МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество

«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра _____

«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»

Зав.кафедрой _____

(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «____» _____ 201___г.

(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Разработка системы мониторинга сетевой обстановки на базе РУ „Казсемзащита"

Специальность _____

Выполнил(а) Закирова А.В. (Ф.И.О.) Группа МТС 12-06

Научный руководитель Федулина И.Ю., к.ф.н., доцент (ученая степень, звание, Ф.И.О.)

03.06.2016 г.

Консультанты:

по экономической части:

Боканова Г.Ш., доцент каф. ЭОиУП (ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «24» 05 2016 г.

(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

Бегимбетова А.С., ст. преподаватель (ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «30» 05 2016 г.

(подпись)

по применению вычислительной техники:

Ефремова Ю.М., старший преподаватель, к.т.н. (ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «01» 06 2016 г.

(подпись)

_____ (ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «____» _____ 201___г.

(подпись)

Нормоконтролер: Дейтдова Г.Д. ст. пр-ль (ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «6» июня 2016 г.

(подпись)

Рецензент: к.т.н. декан Бахтиярова С.А. (ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «____» _____ 2016 г.

(подпись)

Алматы 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Факультет Радиотехники и связи

Кафедра телекоммуникационных систем

Специальность 5В071900 - радиотехника, электроника и телекоммуникации

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студенту Закировой Анне Владимировне
(Ф.И.О.)

Тема проекта Разработка системы мониторинга селевой обстановки на базе ГУ „Казселезащита"

Утверждена приказом по университету № 148 от «19» 10 201__ г.

Срок сдачи законченного проекта «25» 05 2016 г.

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

исходные данные антенны:
$f = 5{,}8$ ГГц
$r = 0{,}0055$ м
$\alpha = 360°$
$\lambda = 5{,}17$ м

Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломном проекте, или краткое содержание дипломного проекта:

Выбор оборудования
Обзор существующих способов определения селевой опасности.
Распространение волн в прямой видимости
Безопасность жизнедеятельности
Технико-экономическое обоснование

2

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Устройство сенсорного узла (датчика)
2. Характеристики передачи данных стандарта IEEE 802.15.4
3. Топологии БСС
4. Распределение тока и заряда в вибраторе
5. План размещения оборудования в серверном помещении
6. Диаграмма структуры эксплуатационных затрат

Рекомендуемая основная литература

1. К. Веселовский; пер. с польск. И. Д. Рудинского. Системы подвижной радиосвязи. - М.: Горячая линия - Телеком, 2006. - 536с.
2. Л. Г. Мордухович, А. П. Степанов Системы радиосвязи. Курсовое проектирование: Учебное пособие для высших учебных заведений. - М.: Радио и связь, 1987, - 190с
3. Н. И. Баклашов, Н. Ж. Китаева, Б. Д. Терехов Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды, - М.: Радио и связь, 2009. - 280с.
4. Базылов К. Б., Бабич А. А. Методические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров. - Алматы, АИЭС, 2008.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
БЖД	Бегимбетова А.С.	01.04 - 30.05.16г	[signature]
Бизнес - план	Бокенова Т.Н.	01.04 - 25.05.16	[signature]
Вычисл. техника	Ефремова Ю.Ч.	02.04 - 01.06.16г	[signature]
Техническая часть	Федулина И.Н.	03.06.2016	[signature]

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1.	Изучение теоретического	10.02.2016	
	материала, постановка	25.02.2016	
	задач		
2.	Выбор оборудование и	1.03.2016	
	расчет параметров	25.03.2016	
3.	разработка системы	02.04.2016	
	мониторинга сетевой	18.04.2016	
	обоснование.		
4.	Безопасность жизнедея-	01.04.2016	
	тельности	30.05.2016	
5.	Технико-экономическое	1.04.2016	
	обоснование	25.05.2016	
6.			

Дата выдачи задания «19» 10 2015 г.

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

Руководитель _____ Федосеева И.Н.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению
студент Закирова А.В. _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Аңдатпа

Дипломдық жобаның тақырыбы ««Казселезащита» Мемлекеттік мекемінің негізінде сел жағдай мониторингі жүйесін жобалай». Бұл дипломдық жобада сел қаупі ескертулердің қолданыстағы жүйесіне талдау жасалып, сонымен қатар жаңа автоматтандырылған жүйе жобасы жетілдірілген.
Тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде жұмыс орнының нормасына сәйкес талдау жасалынып, жарық өлшемі, энерго шағыны, найзағай қауіпсіздігі есептелініп кондиционерлік жүйесі зерттелінген. Экономика бөлімінде өндірістік, ұйымдастырушылық жоспары құрылған. Капиталдық, пайдаланушылық және материалдық шығындар өлшемі жасалынған

Аннотация

Темой дипломного проекта является: «Разработка Системы мониторинга селевой обстановки на базе ГУ «Казселезащита». В данном дипломном проекте была проанализирована существующая система оповещения селевой угрозы, а также разработана новая автоматизированная система.

В безопасности жизнедеятельности проведен анализ рабочего места в соответствии с допустимыми нормами, проведены расчеты: величин освещенности, энергозатрат, параметры молниезащиты, проработана система кондиционирования, .

В разделе экономики был составлен производственный, организационный план, выполнены измерения капитальных, эксплуатационных и материальных затрат.

Abstract

The theme of the diploma work is "The development of monitoring system of mudflow situation based on the example of RB «KazSeleZashshita»". In this diploma project was made the analyzing process of existing notification system of mudflow thread, as well as, creating new automated system. The life safety analyzes workplace according to acceptable standards, and were made calculations of illuminance values, energy, lightning parameters, elaborated conditioning system. In accordance with economy part there was made productional and organizational plan, as well as, measuring capital, operating and material costs.

Содержание

Введение 12
1 Обоснование актуальности 13
1.1 Инженерно-технические мероприятия по состоянию селевой опасности 14
2 Теоретическая часть 15
2.1 Селевая безопасность 15
2.2 Обзор существующих способов определения селевой опасности 16
2.3 Выбор оборудования 27
3 Расчетная часть 31
3.1. Расчет мощности энергетического сигнала 31
3.2 Распределение тока и заряда по вибратору 33
3.3 Входное сопротивление и КПД несимметричного вибратора 35
3.4 Распространение волн в прямой видимости. Расчет зоны действия сигнала. 38
3.5 Расчет запаса на замирание 40
3.6 Диаграмма направленности 41
3.7 Расчет времени ухудшения связи из-за дождя 43
4 Безопасность жизнедеятельности 46
4.1 Анализ условий труда 46
4.2 Расчет искусственного освещения помещения 50
4.3 Расчет системы кондиционирования помещения 52
4.4 Прибор против грозовой обороны, исследование молниезащиты 57
4.5 Разработка молниезащиты антенн на здании 59
4.6 Вывод по главе 61
5 Технико-экономическое обоснование 61
5.1 Резюме 61
5.2 Цель проекта 62
5.3 Компания и отрасль 63
5.4 Организация системы мониторинга 64
5.5 Менеджмент 65
5.6 Финансовый план 65
Заключение 71
Список литературы 72

Приложение А. 74
Расчет технических параметров в среде Mathcad 14 74
Приложение Б 78
Расчет параметров дальности прямой видимости 78
Приложение В.....
Расчет характеристики диаграммы направленности антенны 79

Введение

Просторы нашей родины Казахстан не могут оставить равнодушными ни ее жителей, ни туристов, приезжающих полюбоваться на нее. К числу самых посещаемых мест относят – Восточно – Казахстанскую область (Алтайские горы), курорт Боровое, Иле – Алатауский Национальный парк, и др.

Благодаря тому, что число туристов будет расти, будет пополняться казна государства, это, в свою очередь будет способствовать тому, что Казахстан сможет обеспечить себе устойчивую и более стабильную экономическую базу, однако стоит обратить внимание и на то, что на туристических базах отдыхают не только туристы, но и местное население. Главой Республики Казахстан Н.А. Назарбаевым неоднократно было отмечено о необходимости развивать страну в туристическом направлении, т.е. создавать хорошие условия для приезжающих туристов, продолжать строить туристические базы, обеспечивать их безопасность. Например, горнолыжный курорт Шымбулак, за сезон могут посетить более 200 тысяч человек, помимо этого большое число туристов посещают все горные достопримечательности, поэтому тема безопасности отдыхающих на сегодняшний день становится вполне актуальной.

При проведении анализа современной системы оповещения о лавинно – селевой опасности в районах Казахстана, можно сказать, что методы определения селевых сходов устарели, и представляют опасность не только для жителей и отдыхающих, но и для самих же спасателей.

Основной целью дипломного проекта, в первую очередь, является – разработка и анализ системы мониторинга и оповещения селевой опасности в районах Казахстана, при которой можно будет обеспечит безопасность людей, которые находятся на территории Республики. При создании автоматизированной системы, которая будет работать своевременно, можно будет предотвратить множественные катастрофы, возникающих в результате схода сели, оползней, лавин и др.

1 Обоснование актуальности

Горные и предгорные районы Казахстана занимают 13% от всей территории республики, но именно эти регионы считаются наиболее пригодными по условиям проживания. Здесь сосредоточено до 40% промышленного потенциала, расположены такие крупные города как Алматы, Шымкент, Тараз, Талдыкорган и ряд других населенных пунктов, в которых проживает около 6 млн. человек. В то же время эти регионы подвержены воздействию схода селевых потоков, снежных лавин, обвалов, паводков, оползней, наводнений и других, представляющих опасность для человека.

Селевые потоки являются наиболее разрушительным явлением. Максимально возможный ущерб от такого вида чрезвычайных ситуаций может достигать миллиардов долларов США. Оповещение о лавинно – селевой опасности в Казахстане является актуальной темой сегодняшнего дня, учитывая то, что один из самых крупных городов Республики Казахстан, город Алматы находится близ гор Заилийского Алатау, вокруг которого очень много горных рек и их количество протекающих через город достигает цифры 22.

Регион Заилийского Алатау относится к наиболее селеопасным территориям. Большинство катастрофических селевых потоков было зарегистрировано именно здесь. К ним относятся: селевой поток 1921 года по р. Малая Алматинка (г. Верный – Алматы), в результате которого было уничтожена большая часть города, погибло 550 человек; сель 1973 года в урочище Медеу также имел катастрофический характер, и только возведенная противоселевая плотина защитила город от разрушения. Катастрофический сель 1963 года на р. Иссык уничтожил высокогорное озеро, ниже расположенный районный центр, привел к многочисленным человеческим жертвам. Селевые катастрофы неоднократно повторялись в бассейнах рек Каскелен, Большая и Малая Алматинки, Талгар в Заилийском Алатау. Разрушительные последствия стихии испытали г. Текели, Жаркент, Сарканд в Джунгарском Алатау.

Учитывая то, что за много лет после трагедии 1921 года, произошел большой скачок в науке и технике, на сегодняшний день сотрудники «МЧС Алматы» не используют датчиков, которые могли бы облегчить и ускорить определение селевой опасности, а до сих пор используют подручные средства.

За период 1967-2016 гг. зарегистрировано более 50 несчастных случаев. В среднем за год наблюдался 1 несчастный случай, 1 погибший и 1 пострадавший. Достаточно серьезными последствиями обошелся сель, сошедший 23 июля 2015 года. На территории Алматинского региона в 9 главных селеопасных бассейнах насчитывается более 130 озер, 90 из которых за последние 50 лет прорывались 24 раза. За всеми озерами в селеопасный период ведется постоянное наблюдение постами службы наблюдения и оповещения, а также с помощью периодических аэровизуальных и наземных обследований. В

регионе действуют 30 круглогодичных и сезонных постов, 6 диспетчерских пунктов.

На 17 наиболее прорывоопасных озерах, расположенных в высокогорной зоне на высотах 3000-3500 м, ведутся постоянные наблюдения за их состоянием, выполняется комплекс гидрометеорологических и специализированных работ. Часть постов в селеопасных бассейнах размещены в руслах рек и ручьев и охватывают наблюдениями участки вплоть до выхода на предгорную долину. Выбор места расположения поста определяется многими условиями, в том числе – необходимостью обеспечения устойчивой радиосвязи.

В связи с обозначившейся тенденцией общего потепления климата, роста температур в высокогорной зоне, в последнее время отмечается активизация селевых процессов, связанных с прорывом высокогорных озер.

Более того, наблюдается рост количества озер, и увеличивается опасность прорыва уже существующих. В этом плане существующая сеть службы наблюдения и оповещения уже сейчас недостаточна.

Экономически нецелесообразно, да и невозможно организовать посты наблюдения с постоянным дежурством на них наблюдателей. Требуется разработка новых методов ведения наблюдения и, в первую очередь, это касается автоматизации процесса наблюдений. Необходимо разработать и изготовить датчики автоматической регистрации температуры воздуха и воды, уровней воды в озерах, воды в руслах рек, приборы для измерения характеристик селевых потоков. Определенные разработки в этом направлении имеются как в Казахстане, так и за рубежом.

1.1 Инженерно-технические мероприятия по состоянию селевой опасности

Проведение работ по инженерной защите населения, объектов и территорий от природных и стихийных бедствий:

С целью предотвращения подтоплений текущего времени проводится реконструкция отдельных участков некоторых рек и плотин общей протяженностью около 16,5 км, на сумму более 5 млрд. тенге:

- река Абылгазы – 4,2 км;
- река Баскарасу – 3,960 км;
- река Малая Алматинка – 2,050 км;
- река Султан-Карасу – 1,870 км;
- река Тиксай – 1,864 км.
- река Жарбулак – 1,0 км;
- река Большая Алматинка – 0,925 км;
- река Узын Каргалы – 0,560 км.

За состоянием селевой, оползневой, лавинной обстановкой, температурой и водным режимом круглосуточно производится контроль на

13-ти постоянных гидропостах «Казгидромета» и 4 диспетчерских пунктах «Казселезащиты».

В соответствии с планом социально-экономического развития города Алматы в период до 2016 года производится реконструкция рек, некоторые из которых будут несколько лет без воды. По данным управления природных ресурсов и природопользования Алматы, сейчас проводится ремонт таких рек Алматы, как Султан-Карасу, Жарбулак, Бексай и Малая Алматинка.

В районе Иле-Алатаусского национального парка находятся 22 реки, все они считаются малыми. Общая протяженность русел рек составляет более 220 км. Крупными являются Большая Алматинка протяженностью 29 км, Малая Алматинка протяженностью 28 км, и Есентай протяженностью 25 км, на близ лежащей территории находятся 5 моренных озер, 5 ледников, кроме того расположены 8 искусственных водоемов - Большой Алматинский канал (БАК), озеро «Пархач», озеро «Сайран», озеро Алматинское и другие водоемы.

На территории города Алматы расположено 21 гидротехническое сооружение (далее ГТС), 16 из которых находится в удовлетворительном состоянии.

Информирование органов управления и населения осуществляется по системе оповещения путем включения электрических сирен (242 шт.), перехватом 40 каналов коммерческого телевидения, и средствами громкоговорящей системы от «Алматытелеком», передачи речевой информации по 3-х программному радиовещанию городского центра радиофикации, а также патрульными автомобилями от ДВД города Алматы.

Информационные данные об угрозе ЧС распространяются посредством Интернета, СМС сообщений операторов сотовой связи, средств массовой информации.

2 Теоретическая часть

2.1 Селевая безопасность

На балансе ГУ «Казселезащита МЧС РК» находятся в общей сложности 29 гидротехнических и селезащитных сооружений. Для обеспечения защиты города Алматы построены 4 селезадерживающие плотины и 3 отстойных бассейна для отложения донных наносов в бассейнах рек Маленькая и Большая Алматинка:

- плотина Медеу;
- плотина Мынжилки;
- Есентайский водоприемник на реке Есентай;
- Большая плотина Алматы;
- плотина на реке Карагалинка;
- отстойник № 1 в бассейне реки Большая Алматинка;
- отстойник № 2 в бассейне реки Большая Алматинка.

В соответствии с правилами эксплуатации, а также в целях продления срока службы сооружениях, ежегодно производится ремонтно-восстановительные работы по приведение в надлежащее техническое состояния оборудования, для нормального выполнения основных функции за счет республиканского бюджета. На период 2013-2014 гг. проведены работы на сумму более 40 млн. тенге**.**

На сегодняшний день практически все сооружения находятся в удовлетворительном состоянии.

Ежедневно за водным режимом и температурным фоном на высокогорье и среднегорье г.Алматы ведется наблюдение на 10 постоянных гидропостах и 4 диспетчерских пунктах.

В целях мониторинга в селеопасный период на моренных озерах и селеопасных зонах функционируют 11 высокогорных сезонных гидрометеорологических поста.

Для предупреждения и подготовки селеопасного периода разработаны специальные планы и мероприятия по уменьшению риска прорыва высокогорных озер. Специалистами ГУ «Казселезащита» проводятся постоянные обследования моренных озер.

На период 2014-2016 гг. ГУ «Казселезащита» проводит работы по:

1) Очистке и ремонту селевого хранилища и плотины селевого ловителя на реке Большая Алматинка бюджетом более 20 млн. тенге;
2) Ремонту русла реки Большая Алматинка на 16 млн. 100 тыс. тенге;
3) Стабилизации селезадерживающей плотины «Медео» на 7 млн. 600 тыс. тенге.

Действующим Департаментом по ЧС г.Алматы направлялись рекомендательные письма акиматам районов города «О принятии необходимых мер по подготовке к прохождению селеопасного периода», для предупреждения чрезвычайных ситуаций на селеопасных направлениях, гражданам раздавались уведомления. Ежегодно проводится анализ состояния плотин, на 2015 год из республиканского бюджета было выделено около 5 млн. тенге.

2.2 Обзор существующих способов определения селевой опасности

2.2.1 Оценка нормы объемов воды в реках и моренных озерах

Основными этапами определения рисков являются их идентификация, количественная и качественная оценки. Для этого проводят замеры объемов воды в моренных озерах и реках в районах г. Алматы. На этапе идентификации для оценки риска возникновения селей определяется, какие именно риски способны дестабилизировать обстановку на этом объекте, регионе или районе. Для прогнозируемого явления создаются модели, с определенной степенью адекватности, которые отражают физическую сущность селевых потоков, и которые отвечают необходимым запросам менеджмента. С этой целью, на основе данных многолетних исследований о

среде селевых лавин, разработаны сценарии реализации рисковых обстоятельств с формированием селевых потоков различного генезиса.

В процессе анализа данных о прошедших селях на исследуемом объекте и факторов, производится качественная оценка рисков, которые выявляются на этапе идентификации, выявляются причины, обусловливающие возникновение рисковых обстоятельств. Критические условия формирования ливневых (грязекаменных и наносоводных) селевых потоков, а также гляциальных селей можно определить в результате такого анализа.

На основании данных выявляются качественные численные значения и признаки гидрометеорологических факторов, влияющих на возникновение сели, выводятся закономерности пространственного и временного распределения (повторяемости) селей, выполняется оценка наблюдений селевой активности. Состав наблюдений определен перечнем работ в соответствии с требованиями к гидрометеорологическим постам Казгидромета. Исходя из вышеуказанных требований определены следующие типы наблюдений:

- стандартные;
- озерные;
- русловые;
- плотинные.

Стандартными и обязательными наблюдениями для всех видов постов являются:

- наблюдения за температурой воздуха;
- наблюдения за температурой воды;
- измерение количества и интенсивности жидких осадков;
- наблюдения за высотой снежного покрова (для стационарных круглогодичных постов);
- наблюдения за уровнем воды в створе поста;
- расчеты расходов воды в створе поста.

Дополнительными для различных типов постов являются следующие наблюдения:

- для озерного поста:

а) наблюдения за изменением объема воды в водоеме (по изменению уровня воды в озере);

б) фиксация видимых изменений в конфигурации озерной котловины (медленное видео, стоп-кадр)

в) фиксация разрушений моренной перемычки при прорыве по поверхностному каналу стока (медленное видео, стоп-кадр).

- для руслового поста: - измерение характеристик селевых потоков в створе поста:

а) измерение скорости селя;

б) измерение уровня селевого потока;

в) расчет расхода селевого потока;

г) фиксация видимых изменений сечения русла при прохождении селя (медленное видео, стоп-кадр).

- для плотинного поста: - измерение характеристик селевых потоков в створе поста:

а) измерение скорости селя;

б) измерение уровня селевого потока;

в) расчет расхода селевого потока;

г) фиксация видимых изменений в селехранилище при прохождении селя (медленное видео, стоп-кадр);

д) фиксация видимых изменений в канале стока ниже плотины при сбросах критических расходов паводка (медленное видео, стоп-кадр).

2.2.2 Противоселевые и противолавинные сооружения и мероприятия

Для увеличения безопасность от селевых потоков, проводятся специальные организационные меры и инженерно-технические мероприятия. Эти методы включают в себя круглосуточное наблюдение и анализ селевой обстановки, своевременное оповещение специальных органов управления и населения. Также существуют специальные защитные сооружения, которые устанавливаются для предотвращения схода сели. К ним относятся:

1. Селенаправляющие сооружения;
2. Селезадерживающие сооружения;
3. Селепредотвращающие сооружения;
4. Селепропускные сооружения;
5. Стабилизирующие сооружения.

