МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Телекоммуникационных систем

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой _____

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

_____ «_____»_____ **20__ г.**
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Организация корпоративной сети связи для компании Тенгис Сервис, Каз Мунай Газ

Специальность 5В071900

Выполнил (а) Мусатаев А.А. МТС-10-06
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Барсегянц К.В. ассистент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:
Бекишева А.И., к.э.н. доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «19» июня 2014 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
Джолдасбаев М.К., д.т.н., профессор
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «17» июня 2014 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:
Артюхин А.В. ст преподаватель
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «19» июня 2014 г.
(подпись)

_____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____ 20__ г.
(подпись)

Нормоконтролер: ст. препод. ТКС Кондратович А.П.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «20» 06 2014 г.
(подпись)

Рецензент: _____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____ 20__ г.
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество

АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Радиотехники и связи
Специальность 5В 071900
Кафедра ТИКС

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Мусатаев А.А.
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Организация корпоративной сети связи для компании Пиенис Сервис, Каз Мунай Газ

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

Срок сдачи законченной работы «25» мая 2014 г.

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

Для оперативного обслуживания предприятий компании необходимо организовать такую систему связи, которая обеспечивала покрытие больших расстояний м/у филиалами компании. При этом давала возможность передавать цифровой информационный сигнал от разных оконечных устройств.

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

1. Обзор компании Пиенис Сервис, Каз Мунай Газ
2. Обзор технологии VSAT
3. Топология сетей VSAT
4. Энергетический расчет спутниковой линии связи
5. Технико-экономическое обоснование проекта
6. Безопасность жизнедеятельности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. ЦУС главного офиса
2. Установка антенны 1,2 м. VSAT-станции
3. Антенна VSAT-станции
4. Состав абонентской станции VSAT
5. Топология „Звезда" сети VSAT
6. Пример организации топологии по типу „Звезда"
7. Полно-связная топология по типу „каждая с каждым"
8. Пример топологии „Mesh"
9. Вариант построения корпоративной сети
10. Схема помещения ЦСА
11. Схема искусственного освещения.

Рекомендуемая основная литература

1. Камнев В.Е., Черкасов В.В., Чечин Г.В. - Спутниковые сети связи : Учебное пособие. Москва 2004г.
2. М.Н. Гладышева, Л.П Клочковская - Спутниковые радиорелейные системы передачи. МУ. к выполнению курсовой работы. Алматы 2009.г.
3. Кислицин А.С. Корпоративные спутниковые информационные сети на основе VSAT. Москва 2007г.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
БЖД	Дюсебаев М.К	17.03-17.06	
Техническая часть	Барсегянц К.В	25.04-30.05	
Вып технико-	Арпухан А.В	12.05-19.06.14	
Эконом часть	Бекишева А.И	25.04-19.06.14	

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1.	Обзор компании Тенгис	28.02 - 08.03	8 %
	Сервис, Каз Мунай Газ		
2	Обзор технологии VSAT	08.03 - 13.03	15 %
3	Особенности организации	13.03 - 17.03	10 %
	сети VSAT		
4.	Отличие антенны VSAT от	17.03 - 22.03	5 %
	обычной спутниковой антенны		
5.	Конструкция и технические	22.03 - 25.03	3 %
	характеристики систем VSAT		
6.	Достоинства сети VSAT	27.03 - 27.03	7 %
7.	Топология сетей VSAT	28.03 - 02.04	12 %
8.	Энергетический расчет	07.04 - 25.04	10 %
	спутниковой линии связи		
9.	Технико-экономическое	27.04 - 13.05	5 %
	обоснование проекта.		
10.	Безопасность жизнедеятельности	13.05 - 22.05	10 %
11.	Анализ условий труда на	22.05 - 28.05	3 %
	предприятии связи		
12.	Технические решения	28.05 - 02.06	7%
	обеспечения безопасности		
	и жизнедеятельности		
13.	Заключение	03.06 - 10.06	5%

Дата выдачи задания «____»_____20___ г.

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

Руководитель Барс _____ Барсегянц К.В
(подпись) (Фамилия и инициалы)

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

Аңдатпа

Бұл дипломдық жобада жерсеріктік жүйесінде негізделген «Тенгис Сервис, КазМунайГаз» компаниясына корпоративті байланыс орнату мәселелері қарастырылған.

Жобада жерсеріктік навигациялық жүйенің жердегі стансадан максималды ара қашықтығына, геостационарлы жерсеріктік байланыс жүйесінің энергетикалық сипаттамаларына есептеулер жүргізілді.

Сонымен қатар, байланыс кәсіпорнында еңбекке талдау және өміртіршілік қауіпсіздігі шаралары ұсынылды.Дипломдық жобаның техникалық-экономикалық бөлімінде қондырғыға жұмсалатын шығындар, эксплуатациялық шығындар және экономикалық тиімділіктің негізгі көрсеткіштері есептелінді.

Аннотация

В данном дипломном проекте рассмотрен принципорганизации корпоративной сети связи для компании «Тенгис Сервис, КазМунайГаз»на основе спутниковых систем. Было рассчитано максимальное удалениенавигационного спутника от земной станции, энергетические характеристики геостационарных спутниковых систем связи.

Кроме того, проведен анализ труда на предприятии связи и предложены меры безопасности жизнедеятельности. В технико-экономической части дипломного проектабыли рассчитанызатраты на оборудование, эксплуатационные расходы и основные показатели экономической эффективности.

Annotation

In this thesis project examined the principle of building corporate network for the company «ТенгисСервис, КазМунайГаз» based on satellite systems. It was calculated the maximum distance from a navigation satellite earth station, the energy characteristics of geostationary satellite communication systems.

In addition, the analysis in the enterprise communications and propose measures safety. The feasibility of the graduation project was designed equipment costs, operating costs and the main indicators of economic efficiency.

