механизм RTS/CTS.
- работа в беспроводной сети WLAN в помещениях всегда происходит в сложных постоянно меняющихся условиях многолучевой интерференции, что, в свою очередь, приводит к повторной передаче пакетов и снижению реальной пропускной способности сети.

В беспроводной сети, построенной на оборудовании Cisco Aironet, решение основано на использовании частной (Cisco Systems) технологии Fast Secure Roaming, включающей алгоритмы WDS (Wireless Domain Service) и ССКМ (Cisco centralized key management). Благодаря передаче динамических ключей между точками доступа, при перемещении пользователя сети WLAN от одной точки доступа к другой, WDS/CCKM обеспечивает ускоренный роуминг в защищённом режиме без повторной аутентификации на RADIUS сервере. При этом время переключения составляет менее 100 мс. Наличие параметра интегральной оценки занятости точки доступа AP – CU (функция WDS на стороне клиента), позволяет пользователю из нескольких точек доступа, которые доступны ему в данный момент, выбрать наименее загруженную. Превышение порога

CU на всех точках доступа приводит к отказу в обслуживании новых пользователей без ухудшения качества, для уже работающих клиентов.

2.3 Выбор компонентов системы беспроводного доступа.

Программное обеспечение Operations Support System (OSS): обеспечение сервера заведует Программное всеми функциям: идентификацией пользователей, конфигурацией, авторизацией, составлением счетов, обработкой кредитных карт. Сервер OSS удаленно управляет всеми сессиями пользователей для публичного доступа в пределах сети WI-FI аэропорта. Так же сервер OSS способен поддерживать контроль статистики, функции разрешения/запрета, идентификацию на основе WEB сервера с использованием RADIUS, качество обслуживания, которое может быть дифференцировано между моделями "свободных" и "привилегированных" пользователей и гибкие тарифные планы. Система биллинг способна достаточно гибко изменятся под различные типы тарифных планов, сервисов и т.д.

Подсистема управления, входящая в состав программного обеспечения сервера OSS ответственна за конфигурирование, настройку системы и пользовательских сессий. Её основные функции включают в себя управление биллингом, предоплаченными картами, учетом, настройкой информации выдаваемой пользователю при авторизации и т.п. Помимо этого подсистема управления может представлять детальную информацию о пользовательских сессиях и является порталом для управления пользовательскими профилями и для процедур оплаты предоставляемых услуг.

Подсистема WEB-сервисов, являющаяся так же неотъемлемой частью программного комплекса OSS, обеспечивает работу всех компонентов беспроводной сети. Управляет всеми контроллерами, используя SOAP поверх защищённого HTTP (HTTPS) соединения. Помимо всего данная подсистема занимается авторизацией пользователей и биллингом, а так же является интерфейсом (Application Programming Interfaces) для взаимодействия с компаниями, обслуживающими кредитные карты (для обеспечения возможности оплаты услуг беспроводной сети через Интернет, используя кредитную карту).

- Коммутатор:

Для агрегирования трафика в проекте используется коммутатор второго уровня. В качестве такого устройства выбрано оборудование Cisco Systems Catalyst 3560-24-SMI-PoE. Данный коммутатор выбран ввиду того, что на нем реализована технология Power over Ethernet (PoE), необходимая в

данном проекте для подачи питания к точкам доступа по кабелю UTP. Кроме того на борту оборудования имеется 24 порта Ethernet, что вполне достаточно для дальнейшего масштабирования проектируемой сети беспроводного доступа, а также имеются оптические Ethernet порты, которые необходимы для подключения точек доступа удаленных более чем на100 метров. Помимо всего вышеперечисленного данное оборудование полностью управляется программным продуктом Works Wireless LAN Solution Engine, что облегчает работу операторов в плане мониторинга сети беспроводного доступа.

- Точка доступа Access Point:

В качестве точки доступа используется оборудование Cisco Aironet AIR-AP1120B-E-К9 (рисунок 3.1), работающее в диапазоне 2,4 ГГц соответствующее рекомендациям IEEE 802.11n (Wi-Fi). Радиус покрытия одной точки доступа составляет около 150 метров и может масштабироваться за счет установки дополнительных точек доступа. Одна точка доступа может одновременно поддерживать несколько десятков активных пользователей, при этом для идентификации абонентов используется код доступа, получаемый по приобретенной пластиковой карте. Для работы абоненту необходимо иметь ноутбук, PCMCIA WLAN адаптер или карманный ПК с модулем IEEE 802.11b.



Рисунок 2.1 - Точка доступа Cisco Aironet AIR-AP1120B-E-K9

Wi-Fi - это маркетинговое название протокола беспроводной передачи данных IEEE 802.11n. Стандарт беспроводных сетей IEEE 802.11n обеспечивает скорость передачи данных до 11 Мбит/с, что вполне достаточно для навигации по Internet, недостатком является точечное

покрытие. Существуют и более высокоскоростные стандарты, но они пока мало распространены, индустриальным стандартом считается именно 802.11n. AIR-AP1120B-E-K9 Cisco Aironet имеет встроенную всенаправленную антенну и хорошо защищенную систему установки, которая позволяет монтировать устройство в самых разных местах: на потолках и стенах, на офисных перегородках и на столах. Точка доступа Cisco Aironet AIR-AP1120B-E-К9 также может быть установлена в межпотолочном пространстве и над подвесными потолками (сертификация UL2043). Кроме всего сказанного можно добавить, что Cisco Aironet AIR-АР1120В-Е-К9 предоставляет администратору широкие возможности по конфигурированию и управлению беспроводной сетью. Управление ведется с помощью удобного HTTP интерфейса, командной строки, а так же FTP, TFTP и Telnet протоколам.

Беспроводные Wi-Fi адаптеры.

В качестве беспроводных Wi-Fi адаптеров предлагается использовать устройства IEEE 802.11n AIR-PCM350 с интегрированной антенной, производимые компанией Cisco Systems и работающие в диапазоне 2,4 ГГц в соответствии с рекомендациями стандарта IEEE 802.11n (Wi-Fi). По своим характеристикам, И прежде всего. ПО соотношению производительность - на сегодня это одни из лучших устройств в своем классе. Так же наиболее распространенным компонентом для мобильных ПК, имеющих возможность беспроводной связи, является адаптер Intel PRO/Wireless 2100, компонент платформы Intel Centrino, который отвечает спецификациям стандарта IEEE 802.11п. Он оснащен встроенными средствами безопасности, включая технологии WEP И возможностью программного обновления до WPA. Кроме того, платформа Centrino поддерживает технологию Cisco LEAP с возможностью программного обновления до Cisco Compatible Extensions.

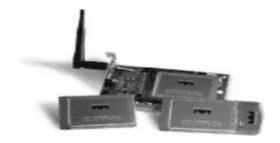


Рисунок 2.2 - Беспроводный адаптер IEEE 802.11n AIR-PCM350

Помимо вышесказанного, также могут быть использованы другие устройства WLAN различных производителей выполненные как на базе интерфейса USB, так и в виде PCMCIA адаптеров, работающие в диапазоне 2,4 ГГц в соответствии с рекомендациями стандарта IEEE 802.11n (Wi-Fi).

Клиентские беспроводные адаптеры в данном проекте работают непосредственно с точками доступа серии Cisco Aironet AIR-AP1120B-E-K9.

2.1 Построение сети

В качестве базовой была выбрана классическая топология "точкаточка". Использование технологии WDS позволяет получить на каждой точке доступа скорость передачи данных на уровне 1.2-1.4 Мбайт/с, максимальная скорость у клиентов составляет порядка 550-600 кБайт/с. Реальная скорость передачи данных зависит от типа клиентского оборудования и качества беспроводного соединения клиент-ТД, а также от количества клиентов и общей загрузки сети. Покрытие каждой ТД составляет в радиусе (значения указаны при наличии прямой видимости или незначительных препятствий, например, деревьев):

- Мобильные устройства (смартфоны, КПК, PSP и т.п.) -до 200 м
- Ноутбуки, нетбуки, USB-устройства со встроенными антеннами до 300 м
- -Ноутбуки, USB-устройства с внешними (или внутренними дипольными) антеннами до 1500 м
 - ТД в режиме клиента с направленными антеннами.

При установке ТД на самую высокое здание есть риск получить прямое попадание в нее молнии, от которого не спасет никакая грозозащита. Поэтому точки доступа были установлены на фонарных столбах на высоте 4-6 метров.



Рисунок 2.3. Расположение точек доступа

2.3 Расчет беспроводной сети прямой видимости

Расчет беспроводной сети сводится к тому, что нужно определить качество и эффективность передачи информации.

Проектные данные:

Протяженность пролета 0,8 км Диапазон частот 2,4-2,483 ГГц.

Диаметр антенны 60 см

Усиление антенны 38 дБ

Мощность передатчика 21 дБ

Коэффициент системы 110 дБ

Средняя дальность 10 км

Построение профилей пролетов и определение минимального просвета [5]

Определим радиус кривизны земли по следующей формуле:

$$y = \left(\frac{R_0^2}{2 \cdot a}\right) \cdot k(1 - k), \qquad (2.1)$$

где а - радиус кривизны Земли 6370 км;

R0-протяженность пролета;

 $\kappa = \frac{R_{i}}{R_{0}}$ -относительная координата точки, определения радиуса кривизны Земли. ${\bf k}=0.5.$

$$y_1 = \left(\frac{R_0^2}{2 \cdot a}\right) \cdot k(1 - k) = \left(\frac{0.8^2}{2 \cdot 6370}\right) \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5) = 0.78 \cdot 10^{-6} \, \text{km}.$$

Определим радиус минимальной зоны Френеля в любой точке пролета, по следующей формуле:

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot R_0 \cdot \lambda \cdot k \cdot (1 - k)}, \qquad (2.2)$$

где λ – длина волны, $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9} = 0.125 \, (\text{м})$.