2.2.3 Беспроводные сенсорные сети

На сегодняшний день беспроводные сенсорные сети (БСС) стали весьма интересных и перспективных разделов науки в современных технологиях. Мир телекоммуникационного оборудования стремительно развивается во всех отношениях, поэтому те устройства, которые разрабатываются ежегодно имеют огромный интерес. Главным достоинством таких систем является то, что, благодаря им постепенно проходит перестройка с кабельной инфраструктуры на более модернизированные и функционально дополненные технологии. Обращаясь к характеристикам БСС, их постоянное использование в разных сферах человеческой деятельности происходит за счет миниатюрности узлов, удобного радиоинтерфейса, относительно низкого энергопотребления, вычислительной мощности, доступной стоимости, что делает возможным постепенную автоматизацию процессов сбора различной информации, контроля, анализа и мониторинга элементов разнообразных технических и природных объектов.

Беспроводной сенсорной сетью называется сеть необслуживаемых миниатюрных электронных устройств (узлов сети), которые распределены по выбранному объекту. Эти устройства, в свою очередь, способны проводить

сбор необходимых данных о свойствах внешней среды и передавать эти данные на базовую станцию от одного узла к другому с помощью беспроводной связи.

Сенсорные узлы распределяются как стационарно, так и мобильно, если необходимо перемещаться в среде относительно других узлов. Логическая связанность сети при этом не нарушается. При мобильном расположении сеть может не ограничиваться постоянной топологией, так как ее структура изменяется и не имеет фиксированной модели. Узел сети, который мы называем сенсором, имеет датчик, на который поступает информация о внешней среде, память, радиопередающее устройство, микроконтроллер, источник питания и дополнительные механизмы (рисунок 2.1).

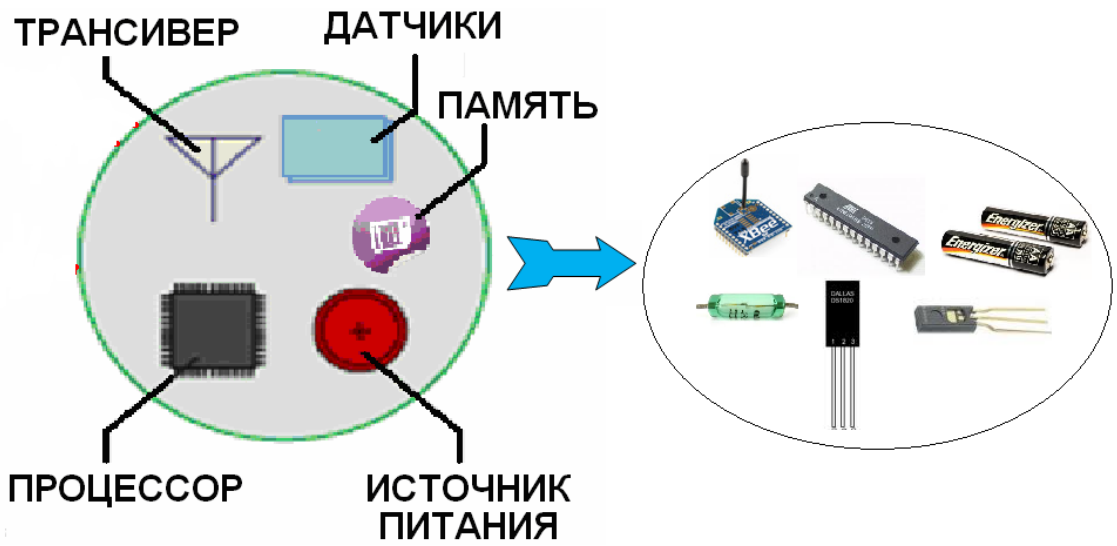


Рисунок 2.1 – Устройство сенсорного узла (датчика)

Беспроводные сенсорные сети по их величине физической зоны расположения можно отнести к классу беспроводных персональных вычислительных сетей (WPAN). Сети WPAN обычно представляются 2-мя классами: с увеличенным (около 100 м) и укороченным радиусом действия (около 10 м), это предоставляет им возможность осуществлять работу на стыке с WLAN. Преимущественной характеристикой таких сетей WPAN стали низкие энергозатраты. Сети работают с помощью определенных стандартов, технологий и протоколов. Для сравнения приведу некоторые стандарты семейства 802.15 и 802.11 (таблица 2.1).

На первой ступени иерархии стандартов сетей класса WPAN стоит стандарт IEEE 802.15.1. Он основывается на разновидности Bluetooth vl.x, физических уровней (PHY layer), (MAC layer). На следующей ступени семейства IEEE 802.15 обозначен стандарт, с его помощью осуществляется совместная работа устройств стандарта IEEE 802.11 и стандарта IEEE 802.15. Однако скорость, стала недостаточной, поэтому начал разрабатываться стандарт, который бы смог организовать канал беспроводной связи с более высокой пропускной способностью. Все эти стандарты достаточны для того,

чтобы передавать широкий объём различной информации на скоростях в диапазоне от 1 до 200 Мбит/с.

Дальность передачи технических устройств, способных выполнять работу автономном режиме, может быть от 10 до 100 м. Стандарты дают возможность не использовать устройства с проводными соединениями, предоставляя альтернативу, но даже в них всегда есть вероятность того, что технологии не будут работать так, как этого хочет пользователь. Для того, чтобы решить подобные задачи, разработался еще один стандарт IEEE 802.15.4 для WPAN-сетей с низкими скоростями.

Таблица 2.1 – Стандарты семейств 802.15 и 802.11

Стандарт	802.15.4 ZigBee™			802.15.1 Bluetooth	802.15.3 High Rate WPAN, WiMedia	802.15.3a* UWB	802.11b Wi-Fi
Приложения	Мониторинг, управление, сети датчиков, домашняя/промышленная автоматика			Голос, данные, замена кабелей	Потоковое мультимедиа, замена кабелей аудио/видеосистем		Данные, видео, ЛВС
Преимущества	Цена, энергосбережение, размеры сети, менее загруженные диапазоны		Цена, энерго-сбережение, размеры сети, глобальный диапазон	Цена, энерго-сбережение, передача голоса, перескоки частоты	Высокая скорость, энергосбережение		Скорость, гибкость
Частота, ГГц	0,868	0,915	2,4			3,1 – 10,6	2,4
Макс. скорость	20 Кбит/с	40 Кбит/с	250 Кбит/с	1 Мбит/с	22 Мбит/с (доп. 11, 33, 44, 55 Мбит/с)	110 Мбит/с (10 м), 200 Мбит/с (4 м) (доп. 480 Мбит/с)	11 Мбит/с
Выходная мощность (ном.), дБм	0			0 (класс 3) 4 (класс 2) 20 (класс 1)	0	< 20 (110 Мбит/с) < 24 (200 Мбит/с)	20
Дальность, м	10 – 100			10 (класс 3) 100 (класс 1)	5 – 50	10 (110 Мбит/с) 4 (200 Мбит/с)	100
Чувствительность (спецификация, дБм)	–92		–85	–70	–75	–	–76
Размер стека, Кбайт	4 – 32			> 250	–		> 1000
Срок службы батареи, дней	100 – 1000+			1 – 7	теоретически более 1000		0,5 – 5
Размер сети	65536 (16-битные адреса), 2^{64} (64-битные адреса)			мастер +7	до 127 на хост		32

Этот стандарт стал своего рода совокупностью интерфейсов (рисунок 2.2), в которых использовались дорогие элементы и технологии с высокими техническими характеристиками или устройства, основу которых составляли отдельных микросхемах радиотрансиверов различных производителей, у которых не было фиксированной базы.

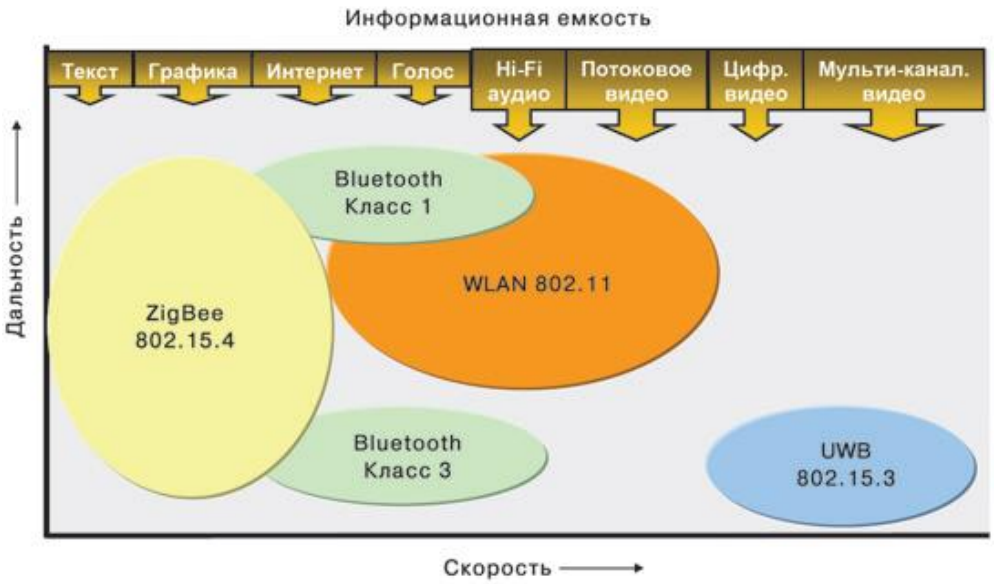


Рисунок 2.2 - Стандарт IEEE 802.15.4 в соответствии с другими интерфейсами

БСС как сформировавшиеся системы, возникли в США. Благодаря трудам американского профессора из Калифорнийского университета Кристофера Пистера, которыми заинтересовалось DARPA (Управление перспективных разработок министерства обороны США). Первый образец БСС smart dust (умной пыли), у которого были исключительные функциональные характеристики привлек компании, состоящих в альянсе ZigBee – консорциума, таких, как Ember, Honeywell Freescale Semiconductor, Invensys, Motorola, Mitsubishi Electric, Philips Electronics и Samsung для дальнейшей реализации с основополагающим стандартом беспроводных сетей мониторинга и управления с небольшой мощностью потребления. Система протоколов ZigBee возникла благодаря семиуровневой модели взаимодействия протоколов открытых систем. Нижние уровни (физический и уровень доступа к радиоканалу) стали протоколами стандарта IEEE 802.15.4–2003 для сетей с низкими скоростями. Часть характерных свойств радиопередачи данных для этого стандарта показаны на рисунке 2.3.

Беспроводные сенсорные сети являются как раз таким примером самоорганизующихся Ad Hoc сетей, в которых нет общей инфраструктуры за исключением шлюзов связи с другими сетями. Каждый из узлов сенсорной сети должен иметь возможность функционировать как оконечный и как транзитный узел. Действительно, передача данных в сенсорных сетях осуществляется путем их перенаправления к ближайшему узлу шаг за шагом.

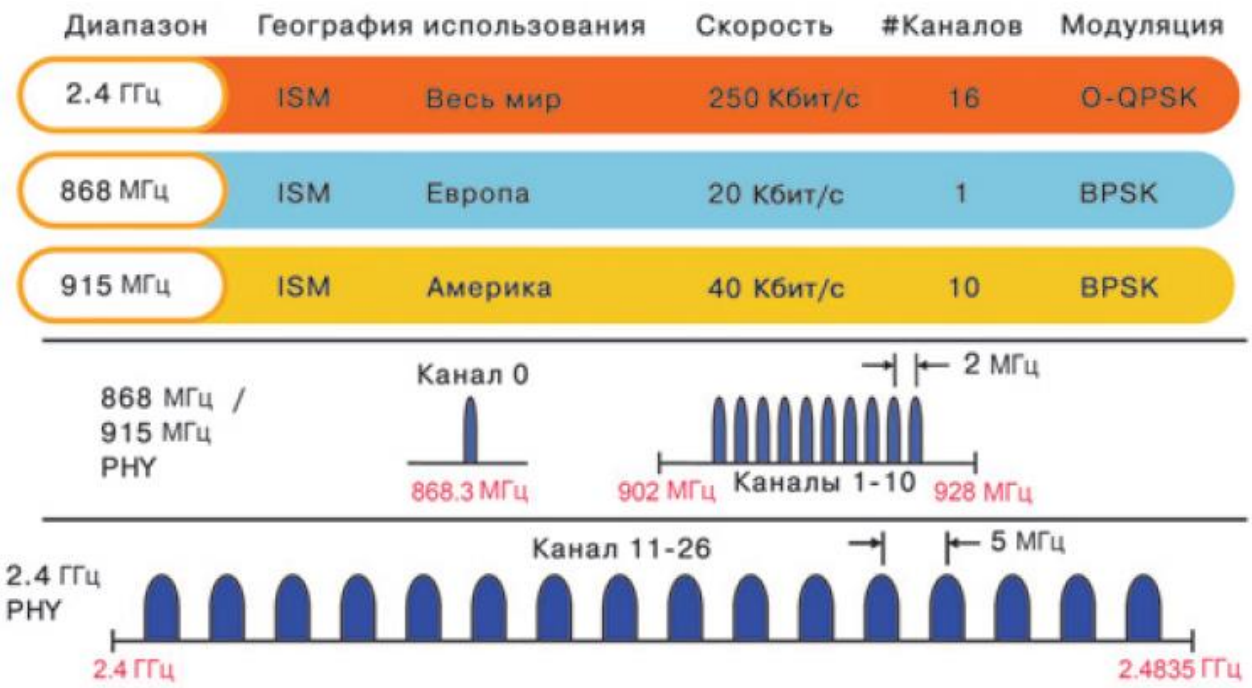


Рисунок 2.3 – Характеристики передачи данных стандарта IEEE 802.15.4.

В стандарте IEEE 802.15.4 имеется несколько видов узлов БСС:

- устройства, имеющие ограниченные функции RFD (reduced-function device). Эти устройства выполняют сбор данных в определенной окрестности точки, где они находятся;
- устройства с полными функциями FFD (full-function device). Эти устройства, помимо сбора данных, осуществляют ретрансляцию пакетов.

БСС стандарта IEEE 802.15.4 имеют возможность подключения 2^{64} различных сетевых устройств. Построение таких сетей имеет и одноранговую структуру, и структуру звезда. В любой такой сети необходимо как минимум одно устройство с полными функциями для того, чтобы осуществлять контрольза всей работой.

Равноправными (одноранговыми) сетями могут использоваться разные топологии, имеющие ограничения в дистанции между двумя узлами. Ярким примером пиринговой (от англ. peer-to-peer, P2P — равный к равному) является кластерное дерево, которое относят к частному случаю сети P2P, где в основном используются устройства FFD. RFD выступают в топологии в качестве оконечных узлов. Для того, чтобы осуществить подключение к сети новых устройств удаленно, можно воспользоваться уже имеющимися в сети FFD в режиме координатора. Работая по этому принципу, координатор привлекает в процесс новые устройства. Так и образуется кластер из множества элементов, которые подчиняются своему координатору, у которого есть доступ ко всем данным этого кластера.

Стандарт IEEE 802.15.4 стал основоположником технологий более высокого уровня, таких как ZigBee, 6loWPAN, DigiMesh и др. Они дали возможность для построения любой топологии (рисунок 2.4).

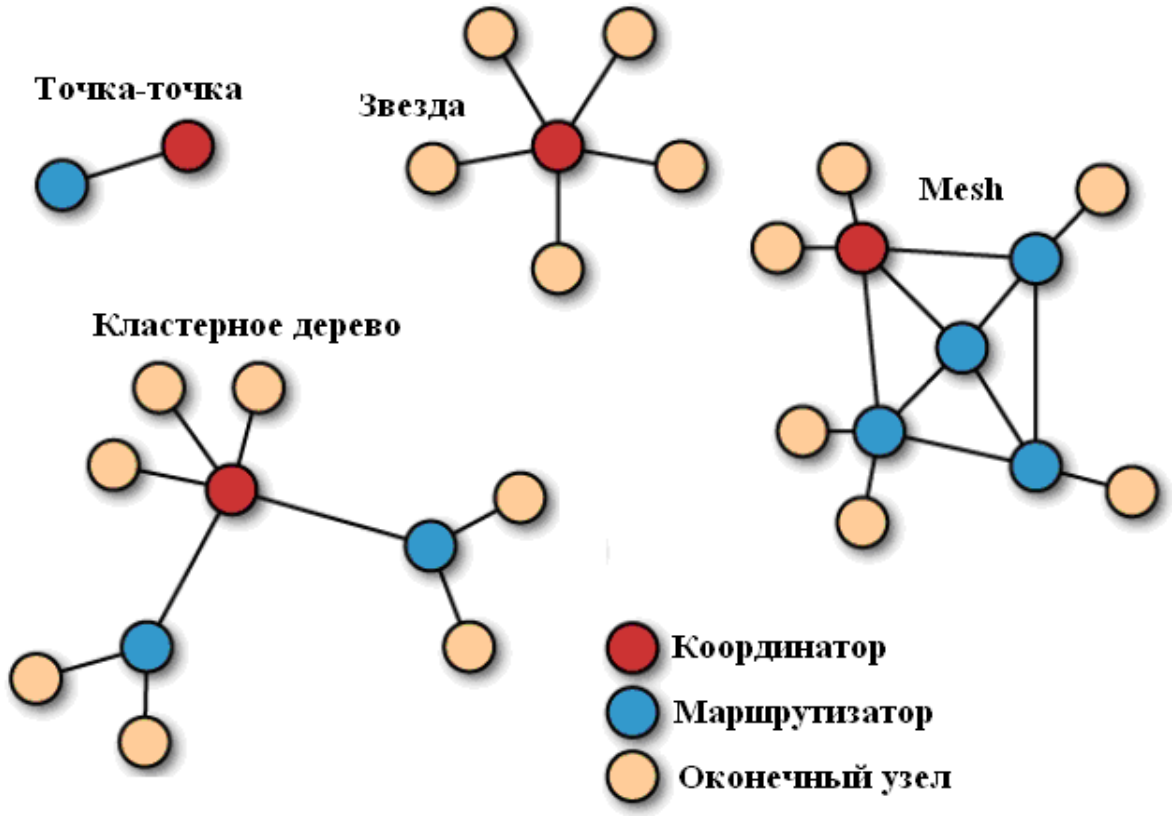


Рисунок 2.4 – Топологии БСС

Технология ZigBee делает возможным внедрять сети с самоорганизацией и самовосстановлением. Элементы этой технологии могут с помощью установленного программного обеспечения находить друг друга при работе питания, а также самостоятельно организовываться в сеть и даже при повреждении одного из узлов сети, восстанавливают новые пути передачи информации. Протокол ZigBee имеет несколько видов логических устройств: координатор, маршрутизатор и оконечное устройство.

Координатор ZigBee выполняет просмотр частотных каналов для вычисления свободного, что позволяет сформировать сети, создание сетевого идентификатора (PAN ID), подключение других устройств. Одна сеть ZigBee имеет только единственного координатора. Маршрутизатором ZigBee выполняется пересылка пакетов, маршрутизация и буферизация информации для узлов в режиме сна. В работу оконечных устройств ZigBee входят получение данных и контроль за удаленными объектами

Технология ZigBee включает в себя организацию не только обычных топологий «точка-точка» и «звезда», но и сложные сети с топологиями «дерево» и «ячеистая сеть» (рисунок 2.4).

На дальность действия радиосигнала узлов ZigBee влияют величина чувствительности приемного и мощности передающего устройств, но в основном дистанция между узлами в открытой местности достигает 100 м, а в помещении до 10 м.

В технологии ZigBee в режим сна могут переходить только оконечные узлы, координатор и маршрутизаторы такой возможности не имеют, чтобы не нарушать автономности сенсорной сети. Поэтому в 2008 году был создан протокол DigiMesh, произведенный компанией Digi. Преимуществом этого протокола стала реализация использования mesh-сети (рисунок 2.5) со спящими маршрутизаторами.

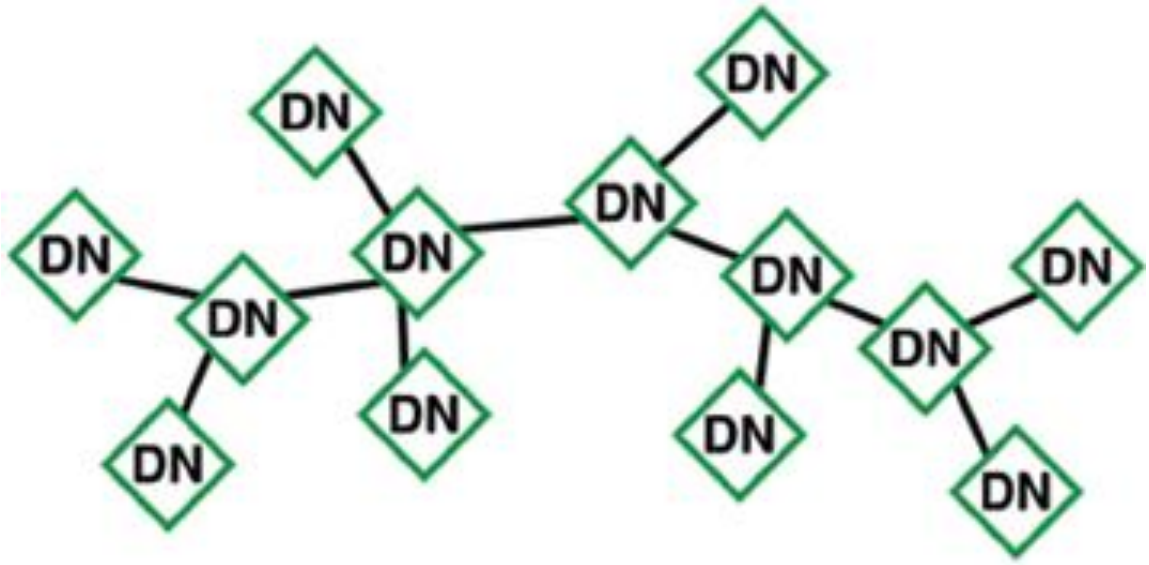


Рисунок 2.5 – Организация сети DigiMesh

В сети DigiMesh нет главного координатора – любой узел сети может выполнять его роль самостоятельно. Благодаря режиму сна маршрутизаторов все узлы в сети могут синхронизироваться по времени работы и времени сна. Такие узлы входят и выходят из режима низкого энергопотребления в одно и то же время. Благодаря этому получается циклически засыпающая сеть, в которой узлы синхронизируются с помощью необходимого RF-пакета (сообщения синхронизации). Этот пакет отправляется узлом-координатором сна, который определяется путем номинирования. Узел-координатор передает одно сообщение синхронизации в начале работы сенсорной сети, затем оно отправляется в рассылку широкого вещания.