Содержание

Введение 7
1 Обзор компании «Тенгис Сервис, КазМунайГаз» 8
2 Обзор технологии VSAT 9
2.1 Особенности организации сети VSAT 9
2.2 Отличие антенны VSAT от обычной спутниковой антенны 13
2.3Конструкция и технические характеристики систем VSAT 14
2.4 Достоинства сети VSAT 16
3. Топология сетей VSAT 17
3.1 Топология «звезда» 17
3.2 Топология «каждый с каждым» 19
3.3 Топология «Mesh» 20
4. Энергетический расчет спутниковой линии связи 24
4.1 Расчет энергетической спутниковой линии связи Атырау – Актау 25
4.1.1 Расчет спутниковой линии связи Атырау-KazSat2 на участке «вверх» 25
4.1.2 Расчет спутниковой линии связи KazSat2-Актау на участке «вверх» 31
4.2 Расчет энергетической спутниковой линии связи Актау – Атырау 37
4.2.1 Расчет спутниковой линии связи Актау - KazSat2 на участке «вверх» 37
4.2.2 Расчет спутниковой линии связи KazSat2 – Атырау на участке «вниз» 40
5 Технико-экономическое обоснование проекта 45
5.1 Сущность и цель проекта 45
5.2.1 Финансовый план 46
5.2.2 Капитальные затраты 47
5.3 Расчет доходов 51
5.4 Расчет показателей экономической эффективности 53
6 Безопасность жизнедеятельности 54
6.1.1 Анализ условия труда на предприятии связи 54
6.1.2 Организация рабочего места 55
6.1.3 Анализ освещения 56
6.1.4 Анализ системы кондиционирования помещения 57
6.2 Технические решение обеспечение безопасности и жизнедеятельности 57
6.2.1 Расчет естественного освещения 57
6.2.2 Расчет искусственного освещения 59
6.2.3 Расчет системы вентиляции 62
Заключение 65
Список сокращений 66
Список литературы 67
Приложение А Инженерный расчет в программной среде Mathcad 68

Введение

С развитием информационных технологий в больших и маленьких компаниях все более популярными становятся корпоративные сети. Существование бизнеса и его успешное развитие, к какой бы сфере он не относился, немыслимо без четких и слаженных действий, своевременного обмена информацией и оперативного контроля, за всей деятельностью компании.

Корпоративные сети, создаются на базе программного обеспечения и оборудования ведущих производителей. Предлагаемые сетевые решения обладают высокой экономической эффективностью, надежностью и безопасностью, и имеют возможность модернизации.

Какие возможности дает корпоративная сеть:

Внедрив на своем предприятии мультисервисную корпоративную сеть, можно организовать и четко отладить взаимодействие между разными офисами, превратив их в единую систему. Разрозненные филиалы, расположенные на расстоянии офисы или даже склады и торговые точки, будучи объединенными общей сетью, получают ряд важных преимуществ.

В первую очередь, это единое информационное пространство. Единая офисная сеть, связывающая все площадки, дает возможность сделать работу компании более эффективной. Обмен информацией, передача поручений и отчетов, оформление различной документации становятся более быстрыми и удобными.

Второе важное преимущество - единая система документооборота. Отправка и прием документов могут осуществляться по всем каналам сети, либо только по избранным, в зависимости от степени секретности.

Доступ к файлам, базам данных, архивам, подключение печатающим устройствам и т.п. организуется дистанционно. Все документы можно свести в четко структурированную информационную базу, благодаря которой процесс документооборота ускорится и упростится.

В список преимуществ можно включить следующие пункты:

– деятельность компании становится прозрачной для управляющих кадров и руководства;

– работу всех структурных подразделений организации можно контролировать качественно и оперативно;

– внутренний доступ ко всем базам данных, документации и отчетности осуществляется в режиме реального времени;

Оперативная и надежная связь между подразделениями, простота управления организацией и высокая скорость документооборота делают компанию конкурентоспособной, сильной и преуспевающей. Современные технологии, которые применяются в устройстве корпоративной связи, позволяют реализовывать высокотехнологичные проекты, проводить видео и аудио конференции. Благодаря этому специалисты предприятия могут не только идти в ногу со временем, но и на шаг опережать своих конкурентов.

1Обзор компании «Тенгис Сервис, КазМунайГаз»

ТОО «Тенгис Сервис, КазМунайГаз» было создано по соглашению Правительства Республики Казахстан и корпорации "Шеврон" в 1993 году для разработки месторождения Тенгиз. На сегодняшний день «Тенгис Сервис, КазМунайГаз» стала

крупнейшей и самой безопасной компанией в Казахстане, основной продукцией которой является сырая нефть, газ и сера.

Цель–стратегическая цель состоит в том, чтобы приносить наибольшую пользу существующим партнерам, Республике Казахстан и сотрудникам компании.

Деятельность–компания «Тенгис Сервис, КазМунайГаз» ведет геологоразведку, разработку, добычу, а также сбыт нефти и сопутствующие продукты, и осуществляет свою деятельность в соответствии с наилучшими мировыми стандартами техники безопасности и охраны окружающей среды.

Показатели– тенгизское нефтяное месторождение было открыто в 1979 году и является одним из самых глубоких и крупнейших нефтяных месторождений в мире.

- В 1993 году в «Тенгис Сервис, КазМунайГаз» было произведено 940 тысяч тонн сырой нефти.
- Общий объём производства по итогам 1994 года составил 1,8 млн. тонн нефти.
- 1998 год — объём произведенной товарной нефти составил 8,4 млн. тонн.
- В 2001 году объём добычи нефти составил 12,48 миллиона тонн присреднесуточном — 271 тысяча баррелей.
- В 2008 году «Тенгис Сервис, КазМунайГаз» достиг показателей, объём производства составил 17,3 миллионов тонн.
- В 2009 году «Тенгис Сервис, КазМунайГаз» достиг рекордных показателей, объём производства составил 22,5 миллионов тонн.
- В 2010 году «Тенгис Сервис, КазМунайГаз» превысил свой предыдущий рекорд, достигнув объемов добычи в 25,9 млн. тонн.

Согласно оценкам извлекаемые запасы нефти в коллекторе Тенгизского месторождения по апрель 2033 года могут составлять от 750 миллионов до 1.1 миллиарда тонн (6-9 млрд. баррелей).

Для оперативного обслуживания предприятий компании необходимо организовать такую систему связи, которая обеспечивала покрытие больших расстояний между филиалами компании, была экономически эффективна при организации и эксплуатации. При этом давала возможность передавать цифровой информационный сигнал от разных оконечных устройств (компьютер, факс, телекс и т.д.).

Такой системой является спутниковая система связи, построенная по схеме сетей VSAT.

2 Обзор технологии VSAT

2.1 Особенности организации сети VSAT

Малая земная станция спутниковой связи VSAT (Very Small Aperture Terminal) – это спутниковый терминал с небольшой, обычно 120-180 см, приемо-передающей антенной-тарелкой. Несмотря на то, что VSAT относится к категории «малых» станций, она обладает всеми возможностями своих «старших братьев» – больших приемо-передающих спутниковых комплексов. VSAT– станция способна обеспечить полностью автономный высокоскоростной доступ в Интернет, телефонную связь, мгновенную отправку больших объемов информации, с ее помощью можно проводить видеоконференции. Эти блага цивилизации доступны практически на всей территории Казахстана, для спутниковой связи не существует «белых пятен» на карте. Спутниковое оборудование предоставляет весь спектр современных мультисервисных услуг в любой точке потребностей абонента.