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot 0.8 \cdot 0.125 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5)} = 0.045 \,\mathrm{M}_{.}$$

Определим приращение просвета за счет рефракции:

$$\Delta H(\bar{g}+\sigma) = -\frac{R_0^2}{4} \cdot (\bar{g}+\sigma) \cdot k \cdot (1-k), \qquad (2.3)$$

где \bar{g} -среднее значение вертикального градиента, для Алматы равен $-11*10^{-8}\ 1/\mathrm{m};$

 σ -стандартное отклонение, для Алматы равно 11*10 $^{-8}$ 1/м.

$$\Delta H(g + \sigma) = -\frac{200^2}{4} \cdot (-11 \cdot 10^{-8} + 11 \cdot 10^{-8}) \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5) \approx 0 \,\mathrm{M}.$$

Тогда, просвет без учета рефракции (а именно для этого случая построен профиль пролета).

$$H(0) = H_0 - \Delta H(g + \sigma) = 0.045 - 0 = 0.045 \text{ M}.$$

Расчет запаса на замирание проводят по формуле [5]:

$$F_{t} = SG + G_{\Pi P \Pi} + G_{\Pi P M} - L_{0} - 2\eta, \qquad (2.4)$$

где SG-коэффициент усиления системы;

 $G_{\it ПРД}$, $G_{\it ПРМ}$ - усиление передающей и приемной антенны соответственно;

2η-КПД антенно-фидерного тракта, примем равным 3 дБ, так как используется компактное расположение наружного блока;

 $L_0 = 20 \cdot (\lg f + \lg R_0) + 32,45$ -затухание радиоволн в свободном пространстве;

где f-средняя частота диапазона, МГц;

R0-длина пролета в км.

$$L_0 = 20*(\lg 24000 + \lg 0.2) + 32.45 = 144.8 \text{ дБ},$$

 $F_t = 110 + 38 + 38 - 144.8 - 3 = 35 \text{ дБ}.$

Расчет времени ухудшения связи из-за дождя

Казахстан относится к зоне E, для которой интенсивность осадков (превышаемая в 0,01% времени) $R_{0,01} = 22 \frac{MM}{vac}$.

Коэффициенты α и k для горизонтальной и вертикальной поляризации на частоте 2,4ГГц, равны:

$$\alpha_H = 1{,}132$$
, $\alpha_V = 1{,}1028$, $\kappa_H = 0{,}0597$, $\kappa_V = 0{,}05486$.

Опорное расстояние определяется по следующей формуле:

$$d_0 = 35 * \exp(-0.015 * R_{0.01}) = 35 * \exp(-0.015 * 22) = 25.16$$
 KM.

Коэффициент уменьшения определяется по следующей формуле:

$$r = \frac{1}{1 + \frac{R_0}{d_0}} \tag{2.5}$$

$$r = \frac{1}{1 + \frac{2,3}{25.16}} = 0.91.$$

Удельное затухание в дожде для горизонтальной и вертикальной поляризаций:

$$\gamma_H = \kappa_H * \alpha_H * R_{0,01} = 0.0597 * 1.132 * 22 = 1.48 \frac{\partial E}{\kappa_M}$$

$$\gamma_{_{V}} = \kappa_{_{V}} * \alpha_{_{V}} * R_{_{0,01}} = 0,05486*1,1028*22 = 1,33 \; \frac{\partial E}{\kappa_{\mathcal{M}}} \; .$$

Эффективная длина определяется по формуле:

$$d_{\mathfrak{I}} = r * R_{0},$$
 (2.6)
 $d_{\mathfrak{I}} = 0.91 * 2.3 = 2.09 \text{ km}.$

Оценка затухания на трассе, которое превышается для 0,01% времени определяется выражением:

$$A_{0,01} = \gamma * d_{\Im},$$
 (2.7)
 $A_{0,01} = 1,48*2,09 = 3,1 \,\text{д} \text{Б}.$

Затухание, которое превышается для другого процента времени Т может быть определено из уравнения:

$$\frac{A_T}{A_{0.01}} = 0.12 * T^{-(0.546+0.043*\lg T)}.$$

Подставляя сюда $A_T = F_t$ получим время в течении которого дождь вызовет затухание, больше запаса на замирание.

$$T = 10^{11,628*(-0,546+\sqrt{0,29812+0,172*\lg(0,12*\frac{A_{0,01}}{F_t})})}$$
 (%).

Причем, если величина $\frac{A_{0,01}}{F_{c}}$ < 0,154023, то для получения

действительного значения необходимо принять $\frac{A_{0,01}}{F_{\epsilon}} = 0,155$.

$$\frac{A_{0.01}}{F_t} = \frac{3.1}{35} = 0.088 < 0.154023 \Longrightarrow 0.155$$
,

$$T = 10^{11,628*(-0.546+\sqrt{0.29812+0.172*lg(0.12*0.155)})} = 8*10^{-7}\%.$$

Расчет времени ухудшения связи, вызванного субрефракцией радиоволн

В связи с тем, что протяженность пролетов очень мала, а размеры препятствий не значительны, а также то, что антенны расположены в зоне устойчивой видимости с большим относительным просветом, то время ухудшения связи, вызванное субрефракцией радиоволн можно не рассчитывать. Условно примем его равным 10^{-5}

Проверка норм на неготовность:

Норма на неготовность вычисляется по формуле:

$$UR_{\partial on} = 0.3 * \frac{L}{2500},$$

$$UR_{\partial on} = 0.3 * \frac{2.3}{2500} = 0.000276 \%.$$

Время ухудшения связи, вызванное дождем и субрефракцией радиоволн:

$$T\% = 8*10^{-7} + 10^{-5} = 10^{-5}\%$$
.

При сравнении полученных значений с нормами, видно, что эти значения меньше норм, т.е. нормы выполняются.

Расчет времени ухудшения связи из-за многолучевого распространения

Общая длительность нарушения связи, вызванная многолучевым замиранием, равна сумме нарушений вызванных плоскими и селективными замираниями:

$$P = P_{flat} + P_{sel}$$
.

Длительные нарушения связи, вызванные плоскими замираниями, определяется по формуле,

$$P_{flat} = K * Q * f^{B} * d^{C} * \left(\frac{W}{W_{B}}\right) = K * Q * f^{B} * d^{C} * 10^{-\frac{A}{10}},\%$$
 (2.8)

где A - глубина замирания, дБ, которая принимается равной запасу на замирание Ft;

W0 - мощность принимаемого сигнала в отсутствии замирания;

d - длинна трассы, км;

f - частота несущей, ГГц;

В и С- коэффициенты, учитывающие региональные эффекты;

К - коэффициент, учитывающий влияние климата и рельефа местности;

Q- коэффициент, учитывающий другие параметры трассы, отличные от d и f.

Для наземной радиолинии, на которой наименьшая высота подвеса антенн приемника и передатчика составляет не менее 700 м над уровнем моря коэффициент К вычисляется по следующей формуле,

$$K = P_L^{1.5} * 10^{-(6.5 - C_{lat} + C_{Lon})}, (2.9)$$

где PL=5%-процент времени с вертикальным градиентом рефракции, из четырех месяцев берут худший. Коэффициенты Clat=0 и Clon=0 для данной местности.

Коэффициент Q вычисляется по формуле,

$$Q = (1 + \left| \varepsilon_P \right|)^{-1,4}, \tag{2.10}$$

где $|\varepsilon_{\scriptscriptstyle P}|$ угол наклона радиолуча (мрад)

$$\left|\varepsilon_{P}\right| = \frac{\left|h_{1} - h_{2}\right|}{d},\tag{2.11}$$

где h1, h2 высота подвеса антенн над уровнем моря, м;

d-длина трассы, км.

Рассчитаем длительность ухудшения связи из-за плоских замираний $K = 0.05^{1.5} * 10^{-6.5} = 3.5 * 10^{-9}$.

$$ertarepsilon_P ert = rac{ert 900 - 872 ert}{2,3} = 12 \,\mathrm{мрад},$$
 $Q = (1 + ert 12 ert)^{-1,4} = 0,027 \;,$ $B = 0,89 \;, C = 3,6 \;,$ $P_{flat} = 3,5 * 10^{-9} * 0,027 * 18^{0,89} * 2,3^{3,6} * 10^{-\frac{35}{10}} = 7,8 * 10^{-12} \% \;.$

Определим норму на допустимое время ухудшения связи:

SES =
$$0.054 * \frac{L}{2500} = 0.054 * \frac{2.3}{2500} = 49 * 10^{-6} \%$$
.

При сравнении полученных значений с нормами, видно, что эти значения меньше норм, т.е. нормы выполняются.

2.5 Оценка эффективности связи высокочастотных волн

Для эффективной связи с помощью высокочастотных волн нужно обеспечить беспрепятственную линию прямой видимости между передатчиком и приемником. Возникает вопрос: сколько же пространства вокруг прямого тракта между передатчиком и приемником должно быть свободно от преград?

Для этого необходимо использовать такое понятие, как зоны Френеля. Понятие зон Френеля основано на принципе Гюйгенса, согласно которому каждая точка среды до которой доходит возмущение, сама становится источником вторичных волн, и поле излучения может рассматриваться как суперпозиция всех вторичных волн. На основе этого принципа можно показать, что объекты лежащие внутри концентрических окружностей, проведенных вокруг линии прямой видимости двух трансиверов, могут влиять на качество как положительно, так и отрицательно. Все препятствия, попадающие внутрь первой окружности, первой зоны Френеля, оказывают наиболее негативное влияние.

Рассмотрим точку, находящуюся на прямом тракте между передатчиком и приемником, причем расстояние от точки до передатчика равно S, а расстояние от точки до приемника равно D, т.е. расстояние между передатчиком и приемником равно S + D.

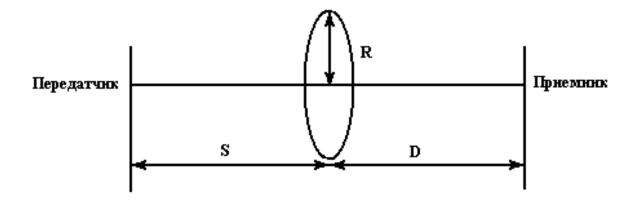


Рисунок 2.4 – Тракт прямой видимости передатчик приемник

Вычислим радиус первой зоны Френеля в этой точке по формуле:

$$R = \sqrt{\frac{\lambda SD}{S+D}} \,, \tag{2.12}$$

где R, S и D измеряются в одних и тех же единицах, а λ обозначает длину волны сигнала вдоль тракта.

Для удобства формулу можно переписать следующим образом:

$$R_{M} = 17.3 \sqrt{\frac{1}{f} \frac{SD}{S+D}} , \qquad (2.13)$$

где R, S и D - расстояние между двумя точками доступа равное 150м,

f - частота сигнала - 2,4 ГГц.