В настоящее время для взаимодействия БСС с сетями связи общего пользования (ССОП) создана технология 6LoWPAN, благодаря которой выполняется интеграция сенсорных сетей в другие. Этот протокол осуществляет передачу и взаимодействие IP-пакетов поверх стандарта IEEE 802.15.4 с помощью протокола IPv6. 6LoWPAN был создан для маломощных беспроводных сетей с малой мощностью. Он состоит из 3-х логических устройств (оконечный узел, маршрутизатор и шлюз), и 3-х видов сетей: «Простая LoWPAN», «Расширенная LoWPAN» и «Ad hoc LoWPAN». Причем последняя «Ad hoc LoWPAN» не подключена к ССОП, «Простая LoWPAN» включена в сеть с помощью шлюза, а «Расширенная LoWPAN» состоит из

несколько шлюзов, которые соединяются между собой и ССОП с помощью магистральных линий.

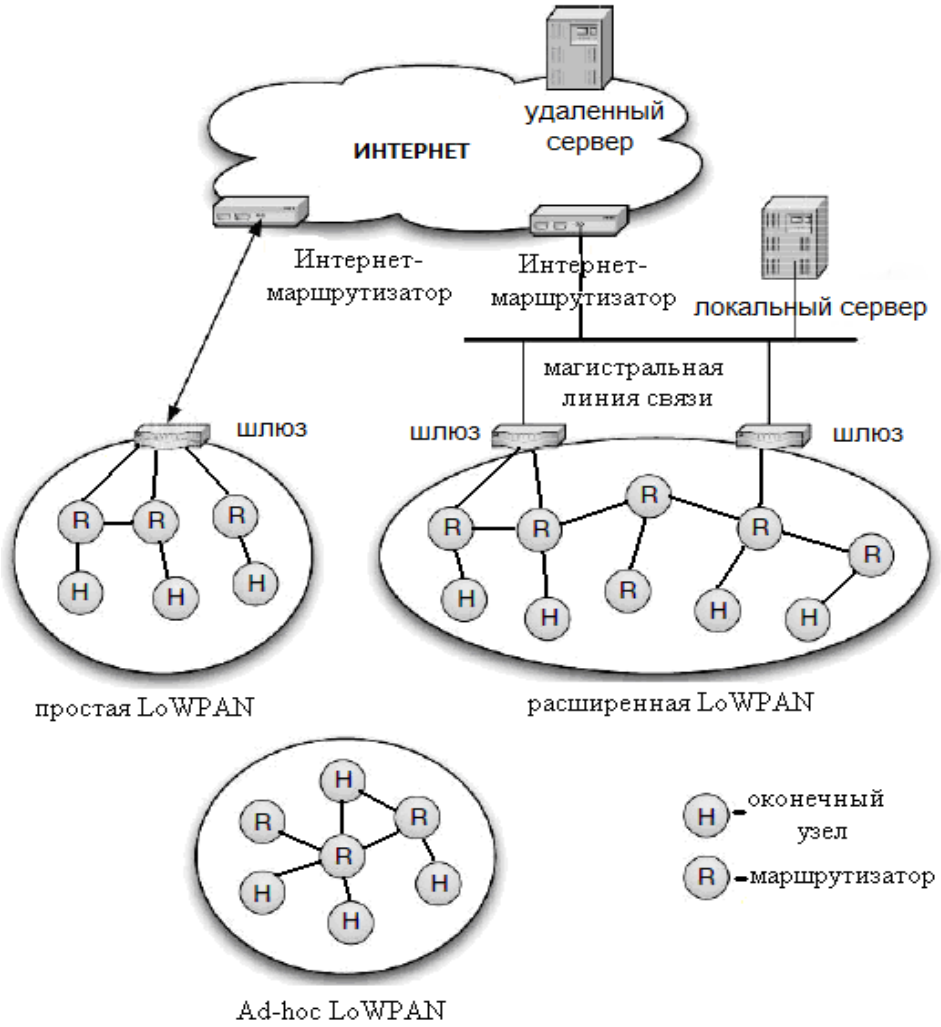


Рисунок 2.6 – Строение сети 6LoWPAN.

Рассматривая сенсорные сети, можно выразить следующие их особенности и отличия от других видов:

- возможность восстанавливаться и организовывать сеть самостоятельно;
- возможность осуществлять передачу данных на дальние расстояния при небольшой мощности передающего устройства (путем ретрансляции),
- невысокая стоимость узлов и их компактность,
- малое энергопотребление и функция электропитания от автономных устройств,
- доступность в установке, без необходимости использования кабелей (благодаря беспроводной технологии и питанию от батарей),
- способность установки сети на уже имеющийся и используемый объект без дополнительных работ,

- способность контроля устройств БСС с помощью планшетного ПК (рисунок 2.7)

- невысокая стоимость технического обслуживания.

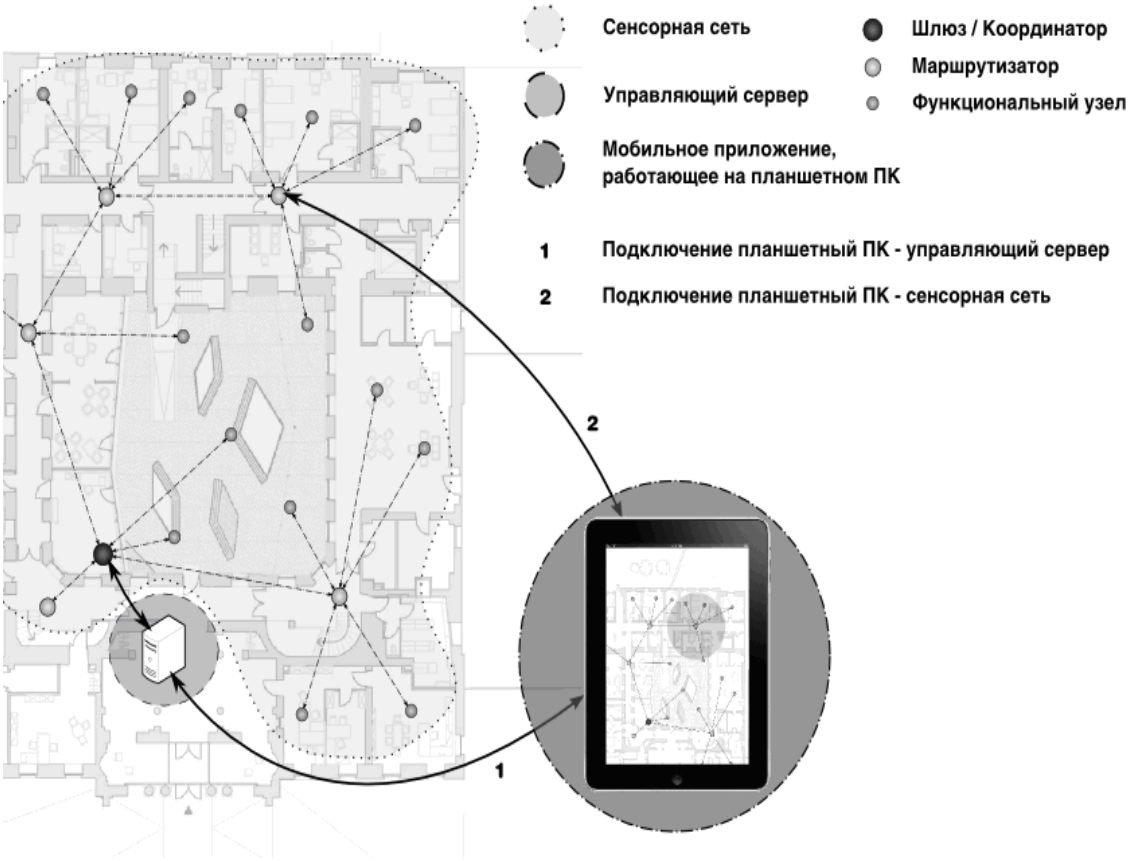


Рисунок 2.7 – Управление БСС с помощью планшетного ПК

В последние годы появился новый вид сенсорных сетей – это мобильные сенсорные сети MSN (Mobile Sensor Networks). Эти сети сохранили все особенности беспроводных сенсорных сетей USN и, кроме того, к этим особенностям добавилась мобильность. Кластерная архитектура нашла применение и в MSN, поэтому поиск наилучших вариантов организации кластера и выбора головного узла для MSN является сегодня актуальной задачей. В главе рассмотрен алгоритм кластеризации для MSN на основе использования предикторов.

Для того, чтобы создать архитектуру сенсорной сети необходимо принимать во внимание различные технологические факторы, с предоставлением научно-технического обоснования и находить пути решения задач разных областей инфокоммуникационных технологий и средств телекоммуникаций (рисунок 2.8).

Рисунок 2.8 – Актуальные проблемы в области БСС

2.3 Выбор оборудования

АПК состоит из устройства управления, передающего устройства и комплекта датчиковой аппаратуры. АПК обеспечивает измерение или контроль следующих процессов и параметров:

- регистрацию начала и окончания осадков;
- измерение количества жидких атмосферных осадков;
- измерение уровня воды;
- контроль превышения уровня воды сверх установленных пороговых значений;
- измерение температуры окружающей среды и водоемов;
- измерение вибрации почвы;
- фотоизображение (стоп-кадр);
- видеоинформацию (медленное видео);
- контроль превышения измеренных значений вибрации почвы (окружающей породы) сверх установленных пороговых значений;

Выбор оборудования имеет важное значение при разработке системы. От характеристик и данных технического оборудования зависит уровень применения и эксплуатации предлагаемой схемы установления мониторинга и оповещения селевой обстановки.

Рисунок 2.2 – Антенна (приемная) Cloverleaf 5.8 GHz (SD5.8-C4)

Таблица 2.1- Характеристики антенны SD5.8-C4

Электротехнические условия	
Частота ряда , МГц	5725-5875 МГц
Импеданс, Ом	50
Радиация	Omni
Поляризация	RHCP
Ширина связи	5MHz
Увеличение , Дби	2.5
VSWR	≤1.5
Предохранение от освещения	Сразу земля
Максимальная сила входного сигнала	20
Механические спецификации	
Разъем	Angled SMA
Высота	57мм
Коаксиальный кабель	RG316
Вес	0..0,2 кг
Рабочая температура, ºC	-50 ~ 80

Таблица 2.2 – Характеристики антенн SD5.8-C5

Электротехнические условия	
Диапазон изменения частот, МГц	5725-5875 МГц
Импеданс, Ом	50
Увеличение, Дби	2
Поляризация	Круговая поляризация

Продолжение таблицы 2.2

Электротехнические условия	
Радиация	Omni
VSWR	<1.5
Максимальная сила входного сигнала	20
Механически спецификации	
Цвет	Белый
Размеры	Dia.370× 100 мм
Коаксиальный кабель	RG174
Разъем	SMA

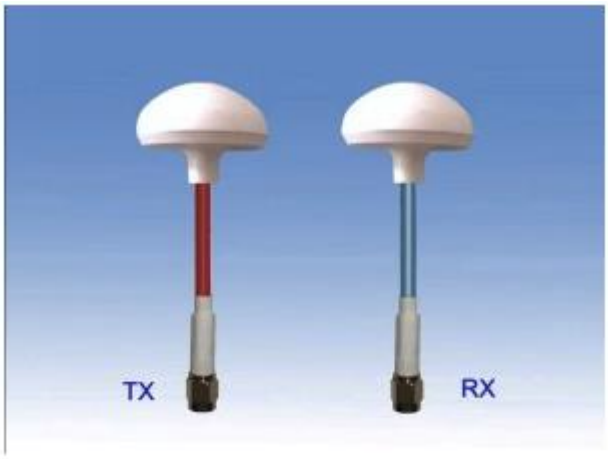


Рисунок 2.3 – Передающая и приемная антенны 5,8 ГГц (SD5.8-C5)

Комплект Aomway 5.8G 1000mW используется для передачи видео сигнала. Он состоит из приемного и передающего устройства, мощностью 1000 мВ, рабочая частота 5,8 ГГц. Этот вид передатчика является одним из самых востребованных на рынке. При работе на частоте 5,8 ГГц с выходной мощностью 1000 мВ отличается от других технических устройств поддержкой сразу всех частотных сеток, и наличием 15 канальных переключений, такие характеристики делают его универсальным устройством, что позволяет использовать приемники других производителей с отличными диапазонами частот.

Параметры:

- Мощность сигнала 1000мВ, с радиусом до 32 км.
- 5,8G band FM audio/video transmit synchro.
- Мощность: 1000 мВ/30Дбм
- Выходное напряжение: 5/12 В
- Входное напряжение: 9-16 В
- 15 частот на выбор: CH1-7, +CH1-8
- Низкое потребление: 12V 700 мА
- Встроенные два канала частот: 5740-5860МГц/5705-5945МГц

- Формат видео: PAL/NTSC
- Может использовать 5В,12В камеры
- Независимая стерео передача звука (левый/правый канал)
- Вес: 42 г.

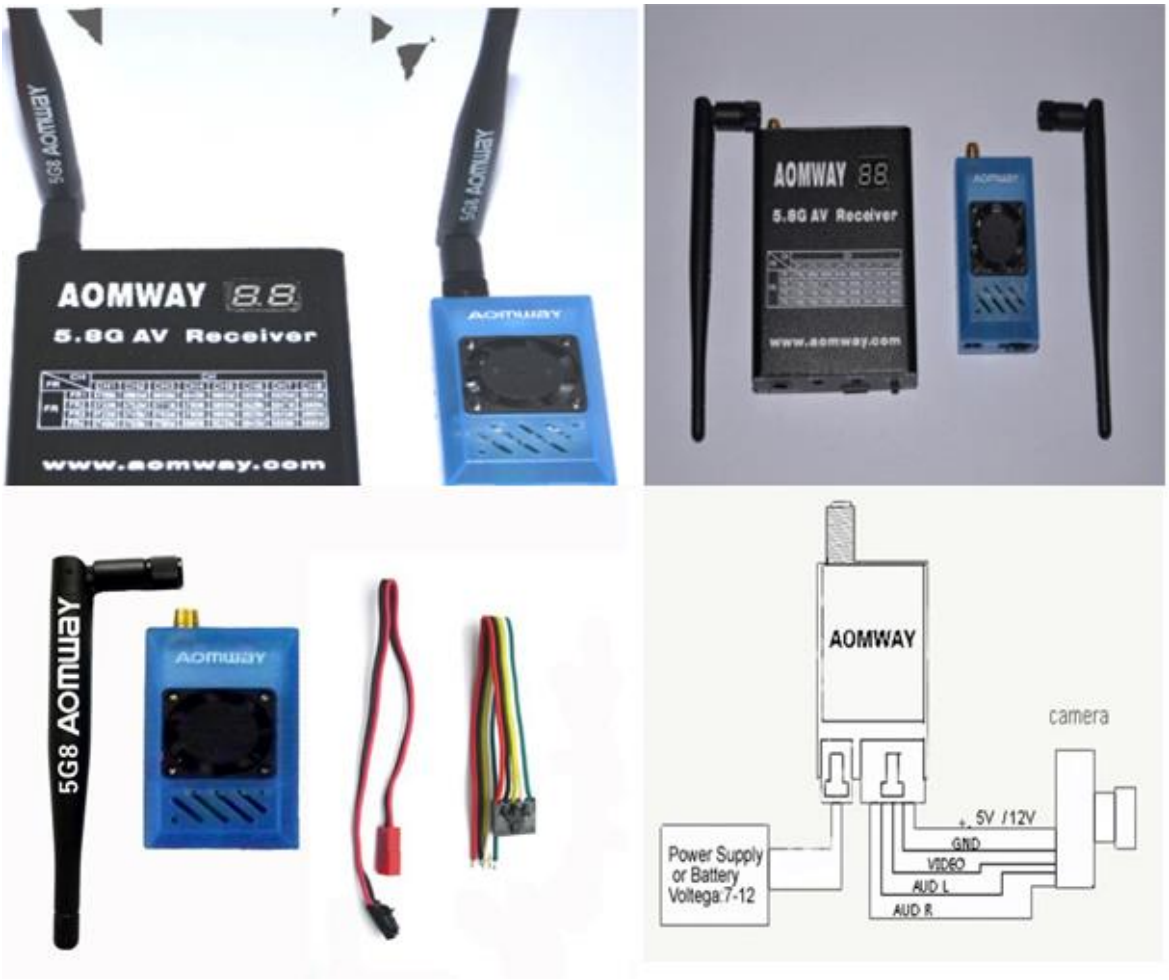


Рисунок 2.3 – Комплект Aomway 5.8G 1000mW(приемник/передатчик)

Беспроводная система датчиков DC9007 SmartMesh® WirelessHART Starter Kit.

Starter Kit предоставляет возможность для оценки производительности сети SmartMesh для необходимого использования приложений. Комплект включает в себя высокую надежность, сверхнизкую мощности, удобную масштабируемость и простоту установки.

Это позволяет проводить интеграцию устройств и разработку приложений. DC9007 Стартовый комплект включает в себя пять датчиков, или узлов (DC9003A-C). Это позволяет пользователям быстро развертывать ячеистую сеть с множеством ретрансляционных устройств. Программное обеспечение графического интерфейса пользователя (GUI) позволяет быстро определить форму сети и необходимые для эксплуатации статистические данные.

Модули DC9003A-C имеют простые сигнальные контактов. Кроме того, стартовый комплект обеспечивает доступ для программного обеспечения интерфейсов прикладного программирования (API) с поддержкой разработки дополнительного программного обеспечения. DC9007 Starter Kit работает в 2,4000Гц к 2,4835 международной лицензии свободной полосы частот.

SmartMesh WirelessHART Starter Kit - включает в себя следующее:

- один Упакованный менеджер (LTP5903CEN-WHRB)
- пять плат (DC9003A-C)
- один интерфейс карты Eterna (DC9006)
- дополнительные батареи CR2032

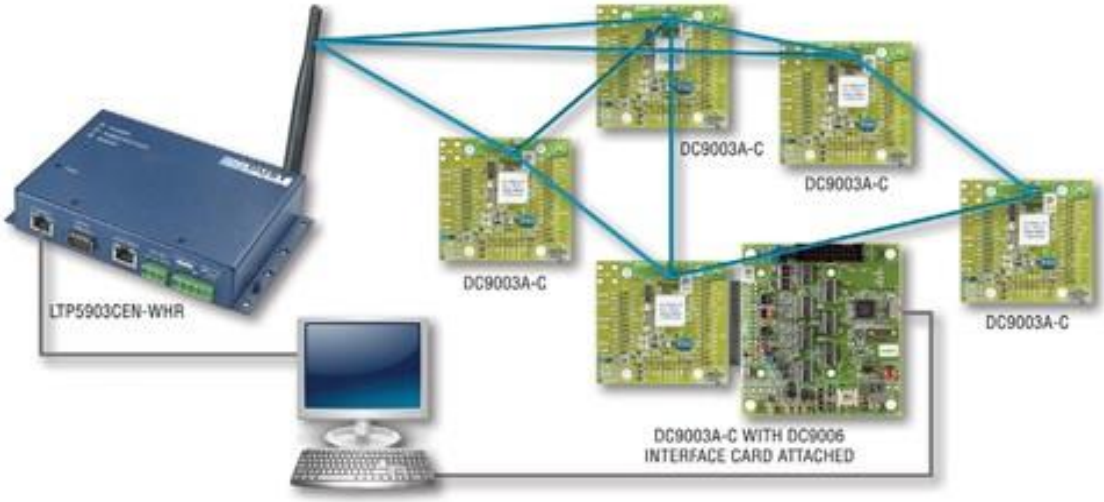


Рисунок 2.4 – Комплект беспроводной системы DC9007 SmartMesh® WirelessHART Starter Kit

3 Расчетная часть

3.1. Расчет мощности энергетического сигнала

Расчет мощности энергетического сигнала необходим для определения затухания, возникающего в результате увеличения расстояния передачи сигнала. При наличии этого значения можно рассчитать потери и перевести их в оценку расстояния.

Мощность приемного сигнала рассчитывается по формуле:

$$P_r(d) = \frac{P_\lambda G_t G_r \lambda^2}{4\pi^2 d^2 L}, \qquad (3.1)$$

где P_λ – передаваемая мощность,

G_t – коэффициент усиления антенны передатчика,

G_r – коэффициент усиления антенны приемника,

L - потери системы,

λ – длина волны.

П р и м е ч а н и е - При выборе назначения передающей и приемной антенны - разницы нет.