Принцип работы VSAT-станции очень прост и очень сложен одновременно. Для конечного пользователя спутниковый VSAT-терминал - является обычным модемом, через который он выходит в Интернет, в то время как для оператора связи, предоставляющего услуги спутникового доступа, это целое программно-аппаратное решение стоимостью до нескольких десятков миллионов долларов. Функционирование абонентских терминалов невозможно без ЦУС (Центра Управления Сетью), расположенного в крупных информационных центрах, где доступны магистральные каналы связи. Работу всей сети поддерживает центральный сервер спутникового оператора (HUB), а пользовательский терминал является лишь конечным звеном в цепочке провайдер-спутник-клиент. Такое решение удобно и оператору связи, и конечному пользователю: оператор контролирует работу всей сети, не покидая своей технологической площадки, он может гибко конфигурировать оборудование, вносить необходимые изменения в топологию сети. Потребитель же не заботится о том, какими средствами осуществляется его взаимодействие с внешним миром и не производит сложных настроек оборудования.

Рисунок 2.1 - Центр Управления Сетью (ЦУС) главного офиса.

Отличие одностороннего интернета от двустороннего спутникового интернета в том, что при одностороннем доступе используется дешевое спутниковое оборудование, продающееся в большинстве магазинов спутникового ТВ. Односторонний доступ обеспечивает только входящий канал интернет (тарелка служит для приема и ничего не отправляет). Для полноценной работы при такой схеме подключения, необходимо еще и наземное соединение с интернет (ADSL, dial-up, GPRS). Односторонний спутниковый интернет отличается невысокой стабильностью работы, невысокой скоростью исходящего канала, он не способен обеспечить полноценную работу всех необходимых сетевых сервисов (IP-телефонии, FTP-служб, удаленного доступа, видеоконференций).

При симметричном (двустороннем) спутниковом доступе в интернет оборудование является приемо-передающим и работает независимо от наземных каналов связи. Это означает, что при использовании VSAT-технологии вы получаете высокоскоростной доступ практически в любой географической точке. VSAT обеспечивает полноценную работу большинства сетевых служб, поддерживает

основные протоколы IP-телефонии, клиент-серверных приложений. Фактически, для работы VSAT-терминала необходимо только наличие сети электрического питания.

VSAT-станции используются для организации широкополосного доступа в Интернет, телефонной связи, передачи данных для корпоративных сетей, видеоконференций, дистанционного обучения. Обычно VSAT-терминалы эксплуатируются вне больших городах, в местах со слабой инфраструктурой связи, в учебных и правительственных учреждениях, на нефтяных и газовых месторождениях. Зачастую использование VSAT также целесообразно и в регионах, где отсутствует проблема "последней мили" и есть наземные каналы связи. Сферы применения VSAT в таких случаях - это корпоративные сети предприятий, резервирование наземных каналов, телемедицина и дистанционное обучение.

Типовые услуги, доступные на базе VSAT-технологии:

- Корпоративная передача данных
- Доступ в Интернет
- Телефонная связь
- Видеоконференцсвязь
- Электронная почта
- Видеонаблюдение
- Многоадресная рассылка информации (мультикастинг)
- Дистанционное обучение

К VSAT относятся наземные спутниковые станции с антеннами диаметром менее 2,4 метра. Законодательство РК обязывает владельцев VSAT получать частотные разрешения в органах Связь надзора. Но, применяется упрощённая процедура получения разрешений на частоты (регистрация может затянуться на несколько месяцев).

VSAT- станция состоит из двух основных частей:

- внешнего блока (спутниковой антенны и приёмопередатчика, мощностью 1-2 Вт, а так же опорно-поворотного устройства (крепления))

- внутреннего блока (спутникового маршрутизатора или модема), устанавливаемого в помещении и подключаемого к внешнему блоку посредством радиочастотного кабеля.

VSAT работают, как правило, в диапазоне частот 11/14 ГГц (Ku-диапазон, одно значение частоты на прием, другое на передачу). В настоящее время зарубежными операторами связи активно осваивается диапазон 18/30 ГГц (Ka-диапазон). Внутренний блок имеет 1-2 порта Ethernet (RJ-45) и встроенные функции маршрутизатора. Некоторые модели дополнительно оснащены 1-2 телефонными портами, что позволяет пользователю подключать VSAT прямо к своему компьютеру или телефону.

Таким образом, в Атырау необходимо установить ЦС сети VSAT, а в Актау наземный терминал. При этом сеть будет выполнять следующие функции:

- Доступ в Интернет
- Телефонная связь
- Видеоконференцсвязь
- Электронная почта

Рисунок 2.2 - Установка антенны 1,2 метра VSAT-станции на базе HughesNet.

Наиболее популярные платформы VSAT.

VSAT - это общий термин, описывающий среду передачи данных (в данном случае это спутниковые каналы связи). На практике же, существует несколько основных решений (технологий или платформ) разрабатываемых компаниями-лидерами VSAT-рынка. Основных технологий не так уж и много (перечислены наиболее популярные платформы):

- HughesNet (DirecWay) - разработкакомпании Hughes Network Systems (США)
- LinkStar - разработка компании ViaSat (США)
- SkyEdge - разработка компании Gilat (Израиль)
- iDirect - разработка компании iDirectTechnologies (США)
- EMS - разработка компании EMS Technologies (Канада)

Различные платформы, как правило, технологически несовместимы друг с другом и выбрав оборудование одной технологии вы не сможете подключится к другой платформе без частичной или полной замены оборудования. Исключение составляют VSAT-станции, поддерживающие стандарт DVB-RCS. О преимуществах и недостатках каждого решения можно спорить бесконечно, но на практике выбор оборудования должен определятся в каждом конкретном случае, исходя из задач, которые необходимо решить с помощью VSAT-оборудования. В данном случае, выбирается оборудование SkyEdge, которое выполняет все представленные функции:

- Телефонная связь
- Видеоконференцсвязь
- Электронная почта
- Видеонаблюдение

2.2 Отличие антенны VSAT от обычной спутниковой антенны.