Тогда радиус первой зоны Френеля в точке, расположенной посередине между трансиверам, равен:

$$R_M = 17.3 \sqrt{\frac{1}{2,4} \frac{0,0056}{0,75+0,75}} = 2,16 \text{ M}.$$

Было установлено, что если внутри окружности, радиус которой составляет примерно 0,6 радиуса первой зоны Френеля, проведенной вокруг любой точки между двумя точками доступа, нет никаких преград, то затуханием сигнала, обусловленным наличием преград, можно пренебречь. Одной из таких преград является земля. Следовательно, высота двух антенн должна быть такой, чтобы вдоль тракта не было ни одной точки, расстояние от которой до земли было бы меньше, чем 0,6 первой зоны Френеля.

Определим, как растительность влияет на прямую видимость между передатчиком и приемником.

Часть тракта канала связи может проходить сквозь растительность, по большей части через листву высоких деревьев Проведенное исследование привело к следующим выводам:

- наличие деревьев вблизи месторасположения абонента может привести к замиранию вследствие многолучевого распространения;
- основными многолучевыми эффектами, к которым приводит наличие лиственного покрова, являются дифракция и рассеяние;
- эффекты многолучевого распространения находятся в сильной зависимости от ветра.

Таким образом, при установке высокочастотных систем для каждого абонента нужно постараться, чтобы в 60 процентов первой зоны Френеля не было листвы.

В таблице 2.1 показаны рабочие каналы.

Таблица 2.1 – Рабочие каналы

Номер канала	Центральная частота спектра	Спектр занимаемых частот, МГц
1	2401-2423	2412
2	2406-2428	2417
3	2411-2433	2422
4	2416-2438	2427
5	2421-2443	2432
6	2426-2448	2437
7	2431-2453	2442
8	2436-2458	2447

9	2441-2463	2452
10	2446-2468	2457
11	2451-2473	2462
12	2456-2478	2467
13	2461-2483	2472
14	2473-2495	-

2.6 Расчет требуемого числа радиоканалов

Произведем расчет необходимого числа радиоканалов (тип системы "точка-точка"). Расчет производится для каждого сектора. При расчете будем учитывать, что абоненты в зоне обслуживания базовой станции распределены равномерно по шести секторам действия антенны базовой станции. Для выполнения расчета используем материал, изложенный в [3].

Проектные данные:

Количество абонентов обслуживаемых базовой станцией – 500;

Количество абонентов в каждом секторе, N=84;

Нагрузка от одного абонента, α=0,1 Эрланг;

Вероятность потери вызова, $P_{\text{в}}$ =0,1.

Для решения этой задачи воспользуемся математическими моделями системы массового обслуживания (СМО). Данную систему рассмотрим с помощью модели Энгсета. Рассматривается следующая математическая модель. Линию радиосвязи между блоками RPU и абонентскими терминалами FAU в системе MGW можно представить как блокируемую коммутационную систему. На блокируемую коммутационную систему, имеющую V полнодоступно включенных каналов, поступает поток вызовов от N абонентов. Время обслуживания одного вызова — случайная величина, распределенная по показательному закону. Дисциплина обслуживания — с явными потерями вызовов. Число занятых каналов j(j=0,V) назовем состоянием исследуемой системы. В каждый момент времени на систему состоянием j поступает нагрузка с интенсивностью α. При поступлении вызова или окончании его обслуживания система скачкообразно переходит из одного состояния в другое. Вызов, поступивший от конкретного

свободного источника, будет потерян, если в этот момент заняты все V линий. Эта занятость должна быть обеспечена остальными N-1 источниками. Поскольку поступление вызова от свободного источника происходит чисто случайным образом, то вероятность потери вызова $P_{\rm B}$ зависит от числа источников N, числа каналов V, и нагрузки α создаваемой одним абонентом таким образом $P_{\rm B}$ (N,V,α).

Для расчета требуемого числа радиоканалов воспользуемся формулой расчета вероятности потери вызова:

$$P_B = \frac{C_N^V \cdot \alpha^V}{\sum_{j=0}^V C_N^j \cdot \alpha^j},$$
(2.14)

где $C_{\scriptscriptstyle N}^{\scriptscriptstyle V}$ — биноминальный коэффициент.

$$C_N^V = \frac{N!}{V!(N-V)!},\tag{2.15}$$

$$C_N^j = \frac{N!}{j!(N-j)!},\tag{2.16}$$

Выражение (2.16) называют формулой Энгсета.

Таким образом, чтобы определить требуемое число радиоканалов V на один сектор для 84 абонентов необходимо выполнить расчет по принимая величину вероятности потерь P_B =0,1, количество абонентов N=84, нагрузку от одного абонента α =0,1. Число необходимых радиоканалов V производятся вычисления при заданных значениях P_B , N, α . Данный расчет является трудоемким поэтому для удобства его выполнения используем программный метод расчета на персональном компьютере. Программа расчета на алгоритмическом языке Pascal приведена ниже. Произведя вычисления, определили, что требуемое число радиоканалов V равно 14. Блок-схема алгоритма вычисления приведена на рисунке 2.5.

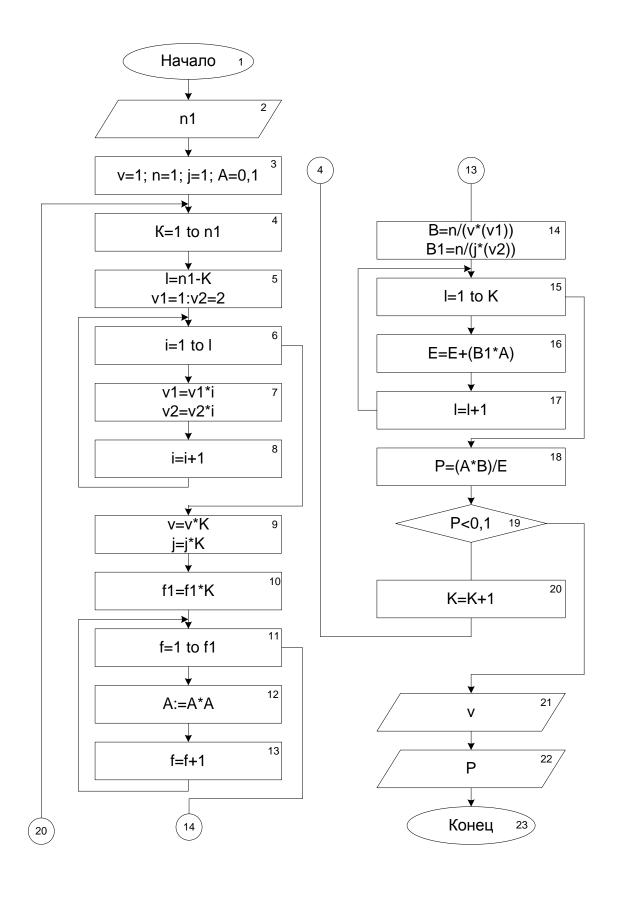


Рисунок 2.4 - Блок-схема алгоритма вычисления требуемого числа радиоканалов

3 Бизнес-план

3.1 Резюме

В дипломной работе мною рассматривается тема исследование сети на основе беспроводной технологии WI-FI. На современном этапе развития сетевых технологий, технология беспроводных сетей Wi-Fi является наиболее удобной в условиях требующих мобильность, простоту установки и использования. Во всем мире стремительно растет потребность в беспроводных соединениях, особенно в сфере бизнеса. Пользователи с беспроводным доступом к информации — всегда и везде могут работать гораздо более производительно и эффективно, чем их коллеги, привязанные к проводным телефонным и компьютерным сетям.

3.2 Анализ продукции

Основной целью данного бизнес-плана является правильный выбор технологической платформы и пути внедрения беспроводной услуги в микрорайоне Коктем-1.

С развитием технологий все больший спрос идет на беспроводную связь, так как это заметно увеличивает возможности многих пользователей Интернета. WI-FI применяется в основном там, где невозможно провести работы по проводке кабельной системы или на установку данной системы требуются большие материальные затраты.

Правильный выбор используемой технологии для построения мультисервисной, корпоративной или даже домашней сети является залогом ее успешной работы и дальнейшего развития, защиты вложенных инвестиций и невозможен без опоры на оборудование и решения признанных лидеров индустрии, одним из которых является D-link.

3.3 Маркетинговый план

В настоящее время беспроводная связь получает все больше и большее распространение.

С ее помощью можно обойтись от множества проводов, которые в то же время стоят не малые деньги. Так же это дает расширенный доступ многим абонентам сети Интернет. Каждый может с легкостью подключиться к сети, не затрачивая на это много времени.

Технология Wi-Fi предназначена для доступа на коротких дистанциях и, в то же время, на достаточно больших скоростях. Среди них наиболее популярен IEEE 802.11n. Для передачи данных в нём используется диапазон частот от 2,4 до 2,4835 гигагерца, максимальная скорость равна 11 мегабитам в секунду, при этом дальность передачи сигнала составляет около 100 метров. Впрочем, на открытой местности иногда удается достичь и гораздо больших значений — вплоть до 300-400 метров. Отсюда видно, что беспроводная сеть с легкостью может заменить обычную 10 Мbps проводную сеть.

3.4 Производственный план

Для того, чтобы спроектировать беспроводную сеть, в настоящее время понадобятся небольшие затраты на оборудование. Кроме того, нужны инвестиции и на обучение персонала для работы с оборудованием. Необходимо учитывать затраты и на рекламную компанию, которая должна проинформировать будущих клиентов о пуске в эксплуатацию новой и современной сети беспроводного абонентского доступа в Интернет, которая будет удовлетворять возросшим требованиям на качество передаваемой информации, ее скорость, надежность и защищенность.

3.5 Финансовый план

Целью данной разработки является получение максимальной прибыли, при минимальных издержках и высоком качестве предоставляемых услуг, с учетом того, что бы цена была приемлемой для пользователей.

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

3.5.1 Капитальные затраты

Капитальные затраты определим по формуле (4.1):

$$K = II + K_{mp} + K_{MOH} + PC + K_{n\pi} + K_{3an}$$
(4.1)

где Ц – цена на приобретение оборудования;

 K_{mp} — стоимость перевозки к месту эксплуатации;

 K_{MOH} — стоимость монтажа прибора на месте;

 K_{nn} – стоимость занимаемой площади;

 K_{3un} — стоимость запаса именных частей.