В децибелах эта формула имеет следующий вид:

$$P_{прм} = P_{прд} + G_{прд} + G_{прм} + 20\log(\lambda) - 20\log(4\pi) - 20\log r - L_{доп} - Z, \quad (3.2)$$

где $P_{прд}$ — выходная мощность передатчика (в диапазоне от 8 до 20 дБм);

$G_{прм}$ и $G_{прд}$ — коэффициенты усиления приемной и передающей антенн;

r — дальность передачи; (принимаем равной 10 км);

λ — длина волны;

$L_{доп}$ — дополнительные потери, которые включают потери из-за разной поляризации антенн, ослабление сигнала и т.п. В радиолиниях обычно используют $L_{доп}$ = 10...15 дБ (для наших расчетов берем 10дБ);

Z — запас помехоустойчивости к внешним помехам, как правило, задается в пределах от 5 до 15 дБ. (в нашем случае - 5дБ).

Коэффициенты усиления типовых антенн беспроводных сетей варьируются в диапазоне от 2 до 34 дБ, т.е. децибел по отношению к коэффициенту усиления антенны, с единичным усилением (0 дБ) и равномерным излучением во всех направлениях.

Длина волны определяется как:

$$\lambda = c / f = 3\cdot10^8 / 5{,}8\cdot10^9 = 0{,}0517 \text{ м}. \quad (3.3)$$

Коэффициент усиления для передающей и приемной антенны определяется по формуле:

$$G = \frac{10\cdot g\cdot D_A^2}{\lambda^2}, \quad (3.4)$$

где g – коэффициент использования поверхности антенны (0,6…0,8);

D_A – диаметр антенны (диаметр передающей антенны равен 0,3м, диаметр принимающей антенны – 0,25м)

Находим коэффициент усиления передающей антенны:

$$G_{прд} = \frac{10\cdot0{,}8\cdot(0{,}3)^2}{0{,}0057} = 14 \text{ дБ}$$

Коэффициент антенны приемника будет равен:

$$G_{\text{прм}} = \frac{10 \cdot 0{,}8 \cdot (0{,}25)^2}{0{,}0057} = 10 \text{ дБ}$$

Тогда мощность полезного сигнала будет равна:

Рпрм = 32 + 14+ 10 + 20 lg(0,0517) – 20lg(4·3,14) – 20lg(10·10^3) – (-10) –5 = - 68,71 дБ

P_{min}, которая определяет минимальную мощность, необходимую для нормального приема полезного сигнала на входе приемника беспроводных сетей обычно находится в диапазоне от -94 до -20 дБм но так как, скорость передачи растет, реальная чувствительность ухудшается т.е численное значение P_{min} будет увеличиваться.

3.2 Распределение тока и заряда по вибратору

Исходные данные:
f = 5,8 ГГЦ
r = 0,0055 м
$\pi = 360°$
$\lambda = 5{,}17$ м

Найдем длину плеча полуволнового вибратора по формуле:

$$2l = 0.5 \cdot \lambda \tag{3.5}$$

Рассчитываем длину плеча методом уравнения:

$$2 \cdot l = 0.5 \cdot \lambda$$

$$2 \cdot l = 0{,}5 \cdot 5{,}17$$

$$2 \cdot l = 2{,}585$$

$$l = 1{,}29 \text{ м}$$

Дальше находим коэффициент укорочения волны для полуволнового вибратора ξ. Для этого определяем соотношение диаметра кабеля антенны и длины плеча и l/r :

$$\frac{L}{r} = \frac{1{,}29}{0{,}0055} = 234{,}5 \text{ м} \tag{3.6}$$

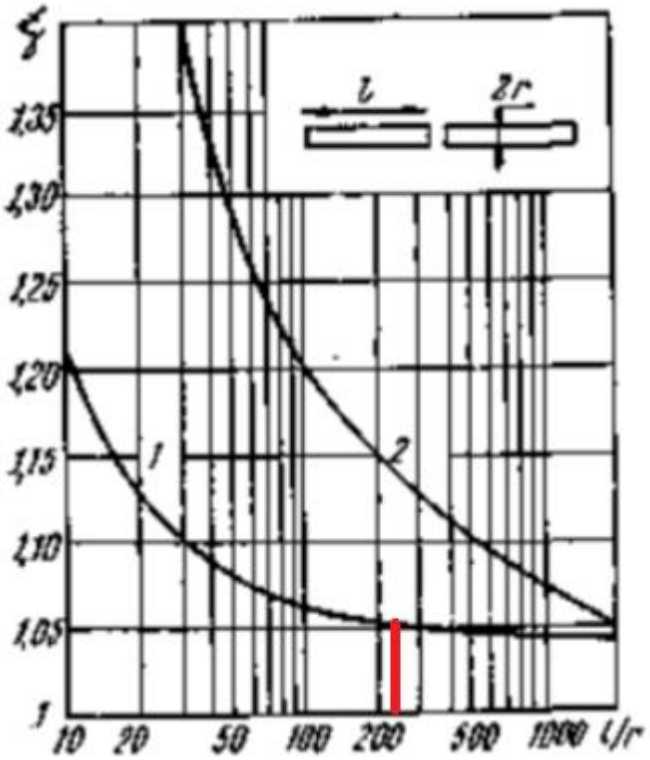


Рисунок 3.1 – Коэффициент укорочения волны для полуволнового вибратора

Отсюда получаем ξ, равную 1.05, и далее находим электрическую длину вибратора:

$$K_a l = \frac{\xi \cdot 2 \cdot \pi \cdot l}{\lambda}, \tag{3.7}$$

где ξ – коэффициент укорочения;

$$K_a l = \frac{\xi \cdot 2 \cdot \pi \cdot l}{\lambda} = \frac{1{,}05 \cdot 2 \cdot 360 \cdot 1{,}29}{5{,}17} = 189°$$

Находим расстояние от конца вибратора до положения пучности тока X:

$$X = \frac{\lambda}{4 \times \xi} \tag{3.8}$$

$$X = \frac{\lambda}{4 \times \xi} = \frac{5{,}17}{1{,}05} = 1{,}23 \text{ м}$$

Для того, чтобы построить график зависимости тока и заряда, задаем значения X от 0 до l , и для каждого значения X определим соответствующее ему $K_a l$, $I_x \sin K_a l$ и $Q_x \cos K_a l$.Все полученные результаты сводим в таблицу.

Для синуса:

$\sin 27° = 0{,}45;$
$\sin 54° = 0{,}81;$
$\sin 81° = 0{,}987;$
$\sin 108° = 0{,}95;$
$\sin 135° = 0{,}71;$
$\sin 162° = 0{,}309;$
$\sin 189° = -0{,}16.$

Для косинуса:

$\cos 27° = 0{,}89;$
$\cos 54° = 0{,}58;$
$\cos 81° = 0{,}16;$
$\cos 108° = -0{,}31;$
$\cos 135° = -0{,}71;$
$\cos 162° = -0{,}95;$
$\cos 189° = -0{,}1.$

Таблица 3.1 – Распределение тока и заряда в вибраторе

Параметр	Результаты расчета							
X,м	0	0,18	0,36	0,54	0,72	0,9	1,08	1,29
K_ax, град	0	27	54	81	108	135	162	189
sinK_ax	0	0,45	0,81	1	0,95	0,71	0,31	-0,16
cosK_ax	1	0,89	0,58	0,16	-0,31	-0,71	-0,95	-1

Далее приведен график построенный по данным из таблицы 3.2.

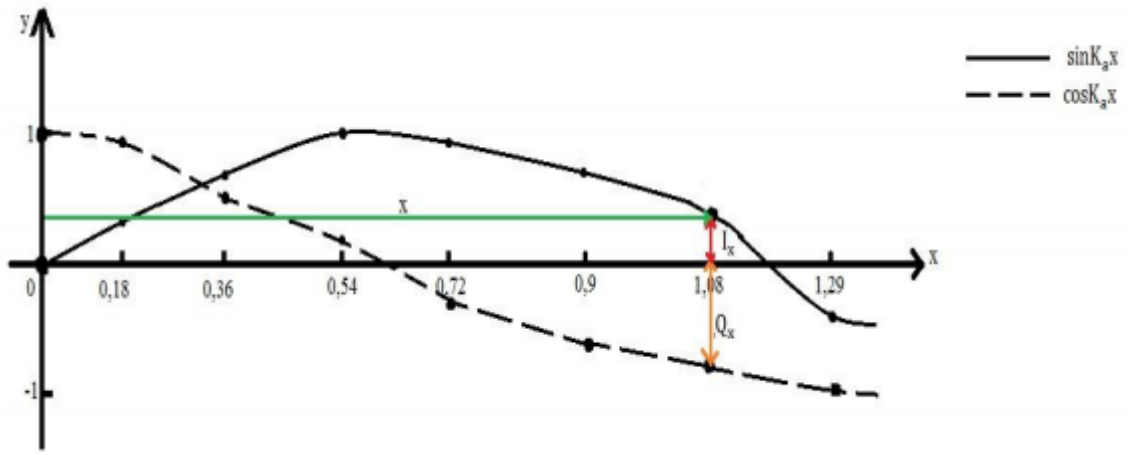


Рисунок 3.2 – Распределение тока и заряда в вибраторе

3.3 Входное сопротивление и КПД несимметричного вибратора

Входное сопротивление антенны выражается в ее физическом параметре, которое представляет собой отношение комплексной амплитуды напряжения высокой частоты, существующей на антенне, к комплексной

амплитуде тока в антенне. Измерение этих параметров выполняется на клеммах антенны. Зачастую, входное сопротивление антенны характеризуется комплексным значением. Входное сопротивление антенны - сумма сопротивления излучения и потерь антенны. Сопротивление излучения R изл. И сопротивление потерь R пот. По сравнению с входным сопротивлением являются теоретически определяемыми величинами. Стандартное сопротивление антенн, зачастую, равно 50 Ом.

КПД антенны (в режиме передачи) находится как отношение мощности радиоизлучения, создаваемого антенной, к мощности радиочастотного сигнала, подводимого к антенне. Он потребляет от источника электрическую мощность, часть которой преобразуется антенной в электромагнитное излучение, а оставшаяся мощность теряется в виде тепла и используется для разогрева других элементов устройства.

Исходные значения:

$l = 1.29$ м;

$\lambda = 5, 17$ м;

$R_{па} = 50$ Ом;

$\xi = 1,05$;

$l/r = 234,5$ м.

Определяем соотношение длины плеча вибратора и длины волны, используя формулу:

$$l/\lambda = \frac{1,29}{5,17} = 0,25 \text{ м} \qquad (3.9)$$

Используя график сопротивления излучения находим соответствующее значение $R_{\Sigma п}$:

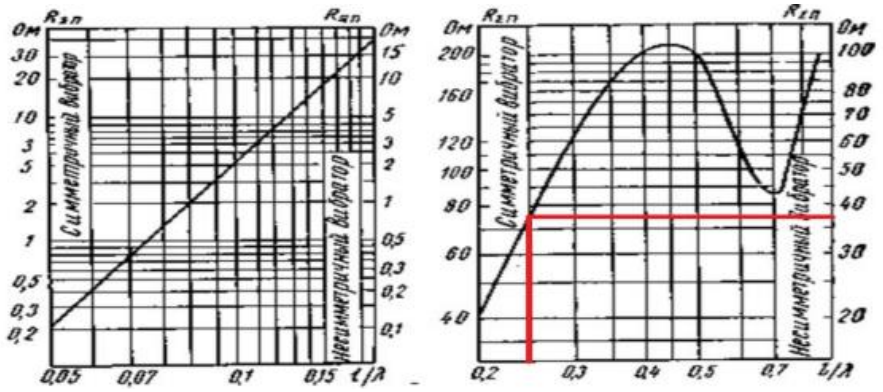


Рисунок 3.4 – Сопротивление излучения, отнесенное к току в пучности несимметричного вибратора

Выполним необходимый расчет электрическую длины вибратора и его волнового сопротивления:

$$K_a l = \frac{\xi \cdot 2 \cdot \pi \cdot l}{\lambda} \quad (3.10)$$

$$K_a l = \frac{1.05 \cdot 2 \cdot 360° \cdot 1.29}{5.17} = 189°$$

$$W = 138 \cdot \lg\left(l/r\right) - 60 \quad (3.11)$$

$$W = 138 \cdot \lg(234{,}5) - 60 = 267{,}1 \text{ Ом}$$

Тогда, входное сопротивление несимметричного полуволнового вибратора без учета потерь выражается формулой:

$$Z_a = \frac{R_{\Sigma п}}{\sin^2 K_a l - i \cdot W \cdot \mathrm{ctg} K_a l} \quad (3.12)$$

$$Z_a = \frac{39}{\sin^2 189° - i267{,}1 \cdot \mathrm{ctg}189°} = \frac{39}{\sin^2 189° - i485{,}7} = 1560 - i485{,}7 \text{ Ом}$$

С учетом потерь:

$$Z_a = Z_a + R_{па} \quad (3.13)$$

$$Z_a = 1560 - i485{,}7 + 50 = 1610 - i485{,}7 \text{ Ом}$$

Используя найденное значение, определим КПД:

$$\eta_a = \frac{R_{\Sigma a}}{(R_{\Sigma a} + R_{па})}, \quad (3.14)$$

где η_a - КПД антенны,

$R_{па}$ - сопротивление потерь на входе вибратора,

$R_{\Sigma a}$ - сопротивление излучения, отнесенное к току.

$$\eta_a = \frac{1560}{(1560+50)} = \frac{1560}{1610} = 0{,}97$$

3.4 Распространение волн в прямой видимости. Расчет зоны действия сигнала.

Для БСС очень важно знать на какой высоте необходимо устанавливать антенны и величину зоны покрытия для получения хорошего сигнала с учетом неровностей рельефа. При этом следует учитывать, что сантиметровые, дециметровые и метровые волны могут распространятся только на расстояния, которые незначительно могут превышать дальность прямой видимости.

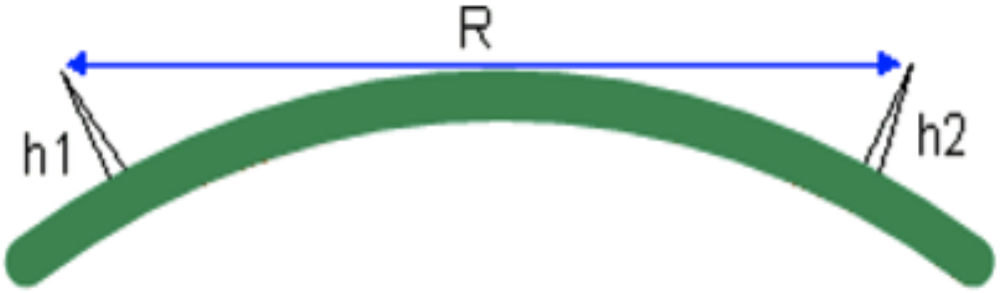


Рисунок 3.5 – Расстояние зоны покрытия

Без учета атмосферной рефракции зона покрытия определяется формулой:

$$R = 3{,}57 \cdot \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right), \qquad (3.15)$$

где h_1 - высота передающей антенны;

h_2– высота принимающей антенны;

R – дальность прямой видимости.

Принимая во внимание наши характеристики передающая антенна может менять высоту в диапазоне от 80 до 1000 м, а принимающая антенна находится на высоте не более 20м.

Рассчитаем минимальную и максимальную высоты по формуле:

$$R = 3{,}57 \cdot \left(\sqrt{80} + \sqrt{20}\right) = 47{,}84 \text{ км}$$

$$R = 3{,}57 \cdot \left(\sqrt{1000} + \sqrt{20}\right) = 128{,}85 \text{ км.}$$

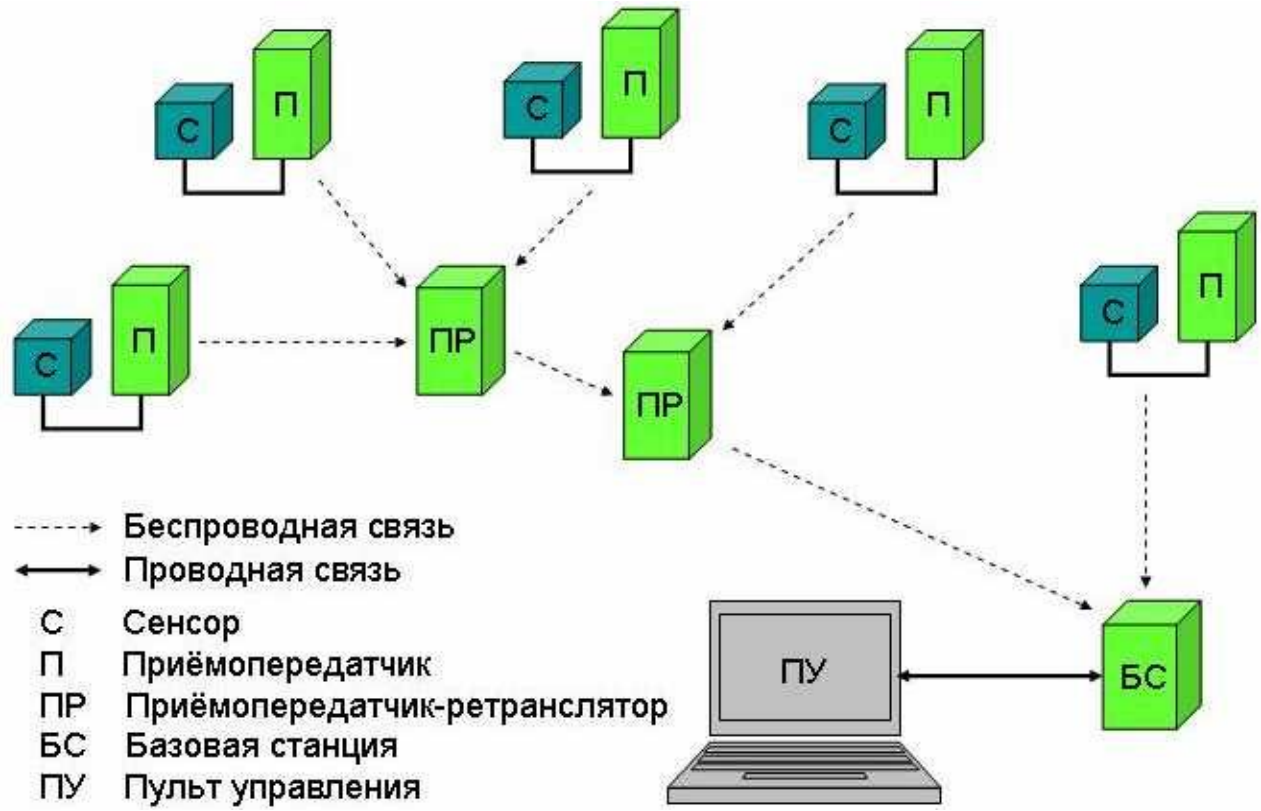


Рисунок 3.6 – Схема беспроводной сети

Формулу расчета дальности можем вывести из формулы расчета потерь в свободном пространстве:

$$FSL = 33 + 20(\lg F + \lg D), \qquad (3.16)$$

где FSL (free space loss) – величина потерь в свободном пространстве (дБ);

F – центральная частота канала работы системы связи (МГц);

D – расстояние между двумя точками (км).

FSL можно определить с помощью величины суммарного усиления системы:

$$Y_{дб} = P_t + G_t + G_r - P_{min} - L_t, \qquad (3.17)$$

где P_t, дБ – мощность передатчика;

G_t, дБ – коэффициент усиления передающей антенны (14 дБ);

G_r, дБ – коэффициент усиления приемной антенны (10 дБ);

P_{min}, дБ – реальная чувствительность приемника (-10дБ);

L_t, дБ – потери сигнала (-10 дБ);

FSL определяется формулой :

$$FSL = Y_{дб} + SOM \quad (3.18)$$

где SOM (System Operating margin) – запас в энергетике радиосвязи (дБ).

П р и м е ч а н и е – В этом значении учитываются возможные факторы, которые отрицательно влияют на дальность связи.

Параметр SOM в большинстве случаев принимается равным 10 дБ., так как этого значения достаточно для расчета. Центральная частота выбирается согласно стандарту частотных полос и каналов (в нашем случае 2,414 МГц)

Упростив предыдущие формулы, мы получаем в итоге формулу дальности:

$$D = 10^{\frac{FSL}{20} - \frac{33}{20} - \log F}, \quad (3.19)$$

Из уравнения (3.17) следует, что суммарное усиление системы равно:

$$Y_{дб} = P_t + G_t + G_r - P_{min} - L_t = 30 + 14 + 10 + 20 + 10 = 84дБ$$

Раз значение SOM=10, тогда потери в свободном пространстве рассчитываются как:

$$FSL = Y_{дб} + SOM = 84 - 10 = 74 \text{ дБ}$$

Тогда дальность связи будет равна:

$$D = 10^{\frac{FSL}{20} - \frac{33}{20} - \log F} = 10^{\frac{74}{20} - \frac{33}{20} - \log 2414} = 0{,}46 \text{ км} = 460 \text{ м}$$

3.5 Расчет запаса на замирание

Расчет запаса на замирание производится по формуле:

$$F_t = S_G + G_{прд} + G_{прм} - 2\eta - L_0, \quad (3.20)$$

где S_G– коэффициент системы, дБ;

$G_{прд}, G_{прм}$– коэффициенты усиления передающей и приемной антенн, дБ;

2η – коэффициент полезного действия антенно-фидерного тракта;

L_0– затухание радиоволн в свободном пространстве, дБ.

$$L_0 = 20\,[\lg(f) + \lg(d)] + 32{,}45, \quad (3.21)$$

где f – частота передачи, МГц;

d=R0 – расстояние между передающей и приёмной антеннами (для наших антенн - 10 км).