Конструктивно практически ничем. Основные отличия - это материал, из которого изготовлена антенна (обычно это высококачественный, армированный металлом пластик) и качество изготовления зеркала антенны. Поскольку, антенна является еще и передающей, то к форме зеркала предъявляются очень высокие требования. В фокусе антенны устанавливается приемо-передающий блок (блок наружной установки).

Блок наружной установки (ODU) - внешний блок, устанавливаемый в фокусе антенны, который передает концентратору и получает от него через спутник модулированные радиосигналы. В состав ODU входят полупроводниковый усилитель (SSPA, BUC), понижающий преобразователь малошумящего блока (LNB) и поляризационный селектор (OMT). BUC и LNB подключены к отдельным портам OMT. Такая конфигурация обеспечивает прием сигнала с поляризацией определенного типа и передачу сигнала с поляризацией другого типа, обычно ортогонального. Межблочный кабель имеет разъемы F-типа. Заводские антенны VSAT комплектуются облучателем и OMT.

Рисунок 2.3 - Антенна VSAT-станции диаметром 1,2 метра с установленным передатчиком Hughes.

2.3 Конструкция и технические характеристики систем VSAT.

Спутниковая станция типа VSAT состоит из высокочастотного (ODU) и низкочастотного (IDU) модулей. Модуль ODU состоит из антенны и приемопередатчика и размещается вне здания, в котором устанавливается модуль IDU, который в свою очередь состоит из модема и мультиплексора (каналообразующей аппаратуры), (см. рисунок 2.3).

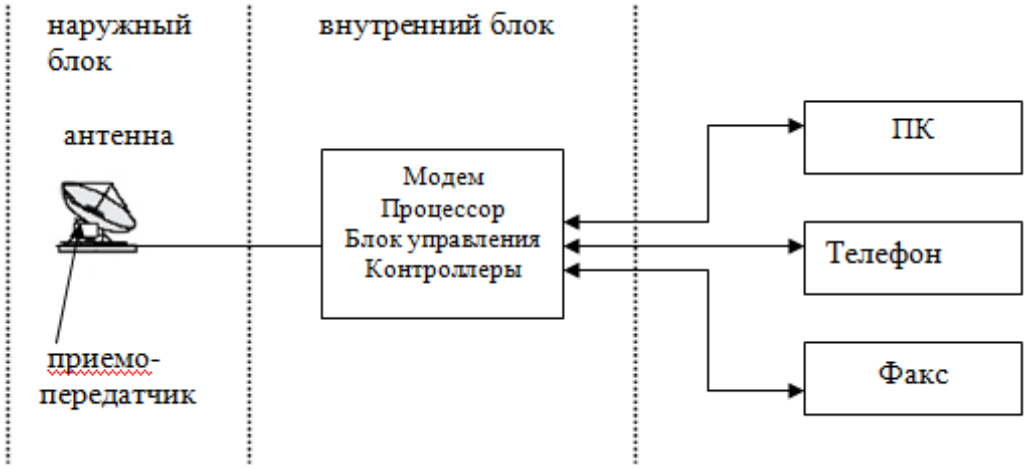

Рисунок 2.4 – Состав абонентской станции VSAT

В состав комплектации входит параболическая антенна малого диаметра и приёмопередатчик. Если абонент находится вдали от центра зоны освещения спутника, то в канале используются более мощные передатчики или антенны большего диаметра, а так же увеличивается скорость в данном канале. В помещении устанавливается модем и мультиплексор. ODU и IDU соединяются между собой посредством радиочастотных (RF) кабелей, по которым идет сигнал промежуточной частоты (IF) (либо 70 или 140 МГц).

Внешний высокочастотный блок, состоящий из антенны и приемопередающего блока, устанавливается на самой антенне.

В свою очередь, приемопередающий блок обеспечивает преобразование низкочастотного сигнала, а так же усиливает передачу “вверх” и прием высокочастотного сигнала со спутника, осуществляет преобразование в низкочастотный сигнал и передачу к внутреннему блоку.

Наружный модуль комплекта VSAT (ODU – OutDoorUnit) состоит из антенны, блока - конвертера с низким уровнем шума или LNB, который усиливает полученные со спутника сигналы, а так же передатчика. Однозеркальная антенна обычно выполняется по схеме офсет (со смещенным центром). Использование данной схемы «офсет» снижает уровень боковых лепестков, идущих параллельно земли и дающих максимальные помехи, позволяет избежать накопления атмосферных осадков на поверхности рефлектора.

Состав антенны:

- рефлектор (зеркала);
- система облучения;
- опорно-поворотное основание (ОПО).

Состав основного терминала:

- СВЧ блок преобразования частот;
- усилитель мощности (SSPA или TWT);
- конвертор малого шума (LNC);
- блок электропитания (PS);
- соединительный кабель.

Основной функцией приемопередатчика является преобразование после модулятора сигнала IF, на конверторе вверх, в RF сигнал для передачи через антенну и

в преобразовании полученного RF сигнала в сигнал IF, на конверторе вниз, для блока, используемого как демодулятор.
Внутренний блок (IDU – InDoorUnit) – то небольшой настольный прибор, который преобразовывает информацию, проходящую между аналоговыми коммуникациями на спутнике и местными устройствами, такими как телефоны, компьютерные сети, ПК, ТВ и т.д. IDU могут содержать также дополнительные функции, такие, как безопасность, ускорение сети и другие свойства. Внутренний блок соединяется с внешним посредством двух кабелей.

Внутренний блок представляет собой стойку с установленным в ней спутниковым модемом и мультиплексором. Иногда в стойке устанавливается и дополнительное оборудование сумматоры, вентиляторы, UPS и т.п. UPS может устанавливаться и вне стойки, отдельно.
Спутниковый модем предназначен для кодирования передаваемого цифрового потока, пришедшего из мультиплексора, модулирования сигнала по IF, необходимого усиления и передачи сигнала на внешний блок. И приема сигнала IF из внешнего блока, усиления его, демодулирование в цифровой сигнал, декодирование и передачу в мультиплексор, в части демодулятора.

Мультиплексор используется для мультиплексирования голосовой, факсимильной информации, а так же для передачи данных. Мультиплексор позволяет объединить телефонный и факсимильный трафик с синхронной и асинхронной передачей данных в один канал, предаваемый по сетям, наземным или спутниковым линиям. Данное действие снижает телекоммуникационные затраты посредством увеличения уменьшения пропускной способности канала с передачей большего количества информации.