Для организации исследуемой беспроводной сети Wi-Fi понадобится следующее оборудование:

где Ц – цена на приобретение оборудования;

 K_{mp} – стоимость перевозки к месту эксплуатации;

 K_{MOH} — стоимость монтажа прибора на месте;

 K_{nn} – стоимость занимаемой площади;

 K_{3un} — стоимость запаса именных частей.

Для организации исследуемой беспроводной сети WI-FI понадобится следующее оборудование:

Таблица 3.1 – Стоимость оборудования

Наименование оборудования	Количество,	Стоимость,	Сумма, тг
	ШТ	ТΓ	
Коммутатор DGS-1016D/GE	1	450 800	450 800
Модем DSL-360T	1	16 500	16 500
	5	23 000	115 000
Точка доступа DWL-8500AP			
Сервер	1	1 450 000	1 450 000
ИТОГО			2 032 300

Таким образом цена на приобретение оборудования составляет:

$$U = 2032300$$
тг.

Стоимость перевозки к месту эксплуатации Ктр составляет 2% от цены системы:

$$K_{mp} = LI \cdot 0.02 = 2032300 \cdot 0.02 = 40646$$
 Tr.

Стоимость монтажа прибора на месте составляет 5% от цены системы:

$$K_{MOH} = LI \cdot 0.05 = 2032300 \cdot 0.05 = 101615 \text{ TC}.$$

Стоимость запаса именных частей Кзип составляет 3% от цены системы:

$$K_{3un} = LI \cdot 0.03 = 2032300 \cdot 0.03 = 60969$$
 Tr.

Стоимость занимаемой площади Кпл составляет 6% от цены системы:

$$K_{nn} = II \cdot 0.06 = 2032300 \cdot 0.06 = 121938$$
 Tr.

Откуда капитальные затраты равны:

$$K = 2032300 + 40646 + 101615 + 60969 + 121938 = 2357468 \text{ TC}.$$

3.5.2 Расчет годовых эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы определим по формуле:

$$\Theta_p = 3\Pi + C_{_H} + A + M + C_{_{3R}} + C_{_{a\partial_M}} + C_{_p} ,$$
 (4.2)

где 3Π — основная и дополнительная заработная плата персонала, обслуживающего прибор (устройство, систему) или объект связи с отчислением на социальное страхование и фонд занятости;

 C_{H} – социальный налог;

A — амортизационные отчисления;

M– затраты на материалы и запасные части;

 C_{20} — электроэнергия со стороны производственных нужд;

 $C_{a\partial M}$ – прочие административные управленческие и

эксплуатационные расходы;

 C_p – затраты на рекламу.

Для вычисления заработной платы приведем среднемесячные оклады обслуживающего персонала, которые сведем в таблицу 4.2

Таблица 4.2 – Заработная плата обслуживающего персонала

Наименование	Количество,	Месячная	Годовая
должности	чел	заработная плата, тг	заработная
			плата, тг
Системный	2		
администратор		95 000	2 280 000
Инженер	1	75 000	900 000
Оператор	3	55 000	1 980 000
Итого	5	430 000	5 160 000

Основная заработная плата за год составит:

$$3\Pi_{ocu} = 5160000 \,\mathrm{Tr}.$$
 (4.3)

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

$$3\Pi_{\partial on} = 3\Pi_{ocn} \cdot 0,3 = 5160000 \cdot 0,3 = 1548000 \text{ Tr.}$$
 (4.4)

При расчете фонда заработной платы следует учесть премии для выплаты рабочим (25%):

$$\Pi = 3\Pi_{och} \cdot 0,25 = 5160000 \cdot 0,25 = 1290000 \text{ Tr.}$$
 (4.5)

Заработная плата складывается из основной и дополнительной заработной платы:

$$3\Pi = 3\Pi_{och} + 3\Pi_{oon} + \Pi , \qquad (4.6)$$

 $3\Pi = 5160000 + 1548000 + 1290000 = 7998000 \text{ TC}.$

Социальный налог составляет 18,5 % от общей заработной платы:

$$C_{\mu} = (3\Pi - 0.1 \cdot 3\Pi) \cdot 0.185 = (7998000 - 799800) \cdot 0.185 = 1331667 \text{ T}$$
 (4.7)

Амортизация составляет 15% от цены:

$$A = II \cdot 0.15 = 2032300 \cdot 0.15 = 304845 \text{ Tr.}$$
 (4.8)

Затраты на материалы и запасные части находятся в размере 2% от стоимости коммутационного оборудования:

$$M = U \cdot 0.02 = 2032300 \cdot 0.02 = 40646 \text{ TMC.TF},$$
 (4.9)

Затраты на электроэнергию рассчитаем по следующей формуле:

$$C_{2n} = W \cdot T \cdot S \,, \tag{4.10}$$

где W – потребляемая мощность станций, W = 3.6 кВт;

T – количество часов работы оборудования в год;

S – стоимость киловатт-часа электроэнергии, S =8,02тг/кВт час.

Откуда:

$$C_{30} = 3.6 \cdot 8760 \cdot 8.02 = 252918 \text{ T}\Gamma.$$

Стоимость прочих расходов составляет 30% от годового фонда заработной платы:

$$C_{a\partial M} = 3\Pi \cdot 0,3 = 5160000 \cdot 0,3 = 1548000 \text{ Tr.}$$
 (4.11)

Таким образом, эксплуатационные расходы составят:

$$\mathcal{G}_{P} = 3\Pi + C_{H} + A + M + C_{2H} + C_{a\partial M} + P \tag{4.12}$$

$$\mathcal{P}_P = 5160000 + 1331667 + 304845 + 40646 + 252918 + 1548000 + 250000 = 8888076$$
 тт

Результаты заносим в таблицу:

Таблица 3.3 – Эксплуатационные затраты

Показатель	Сумма, тенге	Уд.вес, %
ЗП	5 160 000	58,1
Отчисления на социальные нужды	1331667	14,98
Амортизационные отчисления А0	304845	3,4
Затраты на материалы и запасные части	40646	0,46
Затраты на электроэнергию	252918	2,85
Прочие административные, управленческие и эксплуатационные расходы	1548000	17,4
Затраты на рекламу	250000	2,81
Всего	8888076	100

На рисунке 3.1 приведена диаграмма, отражающая структуру производственных эксплуатационных затрат.

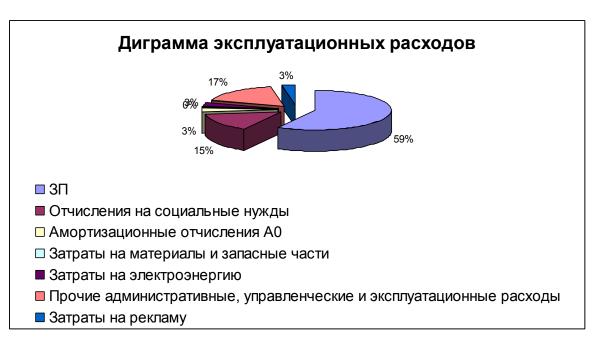


Рисунок 3.1 – Структура эксплуатационных затрат

3.5.3 Расчет доходов от основной деятельности

В разделе излагается план получения средств для расширения, модернизации предприятия и других проектов.

Оценка доходов будет происходить следующим образом:

- абонентская плата.

Абонентами сети будут являться физические лица. Месячная абонентская плата составляет 450 тенге. Количество абонентов в городе составляет 30000 человек. Предположим что 3000 человек будут пользоваться услугой.

Вычислим доход за абонентскую плату по формуле:

$$\Pi_{\text{абон.пл}} = 12 \cdot \mathbf{N} \cdot \mathbf{T}_{\text{абон.пл}} \tag{4.13}$$

где $T_{\text{абон.пл}}$ – стоимость абонентской платы.

N – количество абонентов

$$\mathcal{I} = \mathcal{I}_{dus,nuu} = 12 \cdot 450 \cdot 3000 = 16200000 \text{ T}\Gamma.$$

3.5.4 Расчет экономической эффективности

Прибыль – это разность валового дохода и суммы эксплуатационных затрат на производство, то есть:

$$\Pi = \Pi - C \tag{4.14}$$

Где доход равен 16 200 000 тенге, эксплуатационные затраты составляют 8888076тенге;

$$\Pi = 16200000 - 8888076 = 7311924$$
 тенге

Экономическая эффективность производства показывает, какую часть денежных средств ежегодно возвращает предприятие от суммы вложенных средств.

Для расчета срока окупаемости необходимо знать величину рентабельности.

$$\Pi_{yucm} = \Pi \cdot 0,7 \tag{4.15}$$

 $\Pi_{yucm} = 7311924 \cdot 0,7 = 5118347$ Tehre.

Фонд накопления (ФН) состоит из 70% от прибыли:

$$\Phi H = \Pi_{uucm} \cdot 0.7 \tag{4.16}$$

 $\Phi H = 5118347 \cdot 0,7 = 3582843$ тенге.

Ожидаемое чистое денежное поступление:

$$OY \Pi = \Phi H + A, (4.17)$$

 $O4Д\Pi = 3582843 + 304845 = 2887688$ тенге.

Срок окупаемости — это величина, показывающая, за какой период времени произойдет возврат денежных средств (капитальных вложений), затраченных на организацию предприятия.

Экономический эффект:

$$T_{o\kappa} = \frac{K_{en}}{\Phi H + A_0},\tag{4.18}$$

$$T_{o\kappa} = \frac{2357468}{2887688} = 0.8$$
года

Таким образом, средства, вложенные в организацию проекта сети широкополосного доступа, предприятие окупит за 0,8 года.

3.5.5Расчет экономической эффективности с учетом дисконтирования

Для оценки финансовой эффективности проекта в условиях рыночной экономики используются методы, основанные на дисконтировании образующихся в ходе реализации проекта денежных потоков.

Основным условием осуществления проекта являются положительные значения кумулятивной (накопленной) кассовой наличности на любом шаге расчета проекта.

NPV, или чистая приведенная стоимость проекта является важнейшим критерием, по которому судят о целесообразности инвестирования в данный проект. Для определения NPV необходимо

спрогнозировать величину финансовых потоков в каждый год проекта, а затем привести их к общему знаменателю для возможности сравнения во времени. Чистая приведенная стоимость определяется по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_{t}}{(1+r)^{t}} - I_{O}, \qquad (4.19)$$

где I_0 — сумма первоначальных затрат, т.е. сумма инвестиций на начало проекта;

CF — современная стоимость денежного потока на протяжении экономической жизни проекта.