Тогда находим значение затухания:

$$L_0 = 20\,[\lg(5{,}8) + \lg(10)] + 32{,}45 = 67{,}65 \text{ дБ}$$

Отсюда запас на замирание равен:

$$F_t = 117 + 14 + 10 - 1{,}94 - 67{,}65 = 71{,}41 \text{ дБ}$$

3.6 Диаграмма направленности

Диаграмма направленности представляет собой специальный график, где явно показано изменение коэффициента усиления антенны в пространстве.

Так или иначе, большинство антенн имеют определенную направленность, которая зависит от того, какую конструкцию имеет необходимая антенна. В системах подвижной радиосвязи большим спросом пользуются антенны, имеющие круговую диаграмму направленности. Антенны способны излучать и принимать радиоволны в трехмерном пространстве.

Параметр направленности несимметричного вибратора, расположенного перпендикулярно идеально проводящей поверхности, вычисляется формулой:

$$F(\Delta) = \frac{\cos(Kl_в \sin\Delta) - \cos Kl_в}{\cos\Delta}, \qquad (3.22)$$

где Δ - значение угла, который считают от проводящей поверхности;

$l_в$ – величина длины вибратора;

K – волновое число.

При известной из расчетов длине вибратора, определю чему равна $Kl_в$, для этого необходимо рассчитать чему равна K по формуле:

$$K = \frac{2 \times \pi}{\lambda} \qquad (3.23)$$

Для антенны с круговой поляризацией, число π равно 360º:

$$K = \frac{2 \times 360}{5{,}17} = 139$$

Затем найдем значение величина $Kl_в$:

$$K \times l_в = 139 \times 1{,}29 = 179 \qquad (3.24)$$

Таблица 3.2 – Расчет характеристики диаграммы направленности антенны

Δ	0º	30º	60º	90º	120º	150º	180º
sinΔ	0	0,5	0,86	1	0,86	0,5	0
cosΔ	1	0,86	0,5	0	-0,5	-0,86	-1
$Kl_в$	179						
$Kl_в$ sinΔ	0	89,5	153,9	179	153,9	89,5	0
cos($Kl_в$ sinΔ)	1	0,09	-0,9	-1	-0,9	0,09	1
cos$Kl_в$	-1						
F(Δ)	2,32	1,27	0,2	0	-0,2	-1,27	-2

Продолжение таблицы 3.2

Δ	210º	240º	270º	300º	330º	360º
sinΔ	-0,5	-0,86	-1	-0,86	-0,5	0
cosΔ	-0,86	-0,5	0	0,5	0,86	1
$Kl_в$	179					
$Kl_в$ sinΔ	-89,5	-153,9	-179	-153,9	-89,5	0
cos($Kl_в$ sinΔ)	0,09	0,9	1	0,9	0,09	0
cos$Kl_в$	-1					
F(Δ)	-1,27	-3,8	0	3,8	1,27	2

$$F(0°) = \frac{1+1}{0.86} = 2.32,$$
$$F(30°) = \frac{0.09+1}{0.86} = 1.27,$$
$$F(60°) = \frac{-0.9+1}{0.5} = 0.2,$$
$$F(90°) = \frac{-1+1}{0} = 0,$$
$$F(120°) = \frac{-0.9+1}{-0.5} = -0.2,$$
$$F(150°) = \frac{0.09+1}{-0.86} = -1.27,$$
$$F(180°) = \frac{1+1}{-1} = -2,$$
$$F(210°) = \frac{0.09+1}{-0.86} = -1.27,$$
$$F(240°) = \frac{0.9+1}{0.5} = -3.8,$$
$$F(270°) = \frac{1+1}{0} = 0,$$
$$F(300°) = \frac{0.9+1}{0.5} = 3.8,$$
$$F(330°) = \frac{0.09+1}{0.86} = 1.27,$$
$$F(360°) = \frac{1+1}{1} = 2.$$

По выполненным расчетам построю диаграмму направленности антенны на 180°:

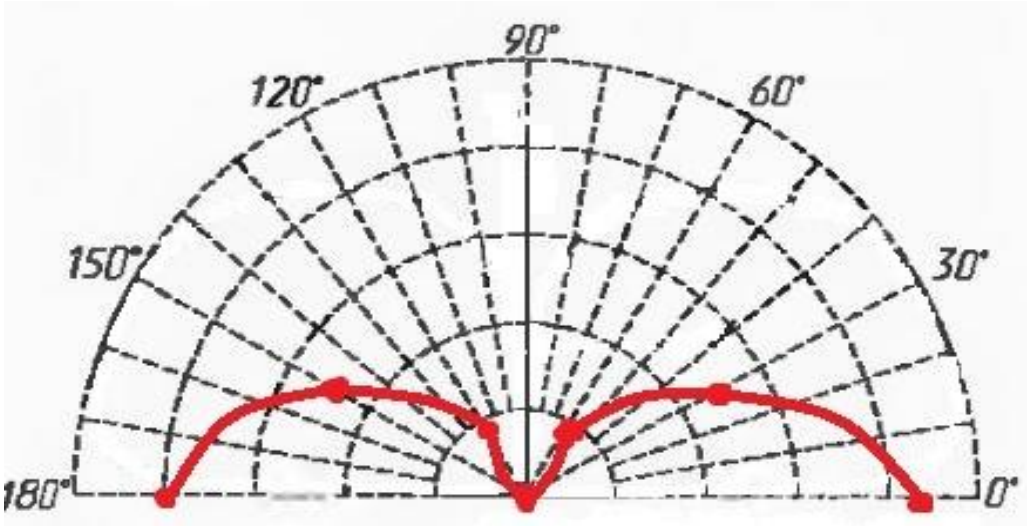


Рисунок 3.4 – Диаграммы направленности антенны

3.7 Расчет времени ухудшения связи из-за дождя

От высоты частоты радиоизлучений зависит влияние на ослабление сигнала размера капель и интенсивности дождя. В данном случае это может привести к печальным последствиям, так как недостаточная информация об угрозе схода сели угрожает жизни населения. Поэтому при расчете времени ослабления особое внимание следует уделять климатической зоне в зависимости от интенсивности дождя в течение 0,01% времени.

Территория СНГ разграничена на 16 климатических зон. Казахстан относится к зоне Е, в которой величина интенсивности осадков составляет 22 мм/час.

Коэффициенты регрессии для оценки затухания в соответствии с параметрами поляризации волны представлены в таблице 3.3.

Для того, чтобы показать влияние интенсивности дождя, найдем эффективную длину пролета:

$$d_э = r \cdot R_0 \tag{3.25}$$

где R_0 – длина пролета, км (в нашем случае R_0 равно 1000 км);

r – коэффициент уменьшения;

d_0- опорное расстояние, км

Удельное затухание в дожде в зависимости от поляризации волны (дБ) вычисляется по формуле:

$$\gamma = k \cdot R_{0.01}^{\alpha} \tag{3.26}$$

Удельное затухание находится для горизонтальной и вертикальной поляризации и выбирается наименьшее из них.

где – $k_i, k_V, \alpha_i, \alpha_V$ величины коэффициентов регрессии

Таблица 2.1 – Коэффициенты регрессии для оценки затухания

Частота f, ГГц	Горизонтальная поляризация		Вертикальная поляризация	
	k_i	α_i	k_v	α_v
1	0,0000387	0,912	0,0000352	0,880
2	0,0001540	0,963	0,000138	0,923
4	0,00065	1,121	0,000591	1,075
6	0,00175	1,308	0,00155	1,265
7	0,00301	1,332	0,00265	1,312
8	0,00454	1,327	0,00395	1,31
10	0,101	1,276	0,00887	1,264
12	0,0188	1,217	0,0168	1,2
15	0,0367	1,154	0,0335	1,128
20	0,0751	1,099	0,0691	1,065
25	0,124	1,061	0,113	1,03
30	0,187	1,021	0,167	1
35	0,283	0,979	0,233	0,963
40	0,35	0,939	0,51	0,929

Затухание на трассе, превышающее 0,01% времени, определяется по формуле:

$$A_{0.01} = \gamma \cdot d_э \tag{3.27}$$

Время, в течение которого ослабление сигнала больше, чем запас на замирание:

$$T_g = 10^{[11,628[-0,546+\sqrt{0,29812+0,172\cdot\log(0,12\frac{A_{0.01}}{F_t}]}}} \tag{3.28}$$

При $A_{0,01}/F_t < 0,155$ принимаем $A_{0,01}/F_t < 0,155$

При частоте F= 5?8 ГГц, находим удельное затухание для горизонтальной поляризации:

$$\gamma_H = k_H \cdot R_{0,01}^{\alpha_H} \tag{3.29, а}$$

$$\gamma_H = 0,00175 \cdot 55^{1,332} = 0,36 \text{ дБ/км}$$

Для вертикальной поляризации:

$$\gamma_H = k_V \cdot R_{0,01}^{\alpha_H} \quad (3.29, б)$$

$$\gamma_V = 0{,}00155 \cdot 55^{1{,}265} = 0{,}25 \text{ дБ/км}$$

Находим опорное расстояние для вертикальной поляризации по формуле:

$$d_0 = 35e^{-0{,}015R_{0,01}} \quad (3.30)$$

$$d_0 = 35e^{-0{,}015\cdot 55} = 262{,}15 \text{ км}$$

Тогда коэффициент уменьшения вычислим, используя формулу:

$$r = \frac{1}{1+R_0/d_0} \quad (3.31)$$

$$r = \frac{1}{1+\frac{1000}{262{,}15}} = 0{,}212$$

Эффективная длина пролета на нашем участке будет равна:

$$d_э = 0{,}212 \cdot 1000 = 21{,}2 \text{ км}$$

Затухание на трассе, превышающее 0,01% времени:

$$A_{0,01} = 0{,}25 \cdot 21{,}20 = 5{,}3 \text{ дБ}$$

Отсюда отношение затухания к расчету запаса, будет выражено:

$$\frac{A_{0,01}}{F_t} = \frac{5{,}3}{71{,}41} = 0{,}742 > 0{,}155$$

Тогда время, в течение которого ослабление сигнала больше, чем запас на замирание:

$$T_g = 10^{11{,}628\cdot\left[-0{,}546+\sqrt{0{,}29812+0{,}172\cdot\log(0{,}12\cdot 0{,}742)}\right]} = 43 \cdot 10^{-3}$$

Выводы: Были выполнены необходимые расчеты для определения эффективной работы этой системы, с возможностью дальнейшей разработки и модернизации. Данные расчеты доказывают тот факт, что представленная система мониторинга при дальности связи 460 м, эффективна и полностью подходит для того, чтобы анализировать селевую обстановку в любом районе Казахстана, в зависимости от необходимого пункта исследования.

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Анализ условий труда

Рабочее помещение, которое описывается в этой главе, является помещением главного диспетчерского пункта (далее ГДП) информации о селевой обстановке, расположенным на одном из постов ГУ «Казселезащита».

Помещение Главного диспетчерского пункта (ГДП) отвечает санитарным нормам, требованиям технической, противопожарной безопасности, условиям работы людей и технических средств в круглосуточном режиме. ГДП представляет собой серверное помещение, в котором будет располагаться необходимое оборудование.

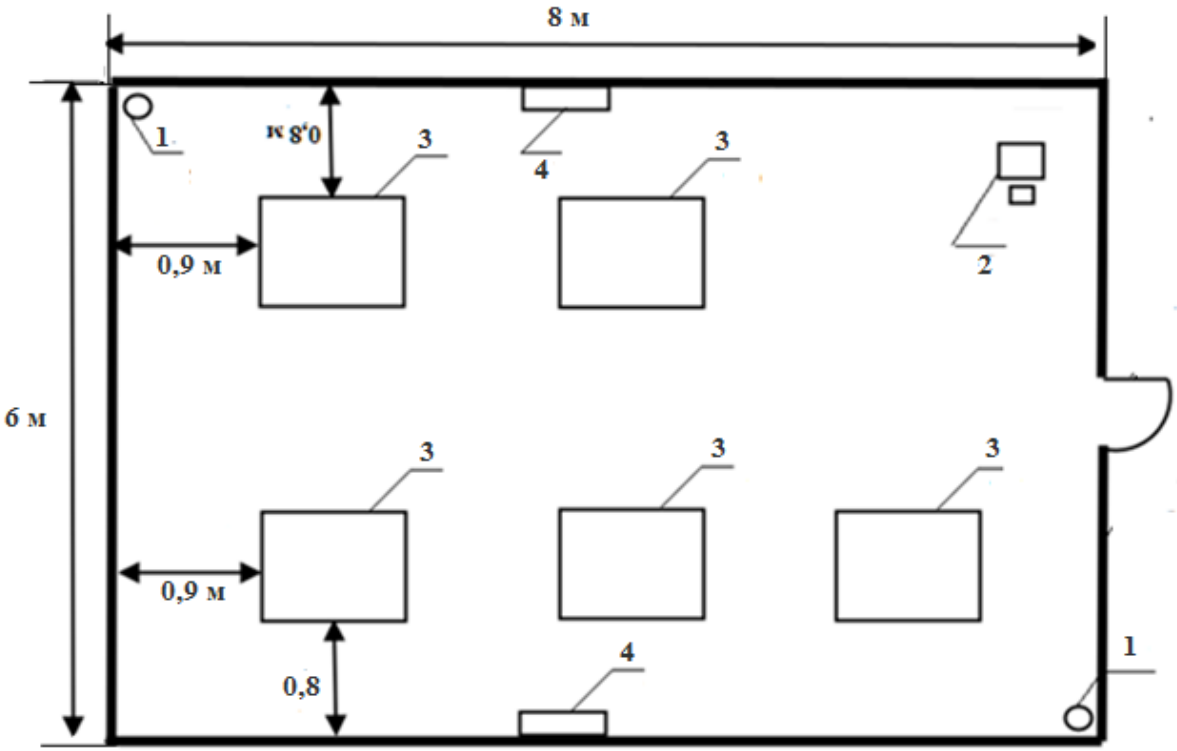
Обеспечено резервное питание приборов и оборудования (электростанция, аккумуляторы и др.) на случай перебоев в электроснабжении. Переключение предусмотрено в автоматическом и ручном режимах. Время работы на резервных источниках питания не менее 4-х часов.

Расположение приборов, приемо-передающей аппаратуры, видеомониторов, компьютеров и других средств обеспечивает условия максимального удобства для пользователей.

Освещение помещения соответствует нормам, на персональных рабочих местах предусмотрено дополнительное индивидуальное освещение.

В помещении предусмотрено кондиционирование воздуха, поддержка температуры окружающей среды на уровне требований к бесперебойной работе приборов, оборудования и работе дежурных смен специалистов.

При учете количества и размеров нашего оборудования достаточной площадью является площадь в 48 кв.м с длиной и шириной соответственно 8 и 6 метра, высотой потолка - 4 м.



1 – Огнетушитель; 2 – Компьютер; 3 – Стойки с мониторами; 4 – Кондиционер

Рисунок 4.1 – План размещения оборудования в серверном помещении

Стены, потолок и пол помещения выполняются из покрытий, которые затрудняют накапливание и выделение пыли на поверхности. Потолок имеет соответствующую гидроизоляцию, для исключения попадания воды. Стены рабочего помещения имеют спокойный и ненавязчивый цветовой окрас.

Обслуживающий персонал состоит из 6 человек: руководитель сети связи – 1; дежурные, осуществляющие мониторинг корректной работы сети связи – 5.

4.1.1 Электробезопасность

По правилам электробезопасности служебном помещение должно находиться под постоянным контролем за состоянием электропроводки, в соответствии с нормами, контроль предохранительных щитов, шнуров, с помощью которых включаются в электросеть электрические приборы, компьютеры, другие устройства.

Грамотная организация обслуживания ПК и комплектующих, проведения ремонтных, профилактических и монтажных работ имеет очень важное значение для предотвращения травм от электроприборов.

Для человека потенциальную опасность представляет практически каждое оборудование, которое входит в состав ПК. Сотрудник в процессе эксплуатации может повредить токоведущие элементы. Специфическая

особенность оборудования ПК – то, что при нарушении изоляции токоведущих приборов, которые оказываются под напряжением не предоставляют каких-либо сигналов, способных предупредить человека об опасности своевременно.

При контакте с любым из элементов ПК, очень часто возникают токи статического электричества. Эти заряды редко представляют опасность для человека, но могут привести к перебоям в работе технического оборудования. Для того, чтобы уменьшить величину возникающих зарядов статического электричества, технологическое покрытие полов следует выполнять из антистатического (однослойного) линолеума. Общепринятыми мерами безопасности от статического электричества считают также общее и местное увлажнение воздуха.

Заземление является необходимым техническим путем защиты от поражения электрическим током, которое используется в жилых и административных зданиях.

Учитывая тот факт, что человек очень хорошо воспринимает и запоминает зрительные образы и различные цвета, на предприятиях широко применяются цвета в качестве кодированной информации об опасности т.е. знаков безопасности.

4.1.2 Обеспечение санитарно-гигиенических требований к помещению и рабочим местам

Помещения, которые используются для рабочего места, их технические параметры (объем, площадь) должны быть в соответствии с количеством размещаемых и работающих в них технических средств. В них предусматриваются все соответствующие параметры освещения, температуры, чистоты воздуха, обеспечивается изоляция, от производственных шумов и т.п. Все параметры, необходимые для обеспечения оптимальных условий труда, указаны в соответствующих санитарных нормах и правилах РК.

Рабочие зоны предусматривают наличие бокового естественного освещение, но в тех случаях, когда одного естественного освещения недостаточно, устанавливается искусственное освещение.

Цветовое оформление рабочей зоны рационально направленно на улучшение санитарно-гигиенических условий труда, для повышения его безопасности и производительности. Цвет помещения может влиять на нервную систему человека, его настроение и, конечно, на работоспособность. Освещение оборудования и рабочего помещения должно быть мягким, без блеска.

4.1.3 Требования к освещению помещения и рабочих мест

Искусственное освещение в рабочей зоне выполняется системой общего равномерного освещения.

В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях, когда работа связана преимущественно с документами, разрешается примененять системы комбинированного освещения (к основному освещению устанавливаются дополнительно светильники местного освещения, которые необходимы для освещения выбранной зоны расположения документов).

В зоне размещения рабочей документации освещенность на поверхности стола допустима в диапазоне 300-500 лк, дополнительно разрешается установка приборов местного освещения для подсветки документов. Установка производится с условием, чтобы освещение не вызывало бликов на поверхности экрана и значение освещенности экрана не увеличивалось более чем на 300 лк.

При наличии искусственного освещения, в качестве источников света применяются в основном люминесцентные лампы типа ЛБ.

Общая архитектура освещения выполняется параллельно линии зрения пользователя (при расположении ПК рядно), в виде сплошных или прерывистых линий светильников, которые располагаются сбоку от рабочих мест. Если компьютеров располагаются по периметру, то линии светильников располагают локализовано над рабочим столом, ближе к переднему краю, направленным к пользователю.

Для того, чтобы обеспечить нормируемые значения освещенности в помещениях при использовании ПК, необходимо выполнять замену перегоревших ламп своевременно, а также проводить регулярную чистку стекол оконных рам и светильников (не реже, чем два раза в год).

4.1.4 Противопожарная безопасность

В рабочем помещении инженеров опасность возникновения пожара часто довольно высока т.к. пожароопасные факторы расположены довольно плотно, а площадь помещения недостаточно велика.

Система пожарной защиты и система предотвращения пожара обеспечивает пожарную безопасность. В любом из служебных помещений обязательно должен иметься «План эвакуации людей при пожаре», в котором регламентируются действия работников в случае возникновения угрозы возгорания и указывающий места расположения противопожарной техники.

В помещении, которое описывается в данном дипломном проекте, горючими выступают строительные материалы для акустической и внешней отделки помещений, изоляционные установки и др.

Возможными причинами возгорания в данном помещении могут стать повреждения электронных схем ПК, кондиционеров, устройств электропитания, электрическая проводка, приборы, которые применяются для технического обслуживания, и т.д., в которых из-за различных нарушений могут появиться перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать возгорание горючих компонентов.

Конструктивное описание рабочей зоны можно отнести к I степени огнестойкости. Сюда относятся здания с несущими и ограждающими

установками из материалов естественного или искусственного происхождения, бетона или железобетона с применением листовых или плитных негорючих материалов.

Переносные огнетушители - первичные средства, применяемые в случае образования пожара в рабочей зоне. Выбор типа огнетушителей выполняется с учетом возможной порчи электронного и другого технического оборудования. Согласно СНиП 2.04.09, используется один ручной углекислотный огнетушитель типа ОУ-5.

Количество огнетушителей, расположенных в рабочем помещении определяется согласно требованиям ISO 3941-77. Периодически необходимо осуществлять проверку и перезарядку огнетушителя.

С рабочими и обслуживающим персоналом предусматривается проведение первичного противопожарного инструктажа.

Системой пожарной защиты и системой предотвращения пожара обеспечивается пожарная безопасность. В операторской имеется «План эвакуации людей при пожаре», который регламентирует действия персонала в случае возникновения пожара и показывает путь для эвакуации.

Элементами обнаружения и оповещения о пожаре являются автоматические датчики-сигнализаторы о пожаре типа СПД-3.2, которые реагируют на дым в помещении.