Для организации доступа к сетям наземных телекоммуникаций используют спутниковые шлюзы, которые представляют собой большие станции, к которым подключены через спутник VSAT-станции.
Функции шлюза:

– доступ к телефонным сетям;

– организация услуг междугородной связи с доступом к сети общего пользования;

– организация услуг международной телефонной связи;

– доступ к специальным телефонным сетям, таким как "Искра-2";

– доступ к сети передачи данных, например, INTERNET, RELCOM и др.;

– обеспечение аренды наземного канала для любой точки.

2.4 Достоинства сети VSAT

Большую популярность использования сетей VSAT объясняется большим количеством преимуществ, состоищихиз:

– широты охвата территории и ее гибкости конфигурации. Один такой ГСР с глобальным приемоподающим лучом может обслужить около трети всей земного шара. Что позволяет использовать его для создания крупномасштабных сетей связи с такими узлами, которые будут распределенными по большой территории. Действующие спутниковые сети VSAT очень легко и дешево расширить, а так же реконфигурировать в соответствии с требованиями абонентов;

– возможности использовать цифровые каналы систем связи широкого диапазона и большой пропускной способности, что дает возможность пользователям построить сеть, с высокими требуемыми информационными услугами и к их качеству при минимальных на них затратах;

– высокого качества передаваемых данных. Сети VSAT подавляют большую часть своего рабочего времени, обеспечивая вероятность ошибочного приема двоичного символана пределах не более 10-6;

– терминалов сети VSAT, которые устанавливаются вблизи рабочих мест абонентов и легко соединяются с их оконечным оборудованием и информационными системами;

– возможности интегрального обслуживания. В одной такой сети VSAT можно разметить передачу всех типов трафика, таких как данные, речь и видео. Средства сети VSAT поддерживают большое количество интерфейсов и совместимы с различными протоколами разных сетей;

– управляемости. В состав центральной земной станции сети VSAT входит подсистема управления сетью, которая реализована на базе управляющего приложения и надежного его сервера. Эта система может гарантировать эффективное управление функционированием, да и не только самой центральной ЗС, но и всех ее периферийных терминалов. С помощью нее осуществляется как управление информационными потоками, так и техническая диагностика возможных неисправностей;

– возможности дистанционного управления, а так же диагностики сети VSAT и его терминалов из единого удаленного центра системы;

– информационной безопасности, обеспечивающей использование таких эффективных алгоритмов криптозащиты передаваемых данных. Скрытное подключение аппаратуры прослушивания к оборудованию терминалов сети VSAT, непосредственно контролируемому пользователем, дело сложное;

– VSAT терминала, который можно поставить в короткие строки, а требования к площадке для его установки весьма снижены;

– относительно небольшой и постепенно снижающаяся стоимости станций сети VSAT;

– низкой стоимости и простоты технического обслуживания. Как правило, терминалы VSAT не требуют постоянного технического обслуживания.

3 Топология сетей VSAT

В зависимости от распределения трафика между абонентами архитектура сетей спутниковой связи различается по некоторым признакам, таким как конфигурация трафика и структура его управления.

3.1 Топология «звезда»

Топологии «звезда». В топологии «звезда» передача с удаленных терминалов коммутируются на ЦУС (см. рисунок 3.1). ЦЗС в такой топологии находится в центре, т.е. все входящие сигналы приходят сначала на земную станцию затем, после обработки, отправляются абонентам.

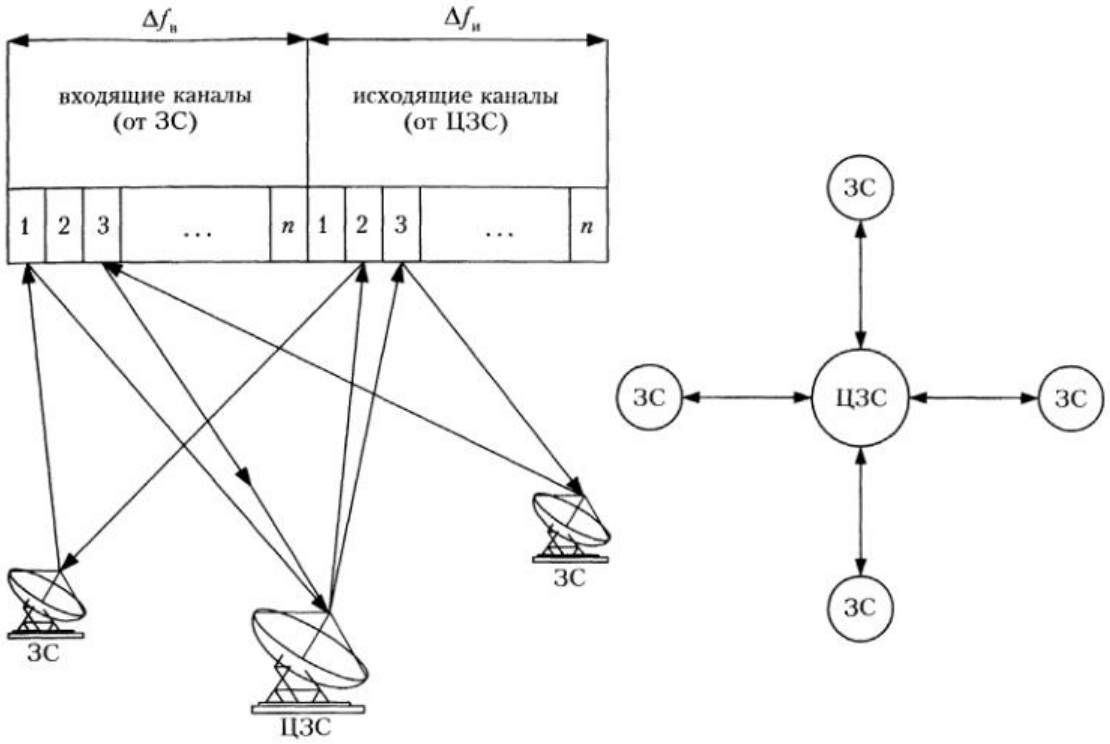

Рисунок 3.1 – Топология «звезда» сети VSAT

Недостатком такой архитектуры является то, что имеет место двойной скачок при организации связи между терминалами сети, что приводит к увеличению задержек сигнала в сети. Сети VSAT похожей архитектуры широко используются для осуществления информационного обмена между большим количеством удаленных терминалов, которые не имеют общего трафика, и центральным офисом фирмы, а так же различными транспортными, производственными, да и финансовыми предприятиями (см. рисунок 3.2).