Если рассчитанная таким образом чистая современная стоимость потока платежей имеет положительный знак (NPV > 0), это означает, что в течение своей экономической жизни проект возместит первоначальные затраты I_0 , обеспечит получение прибыли согласно заданному стандарту, а также ее некоторый резерв, равный NPV. Если NPV < 0, то проект не принесет прибыли и его не следует принимать.

За точку приведения (t_0) разновременных затрат и результатов принимаем начало первого года реализации проекта.

В этом случае коэффициент дисконтирования рассчитываем по формуле:

$$\alpha_t = \frac{1}{\left(1+r\right)^t},\tag{4.20}$$

где α_t - коэффициент дисконтирования;

r - норма дисконта;

t - номер шага расчета.

r=20% годовых;

Составляем таблицу 3.4, в которой произведем расчеты по вышеприведенным формулам. При этом данные на 2, 3, 4 и 5 годы (за исключением инвестиций и их источников) приравниваются к данным первого года.

Для расчета срока окупаемости и эффективности проекта принимаем значение нормы дисконтирования (r) равным 20% или r = 0.20.

Расчеты по вышеприведенным формулам выполним в программе MS Excel и сведем в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Расчет показателей эффективности инвестиций с учетом нормы дисконта равной 20%

Показатели	Проектный период				
	1	2	3	4	5
Чистый денежный поток, млн.тг	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88
Инвестиционные затраты, млн.тг	2,35				
Норма дисконта	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Коэффициент дисконтирования	0,83	0,69	0,58	0,48	0,40
Чистая текущая стоимость (PV), млн.тг	2,4	2,0	1,7	1,4	1,2
Чистый дисконтированный поток(NPV), млн.тг			6,2	26	
Чистая текущая стоимость с нарастающим итогом, млн. тг	0,05	2,05	3,72	5,11	6,26

На рисунке 3.2 приведен график экономической эффективности. Точка пересечения графика с осью абсцисс является сроком окупаемости проекта с учетом дисконтирования.

График периода окупаемости

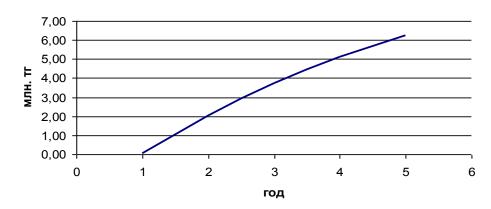


Рисунок 3.2 – Срок окупаемости проекта с учетом дисконтирования

Срок окупаемости инвестиций с учетом дисконтирования состоит в вычислении количества лет, необходимых для полного возмещения первоначальных затрат, т.е. определяется момент, когда денежный поток доходов сравняется с суммой денежных потоков затрат. Если прибыль распределена неравномерно, то срок окупаемости рассчитывается прямым подсчетом числа лет, в течение которых инвестиция будет погашена кумулятивным доходом.

В данном расчете период окупаемости инвестиций с учетом дисконтирования наступит через 1 год.

Таким образом, проведенные расчеты экономической эффективности проекта с учетом фактора времени (дисконтирования) свидетельствуют об инвестиционной привлекательности проекта, так как чистый дисконтированный поток (NPV) за 5 лет больше нуля и составляет 6,3 млн.. тенге, период возврата инвестиций без дисконтирования составит 0,8 года, с дисконтированием 1 год.

Все экономические показатели по проекту построения интеллектуальной платформы на базе станции «Excel» в городе Кентау в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – Показатели экономической эффективности исследуемой беспроводной технологии WI-FI.

Наименование статей затрат	Показатели
Капитальные вложения, млн. тенге	2,35
Эксплуатационные расходы, млн. тенге	8,88
Доход от основной деятельности, млн. тенге	16,2
Прибыль, млн. тенге	7,3
ОЧДП, млн. тенге	2,88
Срок окупаемости без дисконтирования, год	0,8
Срок окупаемости с дисконтированием, год	1,0
Чистый дисконтированный доход (NPV), млн.тг	6,26

Выводы по третьей главе

Анализируя расчет экономических показателей можно сказать следующее, для реализации данного проекта необходимо капитальное вложение в размере 2,35 млн. тенге. Сумма затрат за год и составит фактическую производственную себестоимость или величину годовых эксплуатационных расходов, в нашем случае эксплуатационные расходы составили 8.88 млн. тенге. Наибольший удельный вес в структуре эксплуатационных расходов составляет заработанная плата - 59%. Чистая прибыль от внедрения сети составит 7,3 млн. тенге. По результатам расчета, экономическая эффективность проекта с учетом фактора времени (дисконтирования) свидетельствует об инвестиционной привлекательности проекта, так как чистый дисконтированный поток за 5 лет больше нуля и 6,26 млн. тенге, период возврата инвестиций дисконтирования составит 0,8 года, а с дисконтированием 1 год.

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Анализ условий труда

В данном разделе рассматривается аппаратное помещение (рисунок 4.1), размером 5х10 м. и высотой 3 м., находящегося на 5 этаже административного здания, где установлено оборудование системы мобильной связи CDMA 450. Общая площадь оборудования составляет 12 кв. м и работает при переменном напряжении 220/380В. Условия труда обусловлены технологией производства, его организацией и трудовым процессом, а так же окружающей санитарно-гигиенической обстановкой. В частности, к технологии организации производства относятся механизация технологических процессов, внедрение полуавтоматических и автоматических способов производства, дистанционного управления оборудованием, технологическими процессами и т.д.

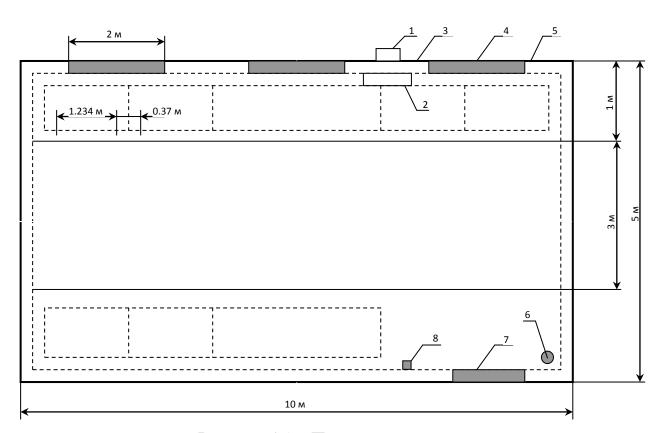


Рисунок 4.1 – Планировка помещения

- 1 кондиционер (внешний блок);6 огнетушитель;
- 2 кондиционер (внутренний блок);7 дверь;
- 3 стена;

8 – пожарный извещатель

- 4 окно;
- 5 рабочее место

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Воздух рабочей зоны, общие санитарно-гигиенические требования», приведены в таблице 4.1. Работа людей в этом помещении относится ко второй категории (Іб).

Работа	Категория	Энергозатраты организма, Дж/с, (ккал/час)	Характеристика работы
Физическая	Іб	138 - 172	Производится сидя, стоя или связана с ходьбой и сопровождается небольшим физическим напряжением

Таблица 4.1 – Категория работ по энергозатрате организма

В тесной связи с технологией производства находится трудовой процесс, требующий определённого нервно-психологического напряжения отдельных органов систем, положение тела при работе и т.д. К санитарногигиеническим условиям труда относятся: воздействие на организм человека метеорологического фактора (температуры, влажности, скорость движения воздуха); загрязнения воздуха парами, газами, пылью; воздействие шума, вибрации, электромагнитных излучений, ионизирующей радиации и т.д. В данном дипломном проекте на человека воздействуют следующие факторы: возможность поражения электрическим током, микроклимат в помещении, освещение, постоянная работа с персональным компьютером.

Микроклиматические условия в помещении согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ можно охарактеризовать как оптимальные (таблица 4.2). Влажность воздуха составляет 40-60 %.

Таблица 4.2 – Оптимальные нормы параметров микроклимата

Период	Категория		Скорость движения
работы	работы	T^0 , C	воздуха, м/с, не более
		1,0	
Холодный			
	Іб	21 – 23	0.1
Теплый			

Іб	22 - 24	0.2

В помещении установлен кондиционер марки "Panasonic CS/CU – C18ВКР" с техническими характеристиками:

- Мощность охлаждения 5.3 кВт
- Циркуляция воздуха 894 м³/ч
- Потребляемая мощность 1.72 кВт

В данном отделе работают три человека по специальностям: главный инженер, инженер - электронщик, оператор. При конструировании рабочего места оператора создаются следующие условия: достаточное рабочее пространство для работающего человека, зрительные и слуховые связи между работающим человеком и оборудованием, а также между людьми в процессе выполнения общей трудовой задачи.

Условия искусственного освещения на промышленных предприятиях, оказывают большое влияние на зрительную работоспособность, физическое и моральное состояние людей, а следовательно, на производительность труда и производственный травматизм. Освещение в помещение BSC (контроллер базовых станций) должно быть комбинированным (естественным и искусственным). При проектировании освещения рабочего места оператора необходимо учесть такие характеристики как яркость и контраст фона.

Работа требует высокой точности и в этом случае естественного освещения будет недостаточно, т. к. оборудование, стоящее вдоль окон перекрывает световой поток и для этого необходимо произвести расчет искусственного освещения. Искусственное освещение следует осуществлять с использованием люминесцентных источников света, пульсация которых не должна превышать 10%.

Так как антенны радиодоступа расположены на крыши здания и их высота составляет 7 м, то им требуется Молниезащита, которая в данный момент отсутствует.

Для приёма электрического разряда молнии (тока молнии) служат устройства молниеотводы, состоящие из несущей части (например опоры), молниеприёмника (металлический стержень, трос и сетка), токоотвода и заземлителя. Каждый молниеотвод в зависимости от его конструкции и высоты имеет определённую зону защиты, внутри которой объекты не подвержены ударам молнии.

Задачу обеспечения безопасности в зоне заземляющих устройств следует понимать в смысле уменьшения вероятности возникновения условий, при которых человек подвергается опасности травмирования

электрическим током. При работе помещениях нужно обеспечить защиту человека от поражения электрическим током или уменьшить опасность для минимума.

В случае пробоя между токоведущими частями электрооборудования и защитным металлическим корпусом возникает возможность попадания под электрический ток. Поэтому необходимо произвести расчет зануления. Можно обеспечить безопасность, уменьшив длительность режима замыкания на корпус.