Все мероприятия по пожарной безопасности в рабочем техническом помещении выполняются в соответствии с Законом Республики Казахстан от 22.11.1996 г. “О пожарной безопасности”.

Выводы: в рабочем помещении, где осуществляется деятельность инженеров - аналитиков имеется ряд факторов, способных нанести вред организму. Например, недостаточная освещенность или ее отсутствие в рабочем помещении, электрический ток, статическое электричество, недостаточная вентиляция, повышенная температура помещения, и другие, а также переутомление, монотонность труда, эмоциональные перегрузки, перенапряжение слуховых и зрительных анализаторов, стрессы. Это говорит о том, что очень важно, чтобы рабочее помещение соответствовало всем нормам и требования СНиП и ГОСТ, для обеспечения комфортных условий труда для работников.

4.2 Расчет искусственного освещения помещения

Рабочая зона, в которой выполняется работа инженер - аналитиков соответствует следующим характеристикам:

- длина помещения, L = 8 м;
- ширина помещения, B = 6 м;
- высота помещения, H = 4 м;
- заданная минимальная освещенность, E = 300 лк;
- коэффициент запаса, $K_З$ = 1,5;
- площадь комнаты, S = 48 м²;
- коэффициент минимального освещения, Z = 1,1;

- световой поток, Ф = 3120 Лм;

Определим число светильников методом коэффициента использования:

$$N = \frac{E \cdot K_s \cdot S \cdot z}{\Phi \cdot \eta} \qquad (4.1)$$

где E –минимальная освещенность, лк;

K – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, $м^2$

Z – коэффициент минимального освещения;

Ф – световой поток, Лм;

η- который выражается отношением потока, который падает на необходимую поверхность, к суммарному потоку всех ламп, и зависит от коэффициента отражения потолка и стен, и величины индекса помещения.

По формуле находим высоту светильника над освещаемой поверхностью:

$$h = H – (h_c + h_n)= 4 – (1 + 0,4) = 2,6 \text{ м}, \qquad (4.2)$$

где H — высота помещения;

h_c — расстояние от светильника до потолка;

h_n — высота рабочей поверхности.

Для определения индекса помещения используем формулу:

$$i = \frac{S_n}{h_{расч} \cdot (A+B)} \qquad (4.3)$$

где h – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м;

A, B – длина и ширина помещения, м.

$$i = \frac{S_n}{h_{расч} \cdot (A + B)} = \frac{8 \cdot 6}{2,6 \cdot (8 + 6)} = \frac{48}{36,4} = 1,32$$

Коэффициент использования для люминесцентных ламп вычисляется по таблице, с учетом коэффициента отражения: η=62%.

Определим необходимое число светильников:

$$N = \frac{E \cdot K_s \cdot S \cdot z}{\Phi \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 48 \cdot 1,1}{3120 \cdot 0,62} = \frac{23760}{1934,4}$$

Из расчета следует, что для нормируемой освещенности необходимо установить в помещение 12 светильников.

Эффективная схема расположения светильников указана на рисунке 4.1:

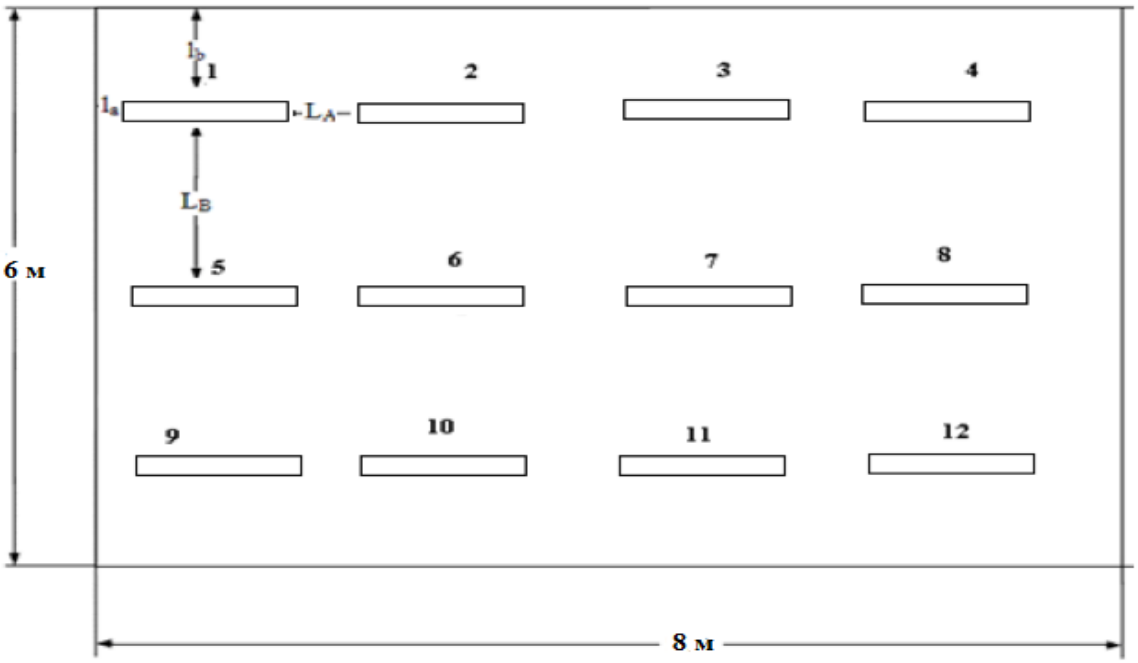


Рисунок 4.1 – Схема размещения светильников.

L_A=2,5 L_B =1,5 м , l_A =0,75 м, , l_B=1 м

Отсюда следует, что по данным расчета по формуле (4.1) и рисунка 4.1, необходимо установить 12 светильников типа ПВЛМ-2х40 с лампами ЛБР, с коэффициентом использования 62%, для обеспечения необходимой освещенности соответствующей категории работ III б.

Вывод: Отсюда следует, что по данным расчета по формуле (4.1) и рисунка 4.1, необходимо установить 12 светильников типа ПВЛМ-2х40 с лампами ЛБР, и коэффициентом использования равным 62%, для обеспечения необходимого освещения, соответствующего категории работ III б.

4.3 Расчет системы кондиционирования помещения

В любых рабочих помещениях необходимо кондиционирование воздуха для того, чтобы поддерживать и создавать в них:

- оптимальные условия для воздушной среды в технологических помещениях, общественных и жилых зданий;
- принятые нормы допускаемых условий воздушной среды, в том случае, если они не могут быть обеспечены более простыми средствами;
- необходимые климатические условия в соответствии с технологическими требованиями внутри помещения;
- все допустимые санитарно-гигиенические нормы воздушной среды в производственных помещениях;

Расчёт систем кондиционирования проводится в соответствии с нормами СНиП РК 4.02-05-2006 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», а также согласно методическим указаниям.

Для нахождения количества избыточного тепла используем формулу:

$$Q_{изб} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_{л} + Q_{р} - Q_{ух} \text{ Вт}, \quad (4.4)$$

где $Q_{об}$ – тепло, выделяемое производственным оборудованием;

$Q_{л}$ – тепло, выделяемое людьми;

$Q_{р}$ – тепло, вносимое солнечной радиацией;

$Q_{осв}$ – тепло, выделяемое осветительными установками;

$Q_{ух}$ – тепло, уходящее из помещения.

Любое производственное оборудование выделает тепло, которое определяется по формуле:

$$Q_{об} = P_{об} \cdot \eta \text{ Вт}, \quad (4.5)$$

где $P_{об}$=1600 Вт – мощность, которая потребляется оборудованием в рабочей зоне (не более 4 персональных компьютера);

η – коэффициент перехода тепла в помещение.

В большинстве случаев реальное потребление не достигает максимального, поэтому берем значение: η = 0,90, тогда:

$$Q_{об} = 1600 \cdot 0{,}90 = 1440 \text{ Вт}$$

Тепло, которое выделяется осветительными приборами, определяется формулой:

$$Q_{осв} = N \cdot a, \quad (4.6)$$

где N – мощность установленных осветительных приборов, используемых в помещении;

а – коэффициент, который учитывает тип арматуры (для люминесцентных ламп закрытых матовым стеклом, а = 0,6), отсюда:

$$N = 12 \cdot 70 \text{ Вт} = 840 \text{ Вт}.$$

Тогда:

$$Q_{осв} = 840 \cdot 0{,}6 = 504 \text{ Вт}.$$

Тепло, которое будут выделять люди, определим по формуле:

$$Q_л = q \cdot n \text{ Вт}, \quad (4.7)$$

где q – количество тепла, выделяемое человеком (q = 122 Вт);

n – количество людей (n = 5 оператора).

Получаем:

$$Q_л = 122 \cdot 5 = 610 \text{ Вт}.$$

Тепло, которое излучается солнечной радиацией, определяется по формуле

$$Q_р = m \cdot F \cdot q_{ост} \text{ Вт} \quad (4.8)$$

где m = 2 – количество окон;

F = 2 м^2 – площадь одного окна;

$q_{ост}$ = 125 Вт/м^2 – количество тепла, которое проникает за один час через остекленную поверхность площадью 1 м^2.

Для зимнего периода $Q_р$ = 0.

Для летнего $Q_р$ = 2·2·125 = 500 Вт.

В результате, определяем разность температуры потери тепла внутри помещения и окружающей средой:

$$Q_{ух} = x \cdot V \cdot (t_{вн} - t_н), \text{ Вт}. \quad (4.9)$$

где x = 0,42 Вт/ м^3– удельная тепловая характеристика;

V = 6·8·4=192 м^2 – объем помещения;

$t_{вн}$ – температура внутри помещения: летом 25 С^0, зимой 23 С^0;

$t_н$ – температура наружного воздуха: летом 27,1 С^0, зимой – 21 С^0;

По формуле (4.9) находим температуру потери тепла для летнего и зимнего периодов.

В летний период:

$$Q_{ух} = 0.$$

В зимний период:

$$Q_{ух} = 0{,}42 \cdot 192 \cdot (23 - 21) = 161{,}28 \text{ Вт}.$$

Подставляем найденные значения в формулу (4.4):

$$Q_{изб} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_л + Q_р - Q_{ух} = 1440+504+244+500 = 2688 \text{ Вт}$$

В зимний период:

$Q_{изб} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_{л} – Q_{ух} + Q_{р} = 1440+504+244–168,28+0 = 2019,72$ Вт

Определили, что $Q_{изб}$ летом> $Q_{изб}$ зимой, поэтому по большему значению $Q_{изб}$ вычислим теплонапряженность воздуха по формуле:

$$Q_{Н} = \frac{Q_{изб} \cdot 860}{V_{помещ}} = \frac{2,688 \cdot 860}{8 \cdot 6 \cdot 4} = 12,04 \text{ ккал/м}^3$$

При $Q_{Н} < 20$ ккал/м3, $\Delta t = 6\ ^{\circ}C$.

Определим расход приточного воздуха, необходимого для рабочего помещения, по формуле:

$$L = \frac{Q_{изб} \cdot 860}{C \cdot \Delta t \cdot \gamma}$$

(4.10)

Для летнего периода:

$$L = \frac{Q_{изб} \cdot 860}{C \cdot \Delta t \cdot \gamma} = \frac{2,688 \cdot 860}{0,24 \cdot 6 \cdot 1,206} = 1331,12 \text{м}^3/\text{ч}$$

Для зимнего периода:

$$L = \frac{Q_{изб} \cdot 860}{C \cdot \Delta t \cdot \gamma} = \frac{2,01972 \cdot 860}{0,24 \cdot 6 \cdot 1,206} = 1000,2 \text{м}^3/\text{ч}$$

Здесь C=0,24 ккал/кг^0C - теплоемкость воздуха,

γ=1,206 кг/м^3 - удельная масса приточного воздуха.

Отсюда мы можем вычислить кратность воздухообмена:

$$n = \frac{L}{V}, \text{раз} \qquad (4.11)$$

где V – объем помещения в м^3, который находится перемножением длины помещения, его ширины и высоты:

$$V = 8 \cdot 6 \cdot 4 = 192 \text{ м}^3$$

Тогда в разные периоды кратность воздухообмена равна:

- летом n = 1331,12/192 = 16,93 раз.
- зимой n = 1000,12/192 =5,21 раз.

Для обеспечения системой кондиционирования воздуха, общественные (офисные) и жилые помещения площадью от 15 до 140м^2 большим спросом пользуются кондиционеры Сплит – систем, состоящие из внутреннего блока (испарительного) и внешнего блока (компрессорно-конденсаторного агрегата).

Главной особенностью сплит – систем считается предельная простота конструкции, благодаря которой можно добиться достаточно низкой стоимости кондиционера при его легкой и быстрой установке. Недостатком таких систем зачастую становится невозможность подачи свежего воздуха в помещение. Определив количество тепла, которое необходимо для удаления (или поступления) воздуха в технологическое помещение и общее избыточное количество тепла, выбираем 2 настенных кондиционера серии CP-30 фирмы Delonghi, 230\1\50 (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Технические характеристики кондиционера

Наименование	Параметры
Производительность по холоду, Вт	3520
Эл. питание, В\ф\Гц	230\1\50
Потребляемый ток	5,4
Производительность по теплу, Вт	3528
Потребляемая эл. мощность, Вт	1248
Удаление влаги (макс), л\4	1,8
Внутренний блок	
Расход воздуха (макс), м3\ч	570
Внешний блок	
Расход воздуха (макс), м3\ч	1300
Размеры, мм -Длина -Высота -Глубина	 660 500 230

Вывод: Выполнив необходимый расчет системы кондиционирования, можно сказать, что параметры данного технологического помещения приемлемы и удовлетворяют требованиям СНиП РК 4.02-05-2006. «Отопление, вентиляция и кондиционирование». В рабочей зоне используются два кондиционера (сплит – системы) серии CP-30 фирмы Delonghi, 230\1\50 (таблица 4.1), обеспечивающие необходимые гигиенические нормы воздушной среды, а также искусственные климатические условия в соответствии с технологическими нормами внутри помещения.

4.4 Прибор против грозовой обороны, исследование молниезащиты

Молниеотвод построен на принципе молнии повреждать наиболее высокие и хорошо заземлённые металлические конструкции.

Для того, чтобы принять электрический разряд молнии и отвести её ток в землю применяют устройства, которые называются молниеотводами. Тем самым молниеотвода необходим для защиты зданий, сооружений и людей от молнии. Он состоит из четырёх элементов: опоры - несущей части (которой может служить сооружение или само здание) токоотвода, молниеприёмника, и заземлителя. Наибольшее распространение получили тросовые и стержневые молниеотводы.

Защитной зоной молниеотвода считается часть пространства, внутри которого сооружение находится в безопасности от прямых ударов молнии с определённой степенью надёжности. Зона типа А – надёжность 99,5 % и выше, зона Б - надёжность 95 % и выше. По инструкции проектирования и устройства молниезащитных зданий и сооружений устанавливается, что объекты молниезащиты делятся на 3 категории. Также с учётом типа зоны защиты предусматривается молниезащита объектов осуществляется в зависимости от их назначения, частоте грозовой активности в местах их расположения, а также от ожидаемого количества поражений молнией в год в соответствии с одной из 3-х категорий устройства молниезащиты.

Все объекты молниезащищенности разделяют на три категории в зависимости от значимости и технологических особенностей объекта по степени пожарной взрывоопасности.

I категория - это объекты с выделением газов, паров и пыли, в которых способны возникать взрывоопасные смеси с воздухом при стабильном течении технологического процесса. В таких помещениях взрыв может вызвать, значительные разрушения. Поэтому молниезащита предусматривается независимо от средней грозовой активности и места расположения объекта на территории РК;

II категория – это категория помещений, в которых взрывоопасные смеси образуются при авариях, а также на складах и технологических установках. При активной грозовой деятельности, меры для молниезащиты выполняются 10 ч в год и более;

III категория – к этой категории относятся помещения, с содержанием горючих веществ, пыли, дымовые трубы, а также технологические конструкции и склады, жилые и общественные здания, вышки высотой более 15 м. На этих объектах молниезащита предусматривается в районах с грозовой активностью 20 ч и более в год.

К III категории можно отнести также и объекты предприятий железнодорожного транспорта. Склады с хранением взрывоопасных элементов и жидкостей, сливно-наливные эстакады, относятся к объектам II категории.

Тип зоны защиты выбирается исходя из числа поражений молнией необходимого объекта. При ожидаемом количестве поражений молний в год: $N \leq 1$ - зона Б, при $N > 1$ - зона А.

Объекты, которые по устройству молниезащищенности относятся к I и II категориям, для защиты от электростатической и электромагнитной индукции, прямых ударов молнии, и заноса высоких электрических зарядов внутрь зданий используют подземные и наземные коммуникации.

Объекты, относящиеся к III категории, для защиты от прямых ударов молнии и заноса высоких электрических потенциалов используют наземные металлические коммуникации.

Наружные установки, которые относятся по устройству молниезащищенности ко II категории, защищают не только от прямых ударов молнии, но и электростатической индукции, к III категории - только от прямых ударов молнии. Используя данные местных метеорологических станции или с помощью специальной карты можно вычислить среднегодовую грозовую деятельность (в часах). Количество поражений молнией в год сооружений и зданий, которые не оборудованы конструкциями молниезащищенности, определяется по формуле:

$$N = (S+6h) \cdot (L+6h) \cdot n \cdot 10^{-6}, \qquad (4.12)$$

где S и L – ширина и длина защищаемого объекта, прямоугольной формы, м;

h – максимальная высота здания (сооружения), м;

n – среднегодовое число ударов молнии в 1 км^2 земной поверхности в месте расположения объекта; (значения n при разной интенсивности грозовой деятельности представлены в таблице 4.2).

Таблица 4.2 – Среднегодовое число ударов молнии в 1 км^2 земной поверхности в месте расположения здания при разной интенсивности грозовой деятельности.

Параметры	Значения				
Интенсивность грозовой деятельности в год, ч.	10 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 и более
Среднегодовое число ударов молний в 1 км^2 земной поверхности	1	3	6	9	12

Для обеспечения защиты от молний зданий и сооружений, в целях безопасности людей и животных необходимо устанавливать заземлители молниеотводов (кроме углубленных) в безлюдных местах, на расстоянии,

удаленном на 5 м и более от основных проезжих, грунтовых, пешеходных дорог.

4.5 Разработка молниезащиты антенн на здании

Система молниезащиты антенны, будет установлена на здании (в данном случае - ДЧС), высота с антенной будет равна 24 метра. В этом здании будут расположены ПК, а также электрические установки переменного и постоянного напряжения. При работе действующих электроустановок, к которым относится оборудование радиодоступа, устройство молниезащиты оборудования и антенны, лучшим вариантом подключения является добавление к уже имеющейся системе молниезащиты здания и оборудования ДЧС. Для этого целесообразно использовать одиночный тросовый молниеотвода высотой не более 150 м вместе с опорами.

Исходные данные:
наибольшая высота с антенной – 24 м (h),
ширина – 14 м (S), длина – 20 м (L).
Тогда подставим значения в формулу (4.12):

$$N = (14 + 144)\ (20 + 144) \cdot 10\text{-}6 = 0{,}026.$$

Здание соответствует II категории; N1 – зона Б. Объект необходимо обезопасить от прямых ударов молнии, электрической и электромагнитной индукции, заноса высоких потенциалов с помощью наземных и подземных металлические коммуникации.

Произведем расчет типов молниеотводов и габаритов зоны защиты.

Для нашего случая выбираем одиночный тросовый молниеотвод с опорами и высотой не более 150 м.

Находим высоту зоны защиты h_0 над землей:

$$h_0 = 0{,}92\ h = 0{,}92 \cdot 24 = 22{,}08 \text{ м}, \qquad (4.13)$$

Радиус торцевых областей зоны защиты r0 на уровне земли:

$$r_0 = 1{,}7 \cdot h = 1.7 \cdot 24 = 40{,}8 \text{ м}, \qquad (4.14)$$

Ширина зоны защиты на участке между опорами S_1 на уровне земли:

$$S_1 = 2r_0 = 81{,}6 \text{ м}, \qquad (4.15)$$

Находим радиус торцевых областей зоны защиты R_x на высоте h_x над землей:

$$R_x = 1{,}7 \cdot\ (h - h_x/0{,}92) = 1{,}7 \cdot\ (37 - 24/0{,}92) = 18{,}56\text{м}, \qquad (4.16)$$

Определяем ширину зоны защиты на участке между опорами S_2 на высоте hx над землей:

$$S_2 = 2R_x = 37{,}12 \text{ м} \qquad (4.17)$$

Зоной защиты молниеотвода будет та часть пространства, в котором объект будет защищен от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности. Поверхность такой зоны обладает наименьшей и постоянной по значению степенью надежности; надежность будет возрастать при продвижении внутрь зоны. Зона зашиты типа Б имеет степень надежности – 95% и выше.

Определяем высоту одиночного тросового молниеотвода:

$$H = (R_x + 1{,}85h_x)/\ 1{,}7 = (18{,}56 + 1{,}85\cdot 24)/17 = 37\text{м} \qquad (4.18)$$

Молниеприемником выбираем оцинкованный стальной многопроволочный трос (площадь сечения - 35 мм^2 , сечение - 7 мм. Электроды для заземления – сталь (сечение- 10 мм).