К числу недостатков топологии «звезда» относятся:

– большая задержка сигнала, около 600 мс, которая снижает использование такой сети для телефонной связи, но не влияет на обмен данными;

–использование частотного ресурса ретранслятора на 50% в случае обмена данными между ЗС. Функции ЦЗС сводятся к приему, коммутации и распределению информационных потоков. Ресурсы будут использоваться лучше, если в сети будет преобладать однонаправленная передача информации.

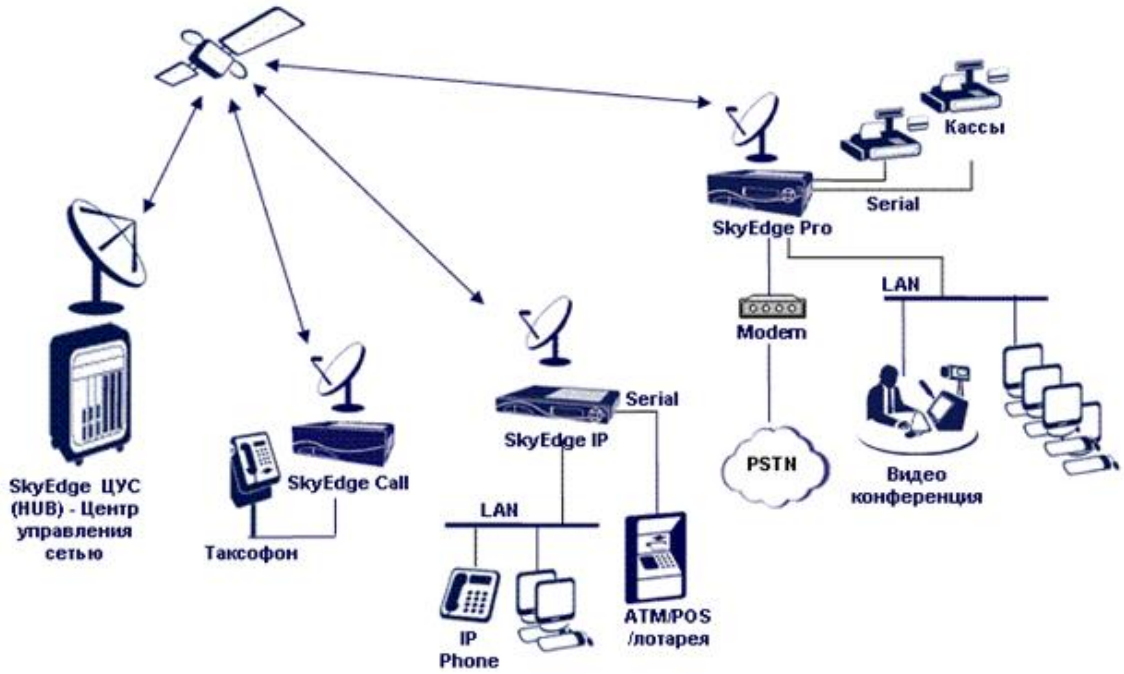

Рисунок 3.2 – Пример организации топологии по типу «звезда»

Архитектура по типу «Звезда» используется:

– при большом количестве периферийных терминалов;

– при отсутствии необходимости телефонных и других устройств;

– при использовании направленной передачи данных (например, в сетях сбора информации).

Если считать, что спутник на геостационарной орбите находится в пределах 35 400 км от поверхности Земли, то передача сообщений будет занимать определенное время. С увеличением расстояния, передача 1 бита информации из одного места в другое (единичный "скачок") занимает около 0,25 секунды. Если же передача осуществляется от одной станции VSAT на подобную станцию, то топология «звезда» подразумевает под собой целых два таких скачка, что приводит к увеличению задержки в два раза и составит 0,5 секунды.

Такая задержка во времени не значительна, если передача данных осуществляется между двумя компьютерами. К тому же, топология «звезда» позволяет станциям VSAT использовать меньшие размером антенны и передатчики, имеющие малую мощность, так как они работают с использованием одной большой антенны на ЦЗС.

Но задержка при использовании топологии «звезда» может стать заметной только при голосовой передаче. Поэтому данную топологию лучше использовать при передаче сообщений, которая происходит между центральной системой и отдаленными станциями и будет составлять один скачок или когда передача от одной станции VSAT к другой не требует мгновенного ответа.

3.2 Топология «каждый с каждым»

Полно-связная топология по типу «каждый с каждым». В данной топологии, ее еще называют топология Mesh, обмен информации происходит между периферийными терминалами (см. рисунок 3.2). В таком случае, нет необходимости в использовании большой ЦЗС, а управление и распределение ресурсов выполняет координирующая станция, в качестве которой может выступать любая земная станция, если у нее есть соответствующий аппаратно-программный комплекс средств (см. рисунок 3.3).

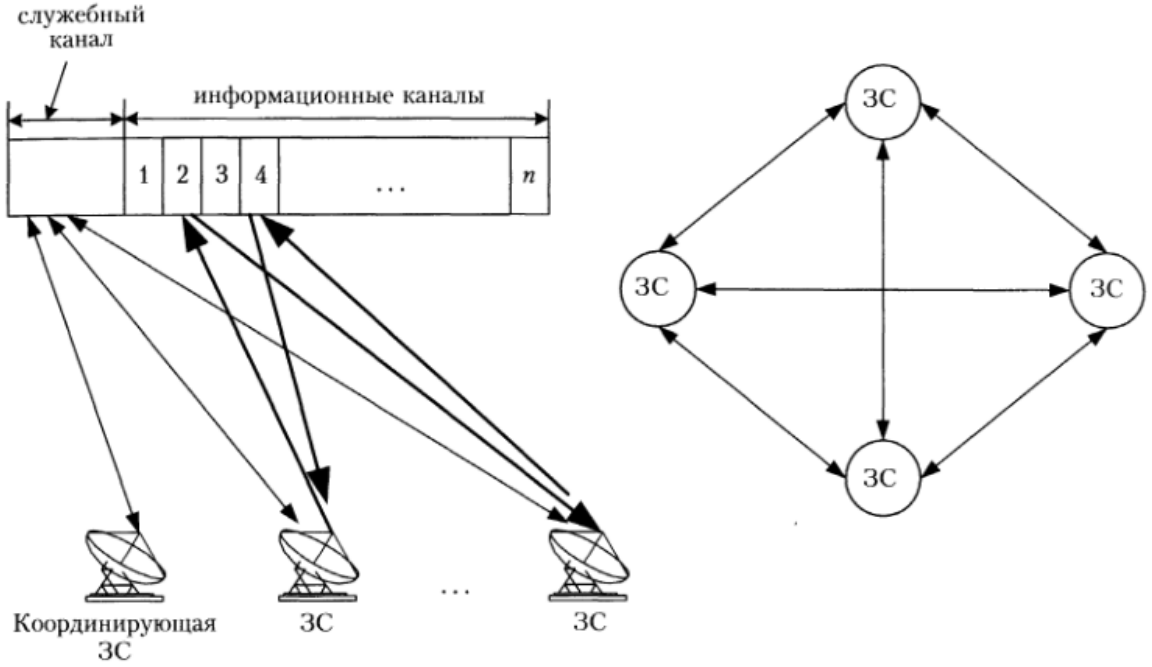

Рисунок 3.3 – Полно-связная топология по типу «каждая с каждой»