Исходя из проведенного анализа видно, какие отрицательные факторы влияют на работу человека и для организации безопасной, комфортной работы, проводятся следующие расчеты:

- 1 Рациональная организация рабочего места оператора
- 2 Расчет системы искусственного освещения
- 3 Молниезащита зданий и сооружений
- 4 Расчет зануления.
- 4.2 Рациональная организация рабочего места оператора

На рабочем месте оператора используем:

- средства отображения информации (дисплей);
- средства ввода информации (клавиатура, различные манипуляторы);
- средства связи и передачи информации (телефонный аппарат, модем);
- средства документирования и хранения информации (принтеры, дисковые накопители);
- вспомогательное оборудование.

Рабочее место оператора организуем следующим образом. Дисплей оборудован поворотной площадкой, позволяющей перемещать его в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Дисплей разместим на столе так, чтобы расстояние наблюдения информации на экране было в пределах 450-500 мм. Экран дисплея расположим так, чтобы угол между нормалью к центру экрана и горизонтальной линией взгляда составлял 20 градусов. Клавиатуру расположим на столе или подставке так, чтобы высота клавиатуры по отношению к полу составляла 650-800 мм, наклон клавиатуры сделаем в пределах 5-10 градусов. При размещении компьютера на стандартном столе используем кресло с регулируемой высотой сиденья (от 380 до 450-500 мм) и подставку для ног.

Рабочее место оператора показано на рисунке 4.2.

Деятельность оператора имеет сложную структуру, меняющуюся в процессе функционирования, и связана с необходимостью получения и реализации информации. В общем случае деятельность оператора складывается из четырёх основных этапов: ввод, запрос, приём информации, обработка данных.

Деятельность оператора при приёме информации связана с восприятием информации о состоянии объекта управления и внешней среды, а его действия заключаются в обнаружении, выделении познании сигналов. При обработке данных, деятельность оператора направлена на анализ обобщение поступающей информации, сопоставление требуемого и текущего состояния системы. На этом этапе выполняются действия, связанные с запоминанием извлечением из памяти и декодированием информации. Таким образом, на этих двух этапах деятельность оператора связана с восприятием информационной модели. Экран дисплея, документы и клавиатура располагаются так чтобы перепад яркостей поверхностей зависящий от расположения относительно источника света не превышал 1:10 (оптимальное значение 1:3). При нормальных значениях яркостей на экране 50-100 кг/м² освещённость документа составляет 300-500 лк. Яркость фона, обеспечивающая наивысшую остроту зрения, составляет 10⁴ кг/м². При различии сложных объектов яркость составляет 300 кг/м². Резкое падение остроты зрения имеет место при яркости менее 10 кг/м². Максимальный допустимый перепад яркости в поле зрения операторов не превышает 1:100. Оптимальное соотношение 20:1 между источником света и ближайшим окружением и 40:1 между самым светлым и самым тёмным участком изображения.

Рабочее место рассчитывается на работу оператора сидя, стоя, сидястоя попеременно.

При работе оператора с ограниченной подвижностью, рабочей зоной 380-500 мм, усилием H<50, малой статистической утомляемостью, более спокойном положении рук и возможностью выполнения более точной работы, рекомендуется работать сидя за пультом, с наклоном дисплея 60 градусов, с расстоянием: дисплея от пола 70 см., сидения от пола 45 см.

При работе с возможностью периодического изменения позы, усилением 50<H>100, рабочей зоной 500-700 мм, достаточно большом обзоре и зоне досягаемости, рекомендуется работать сидя-стоя (попеременно), с наклоном дисплея 45 градусов, расстоянием: дисплея от пола 100см., от пола до сидения 70 см., и подставкой для ног 25 см.

При работе большой свободной позы и движений, рабочей зоной 750 мм, усилием 100<H>>120, с большим обзором и для лучшего использования силы, рекомендуется работать стоя с наклоном дисплея 30 градусов и расстоянием от пола 100см.

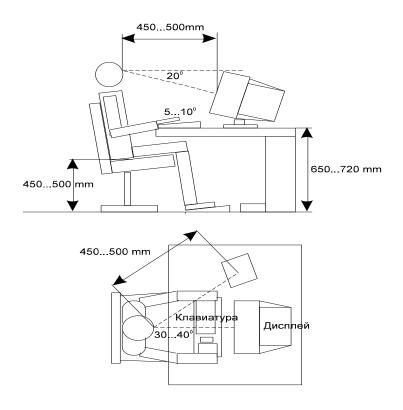


Рисунок 4.2 – Рабочее место оператора

4.3 Расчет системы искусственного освещения

Для операторского зала рекомендована люминесцентная лампа ЛБ40-4 (белого цвета), мощностью 40 Вт, световым потоком 3000 лм, диаметром 40 мм и длиной со штырьками 1213,6 мм.

Определим наивыгоднейшее расстояние между светильниками /34/:

$$Z = \lambda \times h \text{ M}, \tag{4.1}$$

где
$$\lambda = 1,2 \div 1,4;$$

 $h = H - h_P = 3 - 0,8 = 2,2 \text{ м}.$

По этим данным находим, что наивыгоднейшее расстояние между светильниками равно:

$$Z = \lambda \times h = 1,4 \times 2,2 = 3,03 \text{ M}.$$

Рассчитаем число рядов светильников /34/:

$$n = \frac{B}{Z} \tag{4.2}$$

где В – ширина помещения, В = 5 м;

Z – расстояние между светильниками, Z = 3,08 м. Отсюда:

$$n = \frac{B}{Z} = \frac{5}{3.08} = 1,62$$
 M.

Следовательно, светильники будем располагать в два ряда. Определим число светильников /34/:

$$N = \frac{E \times K_3 \times S \times Z}{n \times \Phi_{JI} \times \eta}, \tag{4.3}$$

где E-3аданная минимальная освещенность светильника. Для персонала работающего с ЭВМ E=400 лк;

 K_3 — коэффициент запаса, учитывающий запыление и износ источников света в процессе эксплуатации. $K_3 = 1,5$;

S – освещаемая площадь, S = 50 м;

Z — коэффициент неравномерности освещения, Z = 1,4;

 η - коэффициент использования;

 Φ_{Π} – световой поток лампы, $\Phi_{\Pi} = 3000$ лм.

n – число ламп в светильнике.

Нам неизвестен коэффициент использования, для его нахождения определим индекс помещения /34/:

$$i = \frac{L \times B}{h \times (L + B)}$$

(4.4)

$$i = \frac{10 \times 5}{2.2 \times (10 + 5)} = \frac{50}{33} = 1,52$$

Так как у нас побеленный потолок, побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами, то коэффициенты отражения будут следующими):

 $p_{\text{пот}} = 50\%;$

 $p_{\rm ct} = 30\%$;

 $p_{\text{пол}} = 20\%$.

Следовательно, коэффициент использования $\eta = 54\%$.

В качестве светильника возьмем ЛСП02 рассчитанный на две лампы мощностью 40 Вт, диаметром 40 мм и длиной со штырьками 1213,6 мм. Длина светильника 1234 мм, ширина 276 мм.

Таким образом:

$$N = \frac{E \times K_3 \times S \times Z}{n \times \Phi_{\sqrt{I}} \times \eta} = \frac{400 \times 1,5 \times 50 \times 1,15}{2 \times 3000 \times 0,54} = 11,6 \approx 12 \text{ светильников.}$$

То есть у нас 12 светильников расположенных в два ряда, в каждом ряду по шесть светильников, в каждом светильнике по две лампы.

Проверку расчета произведем точечным методом. Линейные размеры излучателей в данном случае равны 1213,6 мм и превышают высоту 0,5 м установки. В данном случае они рассматриваются как светящиеся линии.

Кривые линии изолюкс построены в координатной системе /34/:

$$(P^1 - L^1)$$
 (4.5)

$$P^1 = \frac{P}{h};$$
 (4.6)
$$L^1 = \frac{L}{h};$$
 (4.7)

где L – общая длина светящихся линий;

$$P = 1,5;$$
 $h = 2,4;$ $L = 9,75.$

Таким образом, подставив данные в формулы, получим:

$$P^{1} = \frac{P}{h} = \frac{1.5}{2.4} = 0.63$$
;
 $L^{1} = \frac{L}{h} = \frac{9.75}{2.4} = 4$.

Для обеспечения в данной точке заданной освещенности $E_{\rm H}$, необходимо иметь удельный световой поток Φ . Световой поток в каждом светильнике определяется по формуле /34/:

$$\Phi = \frac{1000 \times E_H \times K_3}{\mu \times \sum E_V},\tag{4.8}$$

где μ - коэффициент, учитывающий отражение составляющих света и действие удаленных светильников и составляет 1,1-1,2;

 $\sum E_{\scriptscriptstyle V}$ - суммарная условная освещенность в контрольной точке (выбираются точки, где $\sum E_{\scriptscriptstyle V}$ имеет наименьшее значение).

$$\sum E_{
m y} = 40 \times 2 = = 80; \;\; E_{
m y} - \;\;\;$$
 определяется по графику пространственных изолюкс, $E_{
m y} = 40.$

Таким образом, подставив данные в формулы, получим:

$$\Phi = \frac{1000 \times E_H \times K_3}{\mu \times \sum E_V} = \frac{1000 \times 400 \times 1,5}{1,2 \times 80} = 6250 \text{ JM}.$$

Поскольку необходимый световой поток ламп каждого светильника не должен отличаться от требуемого на –10% или +20%, то можно сделать вывод, что расчет верен. Итого, для создания нормированной освещенности нам понадобится 24 лампы в 12-ти светильниках располагающихся в два ряда, в каждом ряду по 6 светильников, в каждом светильнике по две лампы. Схема искусственного освещения приведена на рисунке 4.3.

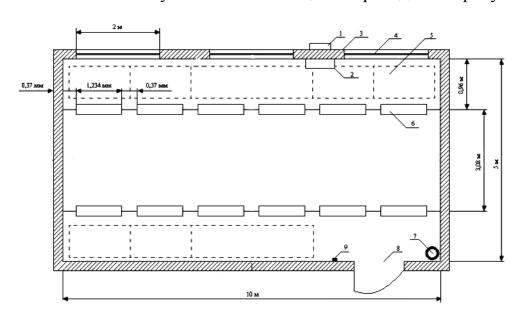


Рисунок 4.3 – Схема искусственного освещения

1 – кондиционер (внешний блок);6 – люминесцентная лампа;

2 – кондиционер (внутренний блок);7 – огнетушитель;

3 – стена; 8 – дверь;

4 – окно; 9 – пожарный извещатель

5 – рабочее место;

4.4 Молниезащита административного здания

Разработка молниезащиты антенн и здания BSC.