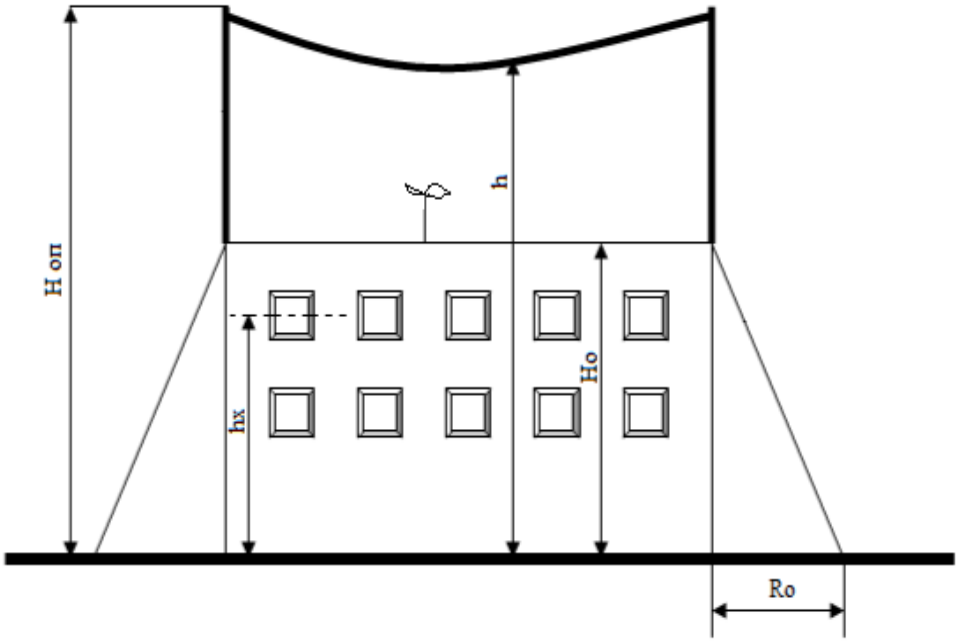


Рисунок 4.2 – Схема установки молниеотвода

Выводы: Для того, чтобы молниезащищенность была эффективна, необходимо регулярно проверять состояние устройств в ее установке и в процессе их использования. Проверку состояния устройств молниезащиты для сооружений и зданий, относящихся I и II категории необходимо проводить 1 раз в год перед началом сезона грозовой активности, а для объектов III

категории - не реже 1 раза в 3 года. Высота тросового молниеотвода в данной работе составляет 37 м. В качестве молниеприемника выбрали стальной многопроволочный трос. Площадь сечения троса равна 35 кв. мм, сечение троса 7 мм.

4.6 Вывод по главе

В разделе безопасности жизнедеятельности были определены: требования к освещению помещения и рабочих мест, обеспечение санитарно-гигиенических норм к помещению и рабочим местам, электробезопасность, пожаробезопасность.

Были выбраны нужные для обеспечения безопасности требования и нормы, оборудование, соответствующее этим нормам для их осуществления. Все результаты расчетов совпали с требуемыми ГОСТами и нормами, в результате чего можно сделать вывод, что представленное помещение полностью безопасно, а также оптимально обустроено для комфортной работы инженеров – аналитиков.

В расчетной части были определены: параметры освещенности, температуры в разное время года, оптимальные нормы кондиционирования и вентиляции, определили примерную схему установки для защиты от молний.

5 Технико-экономическое обоснование

5.1 Резюме

Безопасность жителей и гостей города- одно из немаловажных факторов, на которые стоит обращать внимание первостепенно. Основной целью данного проекта является обеспечение своевременной системы оповещения о селевой опасности в Иле – Алатауском национальном парке. Также обеспечить более быстрое определение селевой опасности с помощью новых технологий. Предотвратить ущерб, которые приносить сель, не допустить массовые разрушения построек, расположенных близ гор Заилийского Алатау.

Для того, чтобы реализовать данный проект было предусмотрено оборудование, использование которого позволит проводить мониторинг, анализ селевой обстановки в районах повышенной селеопасности. Для этого все технические установки будут находиться в специально оборудованной под это комнаты – главного диспетчерского пункта, с возможностью расширения сети, в случае успешного использования проекта.

Прием и обработка информации от постов контроля осуществляются на диспетчерских пунктах в автоматическом режиме на компьютерах по специально разработанному программному обеспечению. Программное и информационное обеспечение совместимо с имеющимся программным обеспечением в центральном аппарате чрезвычайных ситуаций.

Информация в цифровом виде в автоматическом режиме заносится и сохраняется в виде таблиц, графиков, карт, фотоизображений (стоп-кадр) и т.п.

По каждому пункту наблюдения информация в табличном виде обрабатывается по контрольным срокам для каждого из определяемых элементов, осредняется по суткам, декадам, месяцам и за год. Здесь же выделяются средние и максимальные значения элементов.

Аналогичная обработка информации производится по группе постов для отдельных бассейнов, группе бассейнов в регионе, а также по высотным зонам.

В графическом виде, в указанной последовательности обрабатывается информация в сравнении отдельных элементов с нормальными, максимальными и критическими их значениями, а также с ситуациями-аналогами.

Архивация информации в виде баз данных производится в автоматическом режиме:

по суткам – в 00 часов следующих суток;

по декадам – по истечении календарной декады;

по месяцам – по истечении календарного месяца.

Обработанные данные в виде результатов об оценке ситуации в автоматическом виде выдаются на экран монитора в виде предупреждающих сигналов цветом (красный, желтый, зеленый), звуковыми предупреждающими сигналами. Аналогичные предупреждающие сигналы выводятся на экран монитора при сбое в работе системы, отдельных АПК или в случае сбоев в спутниковой системе передачи информации. Предусмотрен вывод на монитор причины сбоя.

Разработанными программами предусмотрен переход на ручной прием, обработку информации с целью внесения изменений и дополнений в исходные данные (исправление, отмена, остановка, повтор, просмотр, распечатка и т.п.).

Для контроля работы программного обеспечения предусмотрена возможность тестирования и проверок, задаваемых оператором в ручном режиме.

С целью обеспечения бесперебойной работы системы приема и обработки данных в проекте предусмотрены: максимальные и средние сроки работы оборудования и программного обеспечения без сбоев, определяющее время архивации данных на CD-диски, бумажные носители и т.д.

Для реализации проекта необходимо 735900 тенге капитальных вложений.

5.2 Цель проекта

Целью данного бизнес – плана является экономическое обоснование проектировнания системы оповещения селевой опасности в Иле – Алатауском национальном парке.

Представленная система должна обеспечить своевременное оповещение селевой опасности, которая сможет предотвратить нежеланные потери среди жителей города и гостей южной столицы.

Цель развития отрасли – полностью обезопасить отдых туристов и жителей города Алматы, а также предотвратить массовые разрушения зданий.

5.3 Компания и отрасль

Государственное учреждение «Казселезащита» Комитета по чрезвычайным ситуациям Министерства внутренних дел Республики Казахстан является подведомственным предприятием Комитета по чрезвычайным ситуациям Министерства внутренних дел Республики Казахстан.

Основным предметом деятельности государственного учреждения является участие в организации и проведении в Республике Казахстан мероприятий по предупреждению селей, снежных лавин, оползней и ликвидации их последствий, обеспечение функционирования соответствующих служб наблюдения и оповещения. Целью деятельности государственного учреждения является обеспечение безопасности населения, хозяйственных объектов и земель Республики Казахстан от воздействия угрожающих жизни природных явлений (селевых потоков, снежных лавин, оползней) участие в организации и проведении ликвидации их последствий.

Для достижения указанной цели государственное учреждение непосредственно или через подведомственные организации и службы занимаются:

1) разработкой текущих и перспективных планов эксплуатации и строительства инженерных защитных сооружений;

2) выполнением функций государственного заказчика эксплуатационных, общестроительных, ремонтных, защитно-регулировочных, аварийно-восстановительных, научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ противоселевых, противолавинных и других защитных сооружений, комплексов и объектов;

3) проведением работ по эксплуатации, содержанию и ремонту противоселевых и других защитных сооружений, находящихся на балансе государственного учреждения;

4) организацией служб наблюдения за опасными природными явлениями и оповещение об угрозе и возникновении селевых потоков, снежных лавин и других опасных природных явлений в зонах обслуживания в соответствии с утвержденными схемами оповещения о возможности или возникновении чрезвычайной ситуации;

5) разработкой и осуществлением превентивных мероприятий по снижению опасности горных склонов, высокогорных, моренных и ледниковых озер; выполняет работы по принудительному спуску снежных лавин;

6) выполнением обследования и ведением учета, оценки потенциальной опасности территорий, подверженных селям, снежным лавинам и оползням;

7) организацией работы по ликвидации последствий на селе-, лавино-оползнеопасных объектах в зонах обслуживания государственного учреждения;

8) по поручению Комитета участием в работах по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного характера;

9) осуществлением работы по содержанию и совершенствованию ведомственных систем оперативной и производственной связи, оборудования с источниками УКВ-излучения;

10) дает рекомендации по эксплуатации горных территорий, совместно с территориальными органами Комитета выдает Уведомления-рекомендации;

11) дает рекомендации к проектам, мероприятиям, а также по срокам проведения работ других ведомств, предприятий, организаций по защите населения, объектов и территории в обслуживаемых зонах, подготавливает необходимые экспертные заключения;

12) координацией взаимодействия подразделений государственного учреждения с другими организациями и учреждениями по вопросам, входящим в компетенцию государственного учреждения.

В состав учреждения на правах филиалов входят 9 областных и региональных эксплуатационно-технических управлений с общей численностью – 480 единиц.

5.4 Организация системы мониторинга

Для организации системы мониторинга селевой обстановки используется автоматизированный пункт контроля (далее АПК). Все данные с АПК отправляются на ГДП, где подвергаются обработке и анализу инженерами-аналитиками.

Автоматизированный пункт контроля состоит из устройства управления, передающего устройства и комплекта датчиковой аппаратуры. Кроме того, для обслуживания нескольких АПК, базирующихся в одном районе (бассейн селеопасной реки), предусмотрен запасной комплект инструментов и принадлежностей.

Функционирование АПК осуществляется в следующей последовательности:

- опрос датчиков осуществляется не реже 1 раз в 2 минуты;
- осуществляется сохранение данных в энергонезависимой памяти;
- передача данных в ГДП 3 раза в сутки по КВ – каналу или по каналу спутниковой связи;
- режим тестирования через канал спутниковой связи;
- активизация спутниковой связи в аварийном режиме, при нарушении защиты или разрядке аккумуляторов.

Таблица 5.1 – Состав необходимого оборудования

Наименование	Количество, штук
SmartMesh WirelessHART Starter Kit	1
Приемная антенна Cloverleaf 5.8 GHz	1
Комплект видеопередатчик/приемника	1
Комплект антенн 5,8 ГГц (SD5.8-C5)	1
ПК (комплект)	1
Мониторы и комплектующее	5

5.5 Менеджмент

Численность штата для осуществления мониторинга по проекту составляет 6 человек: главный инженер – 1; инженерно-технический персонал (дежурные, осуществляющие мониторинг работы сети связи) – 5.

При организации любой структуры очень важно уметь грамотно распределять обязанности для эффективности работы коллектива. Важно наличие не только хороших специалистов, но человека, способного грамотно руководить и распределять обязанности. Умелое ведение кадровой политики должно предполагать привлечение кадров с дальнейшим развитием в предложенной сфере деятельности, возможность будущего карьерного роста, получение бонусов, премий и др.

Все работники по представленному проекту будут привлечены на полный рабочий день. Главный инженер проекта должен исполнять следующие обязанности

- контроль и координирование технологических процессов системы;
- решение вопросов организационно-административного характера;
- управление персоналом;
- взаимодействие с руководством;

Инженерно-технический персонал выполняет следующие функциональные обязанности:

- мониторинг системы селевой опасности;
- осуществление настроек технических устройств;
- работа с документацией системы
- проведение инженерных работ, анализа данных о селевой обстановке;
- осуществление оповещения соответствующих структур о возникновении чрезвычайной ситуации.

5.6 Финансовый план

Финансовый план составляется для расчета затрат, необходимых для работы и эксплуатационных расходов, расчет экономической эффективности проекта

5.6.1 Капитальные затраты

Капитальные вложения и ввод в эксплуатацию нового оборудования определяются в основном из таких составляющих, как стоимость

оборудования, обучение персонала. Для определения капитальных вложений в разработку предложенной сети связи составляется смета на приобретение технического и дополнительного оборудования. Общая стоимость капитальных вложений складывается из стоимости самого оборудования, монтажных работ и транспортных услуг.

Величину общих капитальных расходов вычислим по формуле:

$$\sum K = K_о + K_{тр} + K_м, \quad (5.1)$$

где $K_о$ – капитальные вложения на приобретение оборудования;

$K_{тр}$ – капитальные вложения на транспортные расходы, составляющие 5% от стоимости оборудования;

$K_м$ – капитальные вложения на монтажные работы, составляющие 5% от стоимости оборудования.

Смета на приобретение оборудования приведена в таблице 5.2

Таблица 5.2 – Смета на приобретение оборудования [5], [6], [7]

Наименование оборудования	Количество, шт.	Цена за единицу, тенге	Общая сумма, тенге
SmartMesh WirelessHART Starter Kit	1	329 000	329 000
Антенна Cloverleaf 5.8 GHz	1	10 000	10 000
Aomway 5.8 GHz 1000mW	1	24 000	24 000
Антенны 5.8 ГГц (SD5.8-C5)	1	15 000	15 000
ПК (комплект)	1	117 000	117 000
Монитор 18.5" ViewSonic VA1903a	5	25 000	125 000
Принтер	1	21 000	21 000
Итого	-	-	641 000

Транспортные расходы, составляют 5% от стоимости всего оборудования и рассчитываются по формуле:

$$K_{тр} = 0{,}05 \cdot K_о = 0{,}05 \cdot 669\,000 = 33\,450 \text{ тенге} \quad (5.2)$$

Расходы на монтажные работы также составляют 5% от стоимости всего оборудования и рассчитываются по формуле:

$$K_м = 0{,}05 \cdot K_о = 0{,}05 \cdot 669\,000 = 33\,450 \text{ тенге} \quad (5.3)$$

Тогда общие капитальные вложения определяются по формуле (5.1):

$$\sum К = 669\,000 + 33\,450 + 33\,450 = 735\,900 \text{ тенге}$$

5.6.2 Расчет эксплуатационных расходов

В процессе обслуживания необходимого объекта выполняется работа, требующая расхода ресурсов предприятия. В состав эксплуатационных расходов входят следующие статьи затрат: фонд оплаты труда, социальный налог, материальные затраты, расходы на электроэнергию, амортизационные отчисления, накладные расходы (косвенные расходы, к которым относятся управленческие, хозяйственные, транспортные расходы затраты на обучение кадров). Таким образом сумма всех статей затрат и составит фактическую производственную себестоимость или величину годовых эксплуатационных расходов:

$$\sum Э_{год} = ФОТ + С_н + Р_м + Р_{эл} + А + Р_{накл} \quad (5.4)$$

Для вычисления заработной платы в таблице 5.3 приведем среднемесячные оклады обслуживающего персонала.

Годовой фонд заработной платы включает в себя дополнительную заработную плату в размере 20% от основной заработной платы (сюда входят работа в праздничные дни, сверхурочные и т.д.).

Таблица 5.3 - Месячная и годовая зарплата работников [20]

Наименование должности	Количество, чел.	Месячная заработная плата, тенге	Итого по категории, тенге	Годовая заработная плата, тенге
Главный инженер	1	250 000	250 000	3 000 000
Инженер-аналитики	5	180 000	900 000	10 800 000
Всего	6	430 000	1 150 000	13 800 000

Дополнительная заработная плата составляет 20% от основной и вычисляется по формуле:

$$ЗП_{доп} = 0{,}2 \cdot ЗП = 0{,}2 \cdot 13\,800\,000 = 2\,760\,000 \text{ тенге} \quad (5.5)$$

Тогда расходы по заработной плате (фонд оплаты труда) вычислим по формуле:

$$ФОТ = ЗП + ЗП_{доп} \quad (5.6)$$

$$ФОТ = 13\,800\,000 + 2\,760\,000 = 16\,560\,000 \text{тенге}$$

Социальный налог составляет 11 % от ФОТ, после отчисления 10 % от ФОТ в пенсионный фонд:

$$С_н = 0{,}11 \cdot (ФОТ - 0{,}1 \cdot ФОТ) \quad (5.7)$$

$$С_н = 0{,}11 \cdot (16\,560\,000 - 0{,}1 \cdot 16\,560\,000) = 1\,803\,384 \text{ тенге}$$

Амортизационные отчисления для отрасли связи составляют 15 % в год от суммы капитальных затрат:

$$А = К \cdot \frac{Н_А}{100\%}, \quad (5.8)$$

где К - сумма капитальных затрат, 735 900 тенге;

$Н_А$ - норма амортизации.

$$А = 735\,900 \cdot \frac{15\%}{100\%} = 110\,385 \text{ тенге}$$

Материальные затраты и расходы на текущий ремонт и запасные части составляют 0,5% от капитальных вложений:

$$Р_м = 0{,}005 \cdot К = 0{,}005 \cdot 735\,900 = 3\,679{,}5 \text{ тенге} \quad (5.9)$$

Расходы на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$Р_{эл} = Т \cdot Ц_{кВт} \cdot W, \quad (5.10)$$

где *Т* – время работы (часов в год), Т = 8760 ч/год;

$Ц_{кВт}$ – цена за 1 кВт·час, $Ц_{кВт}$ = 19,44 тенге/кВт·час согласно тарифам «АлматыЭнергоСбыт» на 2016 год;

W – мощность, потребляемая оборудованием; указана в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Значения потребляемой мощности

Наименование оборудования	Кол-во	Потребляемая мощность	
		W ед., кВт	Всего, кВт
ПК (комплект)	1	0,35	0,35
Мониторы	5	0,1	0,5
Охлаждающее оборудование	1	2	2
Всего	-	-	2,85

$$Р_{эл} = Т \cdot Ц_{кВт} \cdot W = 8760 \cdot 19{,}44 \cdot 2{,}85 = 485\,339{,}04 \text{ тенге}$$

Накладные расходы составляют до 50% от всех затрат и находятся по формуле:

$$Р_{накл} = 0{,}5 \cdot (ФОТ + С_н + Р_м + Р_{эл} + А) \qquad (5.11)$$

$$Р_{накл} = 0{,}5 \cdot (16\,560\,000 + 1\,803\,384 + 3\,679{,}5 + 485\,339{,}04 + 110\,385) =$$
$$= 0{,}5 \cdot 18\,962\,787{,}5 = 9\,481\,393{,}77 \text{ тенге}$$

$$\sum Э_{год} = 18\,962\,787{,}5 + 9\,481\,393{,}77 = 28\,444\,181{,}31 \text{ тенге}$$

Таблица 5.5 - Эксплуатационные расходы

Показатель	Сумма, тенге
ФОТ	16 560 000
Отчисления на социальный налог	1 803 384
Амортизационные отчисления	110 385

Продолжение таблицы 5.5

Материальные затраты	3 679,5
Расходы на электроэнергию	485 339,04
Накладные расходы	9 481 393,77
Итого	28 444 181,31

Диаграмма структуры эксплуатационных затрат приведена на рисунке 5.1.

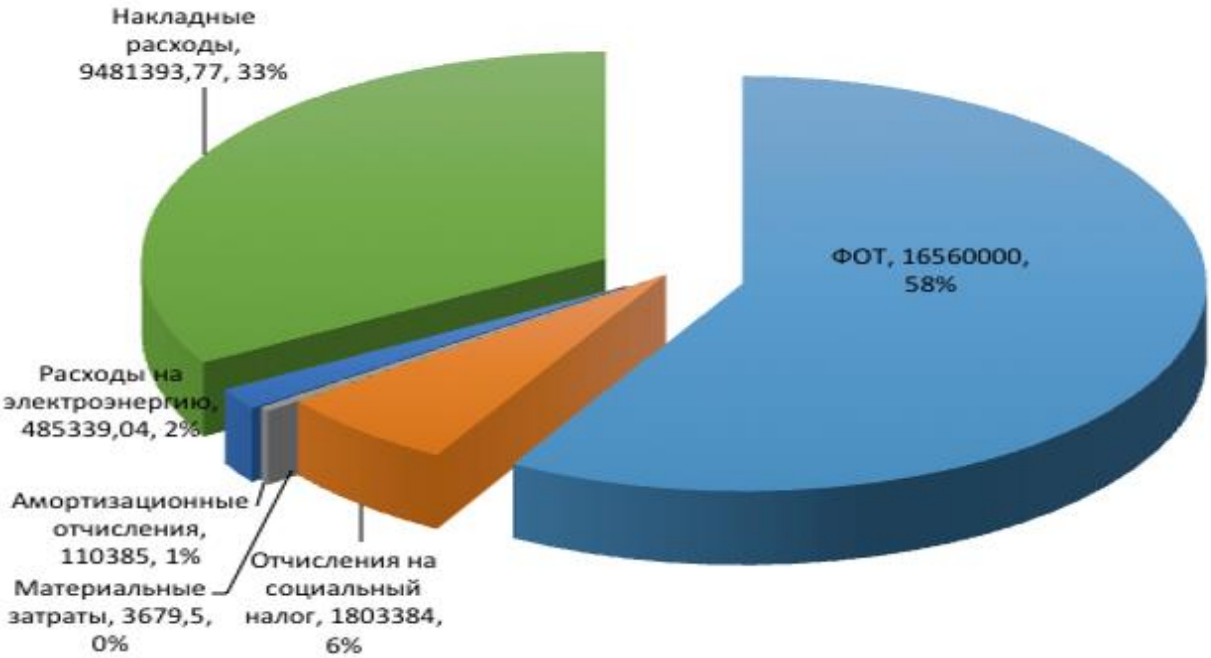


Рисунок 5.1 - Диаграмма структуры эксплуатационных затрат

5.6.3 Расчет экономической эффективности проекта

В данном проекте доходов и сроков окупаемости не будет, т.к. ГУ «Казселезащита» будет выступать в роли заказчика и исполнителя. Представленный проект не имеет какой – либо экономической выгоды, но имеет высокую социальную выгоду, т.к. жизнь человека бесценна, а этот проект нацелен именно на предотвращение каких – либо жертв посредством стихийных бедствий, в том числе схода селевых лавин. Установка более усовершенствованной и эффективной системы мониторинга и оповещения о селевой опасности также облегчит работу специалистам Департамента чрезвычайных ситуаций г. Алматы. Учитывая тот факт, что урон, нанесенный селью даже за последние 10 лет вынуждает государство постоянно выделять финансы на восстановление, возмещение ущерба гражданам, можно предположить, что эффективность проекта по разработке системы, позволяющей предотвратить подобные ситуации, имеет место быть. При доработке этой системы, привлечении новых технологий, введения их в эксплуатацию, данный проект можно будет рассматривать не только в социальных, но и коммерческих целях.