В сети типа «каждый с каждым» обеспечиваются прямые соединения между любыми абонентскими станциями (так называемый "односкачковой" режим связи). Количество, в таком случае, требуемых дуплексных радиоканалов равно N x = (N - 1), где показатель N - это число абонентских станций в данной сети. Таким образом, каждая абонентская станция должна иметь как минимум N - 1 каналов для приема и передачи одновременно. Данная архитектура оптимальна для таких сетей как телефонная, которые создаются в труднодоступных или удаленных районах, а также для сетей передачи данных с малым числом удаленных терминалов.

Для работы между двумя небольшими терминалами от сети VSAT требуются большие энергетические ресурсы в данной типологии в отличие от топологии «звезда», так как в сетях по типу «каждый с каждым» на абонентских станциях используются мощные передатчики и антенны большего диаметра.

3.3 Топология «Mesh»

Топология сети по типу «Mesh» обеспечивает такую возможность VSAT, как общение напрямую с другими станциями VSAT. Причем сводя к минимуму задержку припередачи групповых потоков сообщений. Это означает, что осуществить телефонный разговор между людьми, говорящими по телефонам, соединенным через сеть VSAT, можно использую только единичный скачок, незаметный для большинства людей. Технология Mesh IP поддерживает передачу таких данных в один единственный скачок для компьютерных приложений, таких как программное обеспечение клиент/сервер, которое требует мгновенного соединения между компьютерами в отдаленных точках (см. рисунок 3.4)

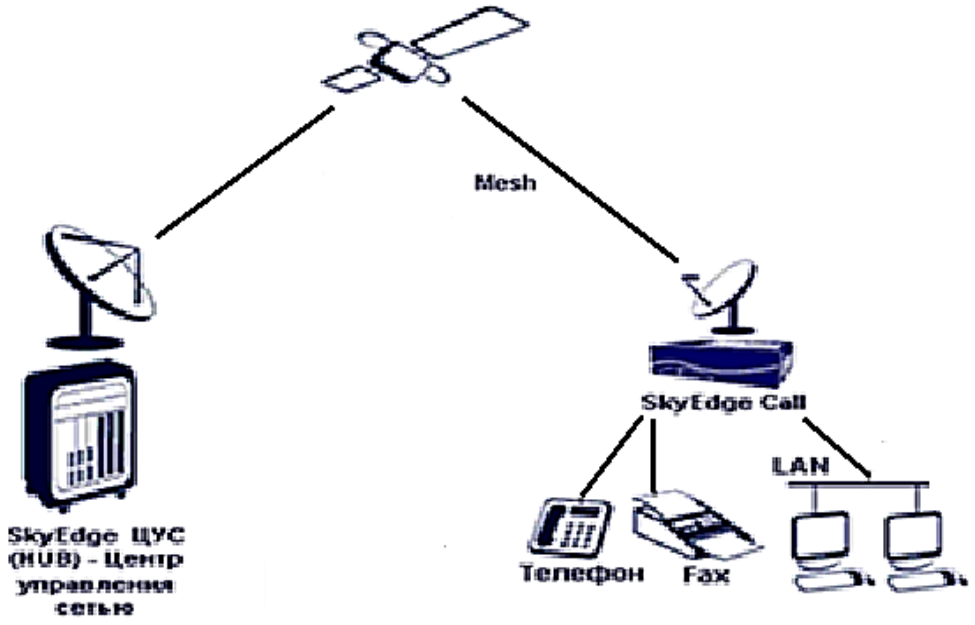

Рисунок 3.4 – Пример топологии Mesh

В сетях типа Mesh так же возможна связь одной абонентской станции с другой, минуя центральную станцию. На сегодняшний день, такие сети представляют собой целый отдельный «класс» спутниковых сетей, для построения которых используются специфические технологии, такие как TDMA, FTDMA и специфическое, достаточно дорогое оборудование, такое как терминалы WiasatLinkWay, Eclipse и др. Последние достижения спутниковой связи позволяют создавать даже полносвязные сети внутри одной сети по типу «звезда». Операторы, которые предоставляют услуги «двустороннего спутникового Интернета», предлагают абонентам внутри своей сети, находящимся под управлением своей центральной станции, организовать полносвязную спутниковую сеть.

Если клиент сети по типу «Звезда» получает только одну земную станцию и только возможность доступа к только разделяемому спутниковому каналу связи, то клиент сети по типу «Mesh» получает как выделенный спутниковый ресурс, так и доступ ко всем станциям. Сеть клиента может объединять до десятка и даже сотни земных станций, при этом каждая такая станция будет передавать любые данные любой другой станции напрямую, и на каждой станции будет установлен единственный терминал, который будет вещать по всем направлениям. Таким образом, сеть по типу «Mesh» работает, так же как и один маршрутизатор с использованием географически распределенных портов.

Что касается спутникового ресурса, выделенного клиенту, тот он может распределяться между его станциями как динамически, так и в зависимости от его мгновенных потребностей. Данное свойство позволяет эффективно использовать арендованную полосу пропускания. Да и с таком случае, оборудование позволяет назначить приоритеты каждому типу трафика. Такая возможность дает голосу доступ в сети без больших задержек, а в те моменты, когда идут перегрузки в канале, «придерживает» трафик данных в буферах терминалов.

К преимуществам полносвязных сетей спутниковой связи относятся:

– организация связи между двумя станциями сети по типу «Mesh» осуществляется при задержке «в один скачок», что позволяет использовать такую сеть как для приложений, критичных к задержкам, таким как телефония или видеоконференцсвязь;

– внутренний трафик сети клиентов не проходит через центральную станцию, а спутниковый канал связи используется только один раз и плата за него не берется дважды;

– возможности сетей по типу «Mesh» расширены относительно других технологий.