В качестве примера, разработаем систему молниезащиты антенны, устанавливаемой на здании BSC (высота с антенной – 25 метров).

В здании BSC расположены компьютеры, а также электропитающие установки постоянного и переменного напряжения. В силу наличия действующих электроустановок, к которым отнести и ОНЖОМ оборудование радиодоступа, то устройство молниезащиты антенны и оборудования разумнее подключить К существующей молниезащиты здания и оборудования BSC, с использованием одиночного тросового молниеотвода высотой менее 150 м с опорами. Схемы установки молниеотвода приведены на рисунках 4.4, 4.5, 4.6.

Количество молний в год для здания BSC. наибольшая высота с антенной – 25 м (h), ширина – 15 м (S), длина – 20 м (L).

$$N = (S+6h) (L+6h) \times 10 (-6)$$

$$N = (15+150) (20+150) \times 10 (-6) = 0,028$$
(4.9)

Здание относится ко II категории; N1 — зона Б. Здание должно быть защищено от прямых ударов молнии, электрической и электромагнитной индукции и заноса высоких потенциалов через наземные и подземные металлические коммуникации.

Рассчитаем тип молниеотводов и габариты зоны защиты.

Тип молниеотвода – одиночного тросового молниеотвода высотой менее 150м с опорами.

Определим высоту зоны защиты h0 над землей, м:

$$h0 = 0.92 h = 0.92 x 25 = 23$$
 (4.10)

Радиус торцевых областей зоны защиты r0 на уровне земли, м:

$$r0 = 1.7 \text{ x h} = 1.7 \text{ x } 25 = 42.5$$
 (4.11)

Ширина зоны защиты на участке между опорами S1 на уровне земли:

$$S1 = 2r0 = 83M \tag{4.12}$$

Определим радиус торцевых областей зоны защиты rx на высоте hx над землей, м:

$$Rx = 1.7 \text{ x } (h - hx/0.92) = 1.7 \text{ x } (37 - 25/0.92) = 16.7$$
 (4.13)

Ширина зоны защиты на участке между опорами S2 на высоте hx над землей:

$$S2 = 2Rx = 33.4M$$
 (4.14)

Зоной защиты молниеотвода является часть пространства, внутри которого здание защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности. Наименьшей и постоянной по значению степенью надежности обладает поверхность зоны зашиты; по мере продвижения внутрь зоны надежность увеличивается. Зона защиты типа Б обладает степенью надежности – 95% и выше.

Высота одиночного тросового молниеотвода определяется формулой:

$$H = (Rx + 1.85hx)/1.7 = (16.7 + 1.85x25)/17 = 37M$$
 (4.15)

В качестве молниеприемника используем стальной многопроволочный оцинкованный трос, с площадью сечения = 35 кв. мм и сечением 7 мм.

Электроды заземлителей – сталь сечением 10 мм.

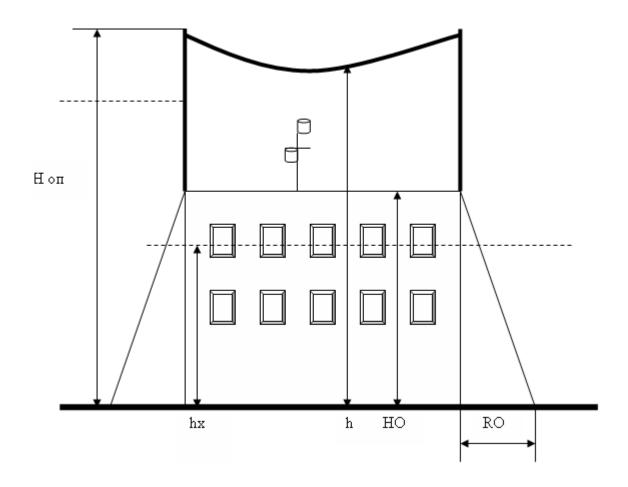


Рисунок 4.4 – Схема установки молниеотвода вид спереди

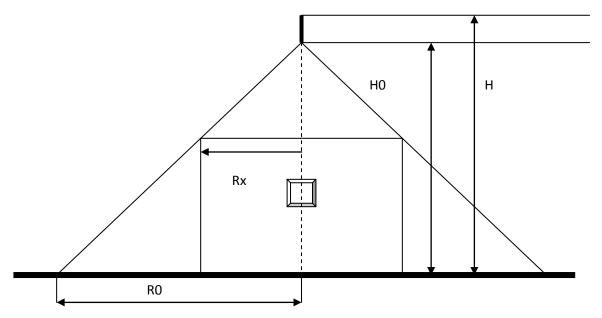


Рисунок 4.5 – Схема установки молниеотвода вид с боку

4.5 Расчет зануления

В качестве меры безопасности от поражения электрическим током предлагается расчет зануления, как наиболее эффективного способа оградить обслуживающий персонал от возможных последствий поражения электрическим током. При выборе данного способа мы исходим из того, что в электроустановках напряжением до 1кВ с заземленной нейтралью защитное заземление не обеспечивает защиты людей, а лишь снижает напряжение, под которым окажется человек, коснувшийся корпуса, равным половине фазного напряжения Uф, зануление обеспечивает автоматическое отключение участка сети, на котором произошел пробой на корпус.

Электрическое питание проектируемого помещения осуществляется через электрический распределительный щиток от понижающего масляного трансформатора. Расстояние между трансформатором и щитком 200 м, потребляемая мощность на каждой фазе не более 5 кВт. Принципиальная схема зануления приведена на рисунке 4.7

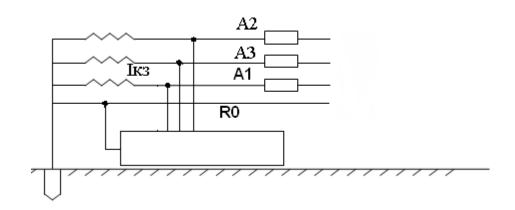


Рисунок 4.7 - Принципиальная схема зануления

А1,А2,А3 – аппарат защиты (предохранитель или автоматический выключатель),

Ro – заземление нейтрали.

При замыкании фазы на зануленный корпус электроустановка автоматически отключается, если значение тока КЗ Ікз удовлетворяет условие /33/:

Ік
$$3 > к х Іном,$$
 (4.16)

где к – коэффициент кратности номинального тока;

Іном – номинальный ток.

Как видно из схемы на рисунке 4.8, ток КЗ в фазном проводе зависит от фазного напряжения сети (Uф) и полного сопротивления цепи, складывающегося из полных сопротивлений обмотки трансформатора Zт/3, фазного проводника Zф, нулевого защитного проводника Zh, внешнего индуктивного сопротивления петли: фазный проводник — нулевой защитный проводник Xп.

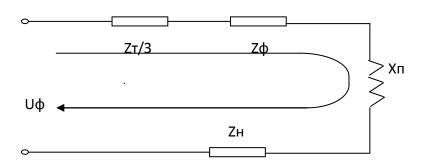


Рисунок 4.8 – Расчетная схема зануления

В этом случае выражение для Ікз в комплексной форме будет /33/:

Iκ3=U
$$\phi$$
/(Z_T/3+Z ϕ +Z_H+X_Π), (4.17)

где Zт – комплекс полного сопротивления обмоток трехфазного источника тока (трансформатора);

 $Za=R\phi + jX\phi - комплекс полного сопротивления фазного провода;$

Zн=Rн + jXн - комплекс полного сопротивления нулевого проводника;

Rф, Rн − активное сопротивление фазного и нулевого проводников;

 Хф, Хн – внутренние индуктивные сопротивления фазного и нулевого проводников; Хп – внешнее индуктивное сопротивление контура (фазный проводник – нулевой проводник).

Иначе эту формулу можно записать в следующем виде /33/:

$$I_{K3} = U \phi / (Z_T/3 + \sqrt{(R\phi + R_H)^2 + (X\phi + X_H + X_\Pi)^2},$$
 (4.18)

Для того, чтобы рассчитать Ікз, необходимо предварительно выбрать тип и марку кабеля, затем произвести вычисления исходя из характеристик кабеля.

Так как потребляемая мощность каждой из фаз не превышает 5 кВт, весь дальнейший расчет привожу для одной из фаз. Номинальный ток для этой фазы будет /33/:

IHOM=
$$(5 \times Iharp)/2.5$$
, (4.19)

где Інагр – ток нагрузки

IHarp=P/(
$$\sqrt{3}$$
 x U x cosφ), (4.20)

Інагр=
$$5000/(\sqrt{3} \times 380 \times 0.8) = 9,5 A.$$

Следовательно, номинальный ток потребления /33/:

Iном=
$$2 \times I$$
нагр, (4.21)
I ном = $2 \times 9.5 = 19 \text{ A}$.

Вследствие того, что в последнее время широкое распространение получают автоматические системы «быстро восстанавливающегося действия», в качестве выключателей максимальной защиты используют автоматические выключатели. Автоматические выключатели имеют только электромагнитный расцепитель, срабатывающий без выдержки времени, к=1.4, тогда по формуле (4.16):

$$k \times I_{HOM} > 1.4 \times 19 = 27 \text{ A}.$$

Для обеспечения монтажного цеха потребностями в электричестве достаточно воспользоваться двадцати пяти килловатным, масляным, трехфазным трансформатором.

Выбираю двадцати пяти киловатный трансформатор с ZT = 0.906 Ом. Наиболее подходящий кабель ААШвУ 4х6. Питающие жилы и оплетка этого кабеля выполнены из алюминия. Значения активных сопротивлений алюминиевых проводников определяются так /33/:

$$R\phi = \rho \times 1/S, \tag{4.22}$$

где $\rho = 0.028$ (Ом х мм/м) – удельное сопротивление алюминия,

1 – длина проводников (м),

S – сечение проводников (мм).

Активное сопротивление фазного проводника:

$$R\phi = R_H = 0.028 \text{ x } 200/6 = 1 \text{ Om}.$$

Величина внутреннего индуктивного сопротивления Хф алюминиевых проводников сравнительно мала (около 0.0156 Ом/км), поэтому ею можно пренебречь.