Выводы: В результате проведенных финансовых расчетов были определены капитальные затраты, эксплуатационные расходы и материальные затраты, составлен организационный, производственный и маркетинговый план, что еще раз доказывает то, что разработка подобной системы с предлагаемыми технологиями будет выгодна с экономической точки зрения и целесообразна в эксплуатации. Проект выгоден и тем, что при последующей доработке, может выступать в качестве коммерческого продукта.

Заключение

В этом дипломном проекте была рассмотрена тема: Разработка системы мониторинга селевой обстановки Казахстана на базе ГУ «Казселезащита».

Защита от селевых угроз на сегодняшний день достаточно актуальный вопрос, так как в условиях глобального потепления, районы Казахстана подвержены опасности схода сели. К сожалению, система мониторинга и оповещения оставляет желать лучшего - несмотря на колоссальный прогресс, все измерения и сбор информации проводится вручную.

В своем дипломном проекте я проводила расчеты расчеты: распределения тока и заряда в вибраторе, посчитала входное сопротивление и КПД несимметричного вибратора, где КПД равный 0,97, является практически идеальным для этого параметра, также мною вычислялись мощность энергетического сигнала и велична дальности прямой видимости, была построена диаграмма направленности антенны.

В разделе безопасности жизнедеятельности были рассчитаны: параметры освещенности, температуры в разное время года, оптимальные нормы кондиционирования и вентиляции, определили примерную схему установки для защиты от молний.

Выбраны необходимые для обеспечения безопасности требования и нормы, подобрано соответствующее оборудование для их эффективного выполнения. Все результаты расчетов не противоречат требованиям ГОСТов и нормам безопасности жизнедеятельности, поэтому, можно сделать вывод, что предоставленное помещение будет полностью безопасным , и выполнено в соответствии с нормами для создания всех условий работы инженеров – аналитиков.

В технико – экономическом обосновании я рассчитала все необходимые затраты, эксплуатационные расходы, был составлен организационный,

производственный и маркетинговый план, что еще раз подтверждает целесообразность предлагаемой системы.

При том, что данный проект имеет больше социальную направленность, его возможно будет использовать и как коммерческий план, с доработкой и модернизацией. На сегодняшний день, технологии различных инфокоммуникационных структур стремительно развиваются, поэтому с точки зрения новизны, предлагаемая система соответствует всем характеристикам.

Список литературы

1 К. Веселовский; пер. с польск. И.Д. Рудинского. Системы подвижной радиосвязи.- М. : Горячая линия-Телеком, 2012. - 536 с.

2 Задачник распространение радиоволн и антенно – фидерные устройства / В. П. Чернышов. – М.: Связь 2013г.

3 Стоимость видеопередатчика/приемника // Интернет страница онлайн – магазина, URL http://dronworld.ru (дата обращения: 31.04.15)

4 Л.Г. Мордухович, А.П. Степанов Системы радиосвязи. Курсовое проектирование: Учебное пособие для высших учебных заведений. – М.: Радио и связь, 2010. – 190 с.

5 Магазин электроники http://nitrium.ru/ (дата обращения – 19. 05. 2016)

6 Каталог антенн http://ru.made-in-china.com – каталог антенн (дата обращения – 19. 05.2106)

7 Прайс датчиков системы Dust Networks Eterna http://uk.farnell.com/linear-tech-ltc5800 - (дата обращения – 19.05.2106)

8 Айзенберг Ю. Б. Справочная книга по светотехнике. – М.: Энергоатомиздат,2010. – 730 с.

9 Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г. М. Кнорринг, И. М. Фадин, В. Н. Сидоров — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Энергоатомиздат, 2014. – 448 с.

10 Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Расчет производственного освещения» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат - Алматы: АИЭС, 2010. - 20 с.

11 Н.И. Баклашов, Н.Ж. Китаева, Б.Д. Терехов Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды, - М.: Радио и связь, 2010. – 280 с.

12 Ерохина А.В. Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломных проектах, Харьков, ХНУРЭ, 2008. – 65 с.

13 Павлов, С.П. Охрана труда в приборостроении / С.П. Павлов, З.И. Губонина. – М.: Высшая школа, 2013. – 215 с.

14 Тарифы на услугу по электроснабжению в городе Алматы // Интернет-страница компании «АлматыЭнергоСбыт», URL: http://www.almatyenergosbyt.kz/page.php?page_id=264&lang=1 (дата обращения: 05.05.2016)

15 Стоимость организации услуги, установки оборудования и арендные платежи // Интернет-страница компании «HeliosNet», URL: http://www.helios-net.ru/menu/tariffs/ (дата обращения: 27.05.2016)

16 Экономика предприятия электрических сетей: учебное пособие для технических вузов / Е. В. Гусарова. - Хабаровск, ДВГУПС, 2012. - 130 с.

17 Базылов К.Б., Бабич А.А. Методические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров. – Алматы, АИЭС, 2009 г.

18 Нешитой А.С. Инвестиции: Учебник.– 5-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и К°”, 2010.– 372 с.

19 Стоимость БПЛА // Интернет страница онлайн – магазина БПЛА, URL: http://съемкасвоздуха.рф/eshop/bpla/ptero-cm.html (дата обращения: 31.04.16)

20. Министерство здравоохранения и социального развития РК. Типовые межотраслевые нормативы численности работников http://pda.mzsr.gov.kz/node/310400 (Дата обращения: 19.05.2016)

Приложение А.
Расчет технических параметров в среде Mathcad 14

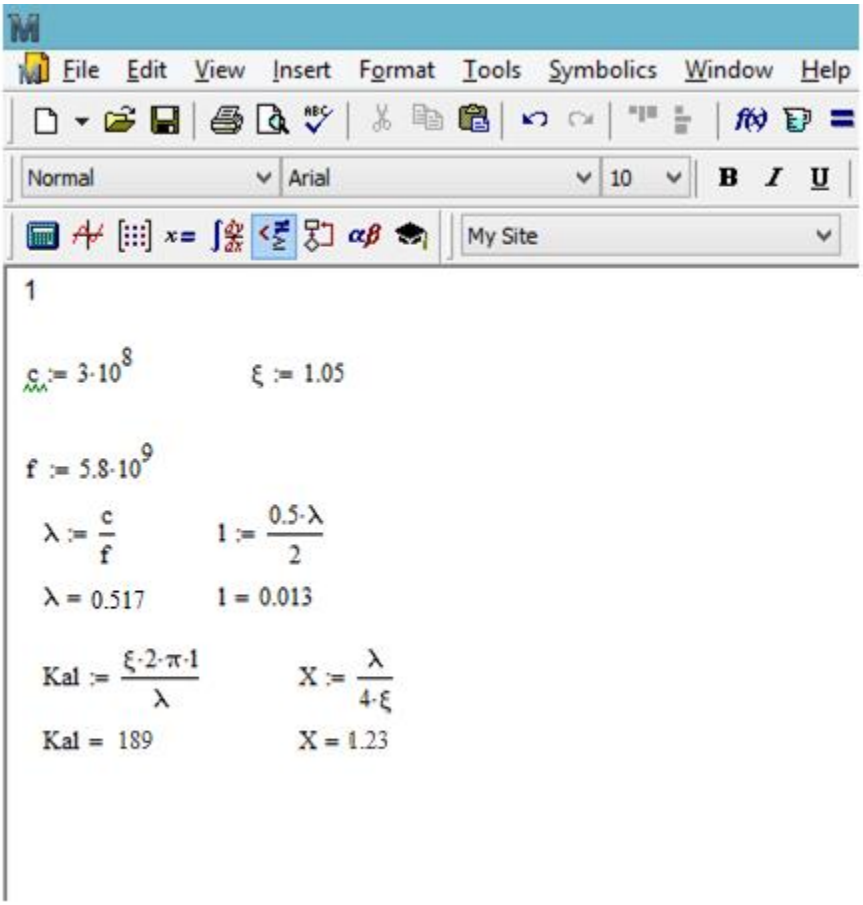


Рисунок А.1 - Окно с расчетами длины плеча полуволнового вибратора в среде Mathcad 14

Продолжение приложения А

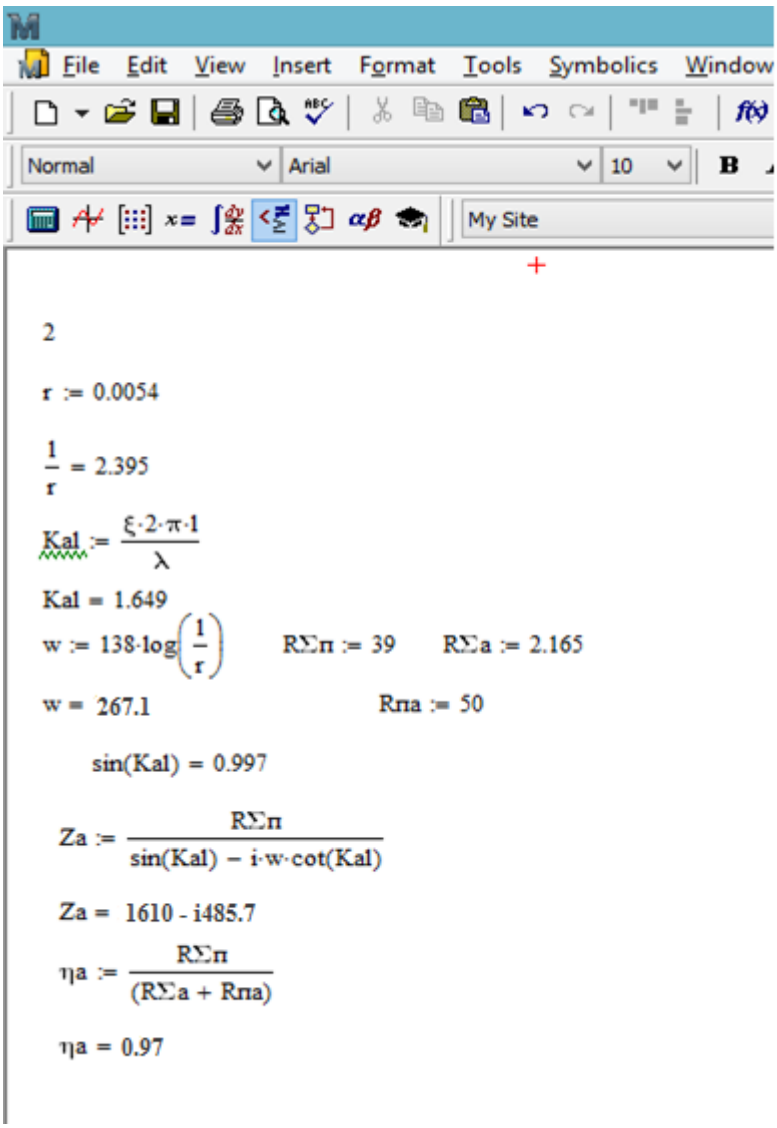


Рисунок А.2 - Окно расчета электрической длины вибратора, параметров для построения графика зависимости тока и заряда **в** среде Mathcad 14

Продолжение приложения А

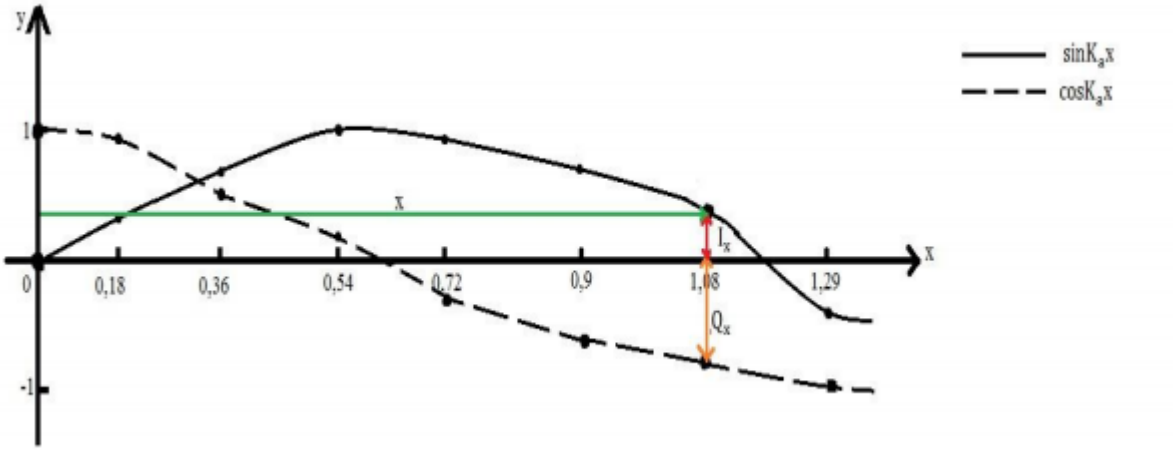


Рисунок А.3 - График зависимости тока и заряда по отношению к коэффициенту пучности

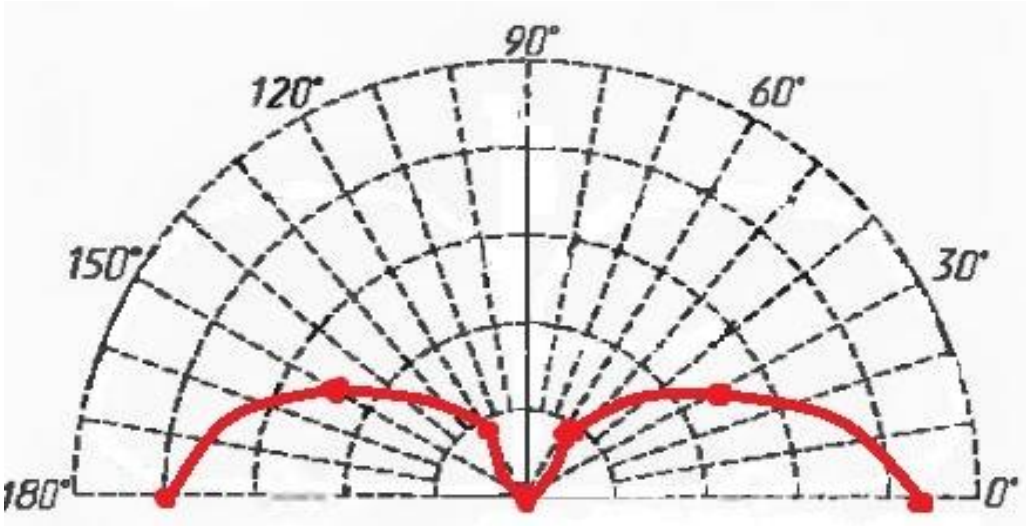


Рисунок А.4 - Диаграмма направленности антенны на 180º

Приложение Б
Расчет параметров дальности прямой видимости

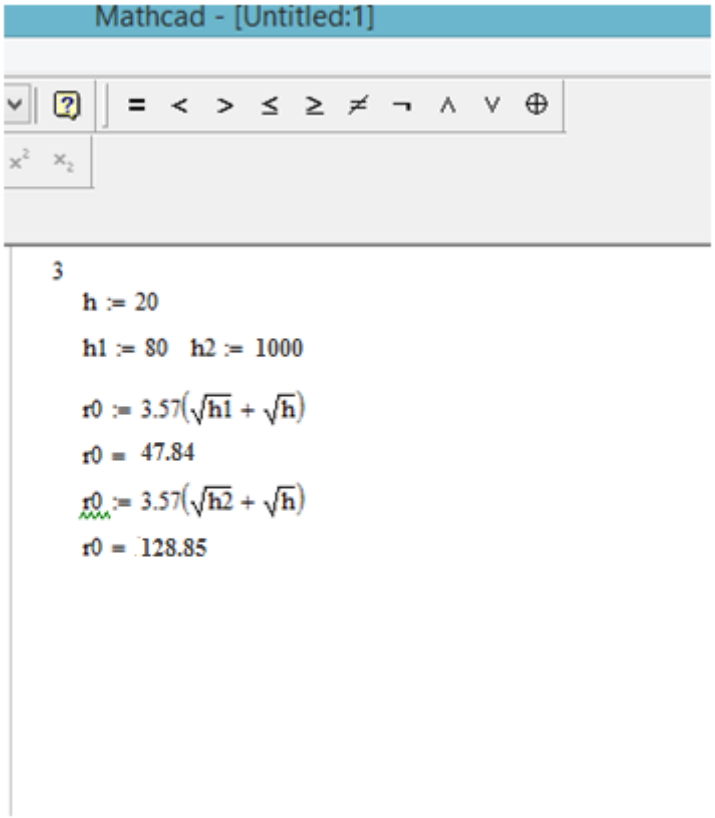


Рисунок Б.1 - Окно расчета параметров дальности прямой видимости в среде Mathcad 14

Приложение В
Расчет характеристики диаграммы направленности антенны

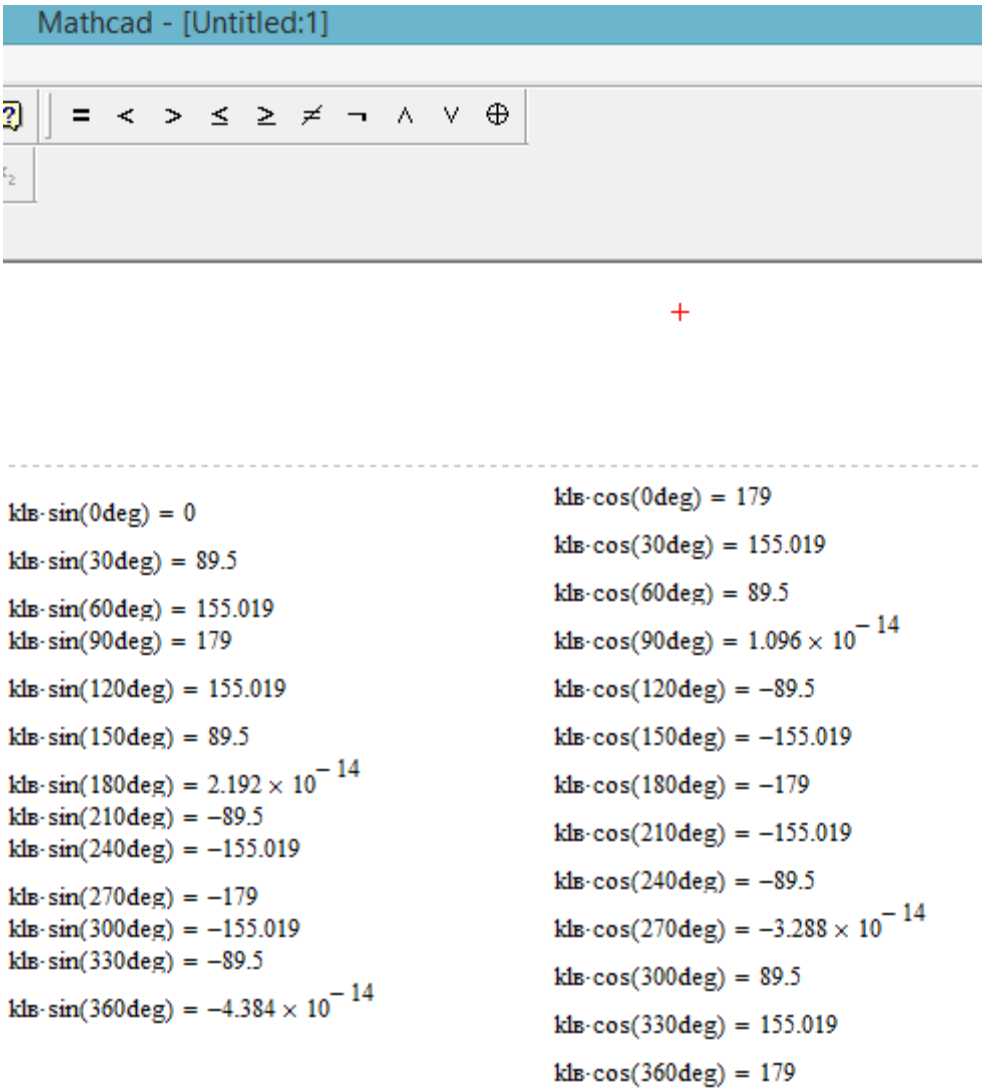


Рисунок В.1 - Окно расчета характеристики диаграммы направленности антенны в среде Mathcad 14