Таким образом Ікз, необходимый для срабатывания защиты определяется /33/:

$$I_{K3} = 220/(Z_T/3 + \sqrt{(R_{\phi} + R_H)^2}),$$
 (4.23)
 $I_{K3} = 220/(0.906/3 + \sqrt{(1+1)^2}) = 51 \text{ A}.$

Для того, чтобы обеспечить отключающую способность системы необходимо выбрать автоматический выключатель. Значение Ікз удовлетворяет условие (16):

$$51 > 27$$
.

Напряжение прикосновения при этом /33/:

$$U_{K} = I_{K3} \times Z_{H},$$
 (4.24)

$$U_K = 51 \text{ x} \sqrt{1} = 51 \text{ B}.$$

Ток, проходящий через тело человека /33/:

Ih=Uk/Rh,
$$(4.25)$$

где Rh – сопротивление тела человека,

$$Ih = 51/1000 = 5.1 \text{ MA}.$$

Таким образом, такая величина тока не является опасной для жизни человека.

По окончании монтажных работ, а также в процессе эксплуатации системы зануления необходимо проверять соответствие зануления требованиям «Правил устройств электроустановок» (ПУЭ). Для этого следует: измерять сопротивления заземления нейтрали и повторных заземлений нулевого проводника (если таковые имеются), проверять состояния элементов заземляющих устройств, целостность зануляющей сети, в том числе цепи, между нулевым защитным проводником и зануленным оборудованием, измерять сопротивление петли «фаза – ноль». Выполнять требования согласно ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов».

Заключение

Я выбрал тему «Проектирование беспроводной сети Wi-Fi». Wi-Fi имеет ряд преимуществ:

-соединение точек доступа Wi-Fi друг с другом и другими сегментами Интернета,

-обеспечения беспроводного широкополосного доступа как альтернативы выделенным линиям и DSL,

-предоставления высокоскоростных сервисов передачи данных и телекоммуникационных услуг,

-создания точек доступа, не привязанных к географическому положению.

Wi-Fi позволяет осуществлять доступ в интернет на высоких скоростях, с гораздо большей пропускной способностью. Это позволяет использовать технологию в качестве «магистральных каналов», продолжением которых выступают традиционные DSL- и выделенные линии, а так же локальные Wi-Fi сети. В результате подобный подход позволяет создавать масштабируемые высокоскоростные сети масштабов целых городов.

Также в данной работе произведен расчет экономической эффективности проекта. Составлены таблицы доходов на текущий и планируемые года, по результатам которой прибыль будет неуклонно расти, с ростом и числа активно-пользующихся абонентов.

В моем случае срок окупаемости составляет 0,8 года, а с учетом дисконтирования - год. А нормированный — 5 лет. Что является эффективным проектом.

Список литературы

- 1 Беспроводный абонентский доступ абонентских линий справочник, по подвижной наземной связи (включая беспроводный доступ)/Сост.: Роберт У. Джонс МСЭ Сектор радиосвязи, 1996.
- 2 Мясковский Г.М. Системы производственной радиосвязи: Справочник. – М.: Связь, 1993.
- 3 Корнышев Ю.Н., Фань Г.Л. Теория распределения информации: Учебное пособие. М.: Радио и связь, 1985.
- 4 Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. М.: Эко-Трендз Ко, 1997.
- 5 Безопасность беспроводных сетей / М. Максим, Д. Поллино Компания Ай Ти; ДМК Пресс, 2004.
- 6 Феер К. Беспроводная цифровая связь / Пер. с англ.; Под ред. В.И. Журавлева. М.: Радио и Связь, 2000.
- 7 Савостицкий Ю.А. Простые формулы для оценки числа требуемых каналов и вероятности потери вызова // Электросвязь. №8. 2001.
- 8 Дейв Молта. Положение дел в индустрии беспроводных ЛВС // Сети и системы связи. №11. 2004.
- 9 Дейв Молта. Развитие БЛВС // Сети и системы связи. №1. 2004.
- 10 Дейв Молта. Звезды Wi-Fi // Сети и системы связи. №11. 2004.
- 11 Джесси Линдеман. Проектирование и тестирование беспроводной ЛВС // Сети и системы связи. №6. 2004.
- 12 Питер Рисеви. Беспроводной рай. // Сети и системы связи. №14. 2002.
- 13 Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы. С-П.:Питер, 2001
- 14 Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды: Учебник для вузов/ Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д. М.: Радио и Связь, 1989
- 15 Т.Е. Хакимжанов. Безопасность жизнедеятельности. Рсачет аспирационных систем. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах (для студентов всех форм обучения всех специальностей). А.: АИЭС, 2002
- 16 Производственное освещение. Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломном проекте (для студентов энергетических специальностей всех форм обучения) Алма-Ата, РУМК, 1989
- 17 Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под. ред. Г.М. Кнорринга. Л., Энергия, 1976
- 18 М.К. Дюсебаев. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах (для студентов всех форм обучения) А.; АИЭС, 2003

- 19 М.К. Дюсебаев. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах (для студентов всех специальностей по направлению «Теплоэнергетика») А.; АИЭС, 2001
- 20 Т.С. Санатова, А.А. Байзаккова. Охрана труда. Методические указания к выполнению расчетно-графических работ А.; АИЭС, 2005.
- 21 Алибаева С.А. Дипломное проектирование: Методические указания по дипломному проектированию (для студентов всех форм обучения направления 652400 Радиоэлектроника и телекоммуникации). Алматы: АИЭС, 2001.
- 22 Е. А. Голубицкая, Г. М. Жигульская / Экономика связи. М.: Радио и связь, 2000.
- 23 Демина Е. В., Иодко Е. К., Майофис Л. И., Резникова Н. П. / Организация, планирование и управление предприятиями связи. М.: Радио и связь, 1990.
- 24 Экономика связи / Под ред. О.С. Срапионова, М.: Радио и связь, 1992.
- 25 Аманжолова К. Б., Алибаева С. А. / Экономика предприятий телекоммуникаций: Учебное пособие. Алматы: АИЭС, 2003.
- 26 Джангозин А. Д. / ФИРМЕННЫЙ СТАНДАРТ: Работы учебные. Алматы: «АИЭС», 2002.

Приложение А

Листинг программы Pascal

```
program diplom;
uses crt;
label 1;
var c, i, k, l, n1, f, f1: integer; b1, j, n, v, v1, a, p, v2, e:real;
procedure n f; \{факториал N\}
begin
n:=1;
for i:=1 to n1 do
begin
n:=n*i;
end; end;
procedure n v; {факториал N-V}
begin
1:=n1-K;
v1:=1;
for i:=1 to 1 do
begin
v1:=v1*i;
end; end;
procedure n j; {факториал N-j}
begin
1:=n1-K;
v2:=1;
```

```
for i:=1 to 1 do
begin
v2:=v2*i;
end; end;
begin
clrscr;
writeln ('Введите количество абонентов');
readln (n1);
n:=1;
j:=1;
v:=1;
a:=1;
for k:=1 to n1 do {цикл наращивания}
begin
n v; {вызов процедуры}
n j;
v:=v*K; {факториал V}
j:=j*k; {факториал j}
f1:=f1*k; {А в степени V}
for f:=1 to f1 do
begin
A:=A*A;
end;
B:=n/(v*(v1));
B1:=n/(v*(v2));
```

```
for c:=1 to k do

begin

E:=E+(B1*A);
end;
P:=(A*B)/E; {формула Энгсета}
if P<0,1 {условие нахождения числа радиоканалов от вероятности потерь P}
then begin
write ('Необходимое количество радиоканалов');
goto 1;
end;
1: writeln ('V=', k);
writeln ('P=', p:2:5);
readkey;
end.
```

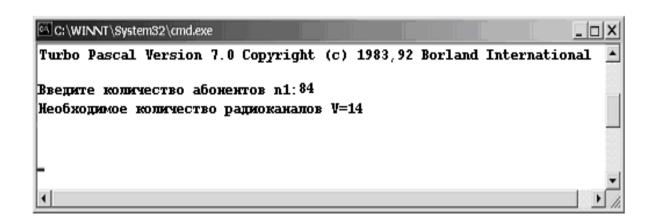
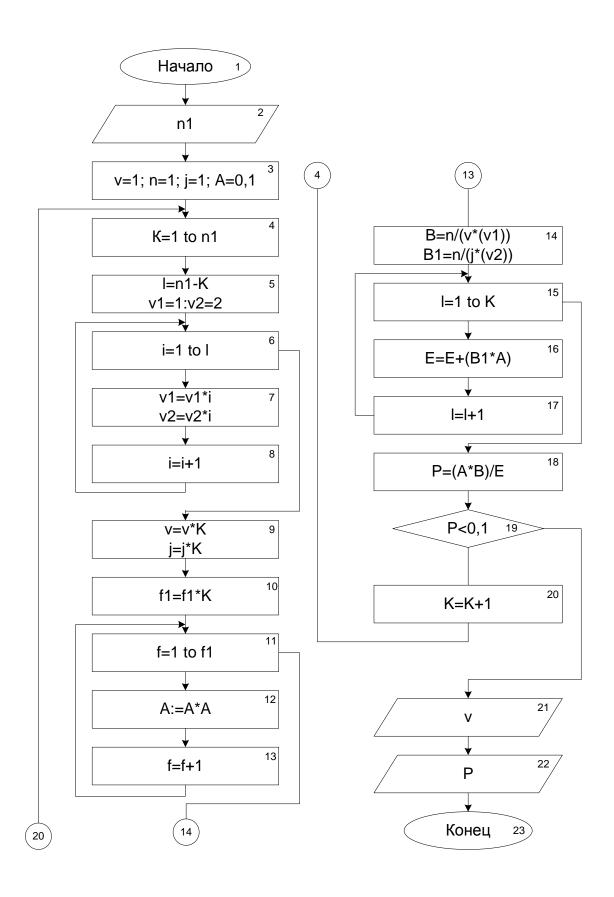
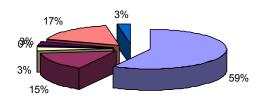


Рисунок А1



Блок Схема вычисления требуемого числа каналов

Диграмма эксплуатационных расходов



- 3Π
- Отчисления на социальные нужды
- □ Амортизационные отчисления А0
- □ Затраты на материалы и запасные части
- Затраты на электроэнергию
- Прочие административные, управленческие и эксплуатационные расходы
- Затраты на рекламу