Одно и то же клиентское оборудование для сети по типу «Mesh» может работать как в самой сети «Mesh», так и в режиме по типу «звезда» с центральной станцией. Один терминал так же может функционировать и в двух режимах одновременно, одна и та же станция будет использоваться для связи с другой абонентской станцией, например, для организации корпоративной телефонной связи, и с центральной станцией сети, например, для получения доступа к сети Интернет. Станции сети по типу «Mesh» могут так же работать в режиме, когда закреплены каналы, то есть по типу «точка-точка» или «точка-HUB» с фиксированной скоростью, схоже с работой режима SCPC. Только в режиме SCPC отдельного частотного присвоения не требуется.

Недостатком сетей по типу «Mesh» является высокая стоимость оборудования, по сравнению с сетями по типу «Звезда», а так же высокая стоимость выделенных каналов, по сравнению с режимом SCPC. Но не смотря на недостатки, достоинств намного больше, что с лихвой компенсируются при использовании этой топологии применимо к бизнесу.

Оборудование для сетей по типу «Mesh» схоже с оборудованием для «двунаправленного спутникового Интернета». Это объясняется тем, все абонентские станции по типу «Mesh» работают со станциями сети типа «Звезда» в одной плоскости, под управлением единой центральной станции («HUB»). Но есть два существенных отличия этих топологий и оборудования.

Первое отличие - количественное. Станции по типу «Звезда» работают «в паре» с центральной станцией, имеющей большую антенну большого диаметра и достаточно мощный передатчик, поэтому они сами могут иметь достаточно небольшие антенны и достаточно слабые передатчики. Станции по типу «Mesh» работают друг с другой, поэтому они имеет антенны несколько большего размера, чем станции по типу «Звезда», и более мощные передатчики.

Второе отличие - качественное. Станции по типу «Звезда» принимают только один сигнал типа TDM от своей центральной станции. Он представляет собой непрерывный цифровой поток на одной несущей частоте, в котором передаются как полезные данные, так и служебные команды по управлению данной сети. По структуре этот сигнал похож на сигнал спутникового цифрового телевидения типа DVB. Станции по типу «Mesh» то же получают временную синхронизацию от своей центральной станции сети и полностью управляются ею: устройство «HUB» анализирует потребности своих станций на передачу и динамически распределяет между ними пропускную способность общего спутникового канала связи. Поэтому станция по типу «Mesh» должна принимать сигнал типа TDM от своей центральной станции. В то время как она должна так же принимать передачи других таких же своих станций. Делать это достаточно сложно по тому как они передают информацию пакетами, или «вспышками» (burstmode), только во временных окошках (тайм-слотах), назначенных им своей центральной станцией. Кроме того, они передают на той частоте, отличной от частоты несущей сигнала типа TDM. Поэтому такие терминалы абонентских станций по типу «Mesh» имеют два независимых демодулятора: один служит для приема TDM-несущей от устройства «HUB», второй - для приема «беретов» от других абонентских станций сети типа «Mesh».

Разные производители реализуют эту особенность по-своему. Абонентский терминал с названием SkyEdge-Pro от фирмы Gilat имеет свое базовое шасси с одним лишь демодулятором типа TDM, которое обеспечивает работу только в оном режиме и это по типу «Звезда». Для работы же в режиме по типу «Mesh» это шасси комплектуется дополнительной платой для второго демодулятора. У такого терминала уже будет два отдельных входа с разными F-разъемами, для подключения которых к LNB будет использоваться уже внешнее устройство - сплиттер. Оборудование фирмы IDirect построено уже по следующему принципу: для работы с одним и тем же устройством «хаб» уже используются терминалы типа Infinity-3100, которые поддерживают только топологию «Звезда», и терминалы типа Infinity-5300, которые поддерживают и топологию «Звезда», и «Mesh».

Одновременно с работой в сети по типу «Mesh» абонентские станции могут работать в сети с топологией по типу «Звезда», обеспечивая доступ в Интернет (см. рисунок 3.5).

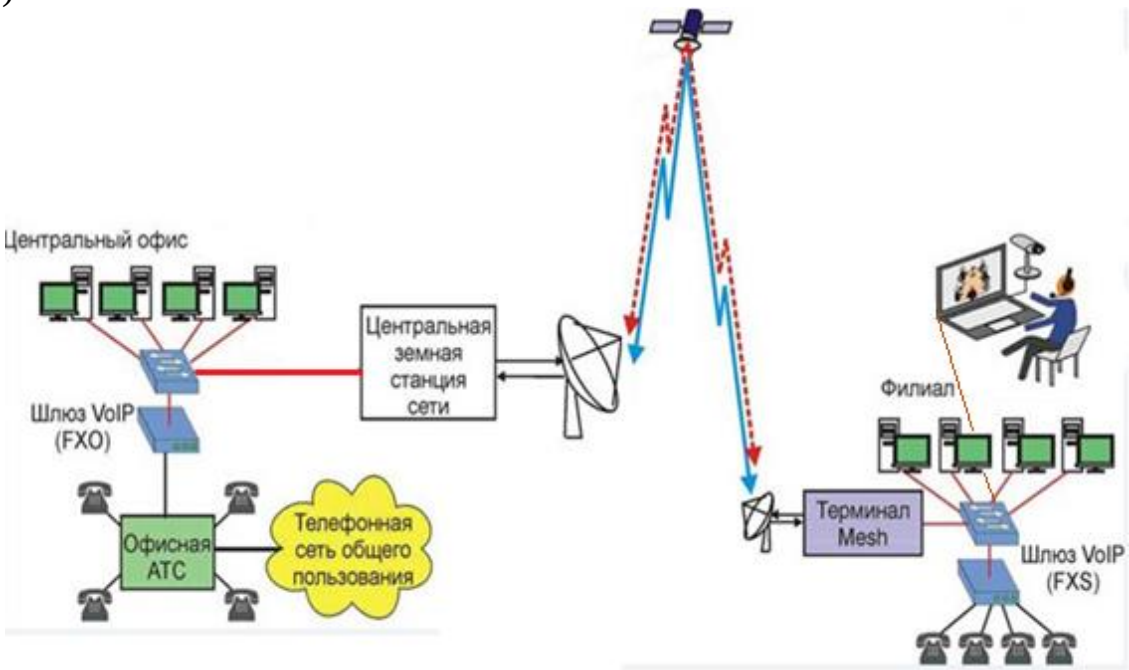

Рисунок 3.5 – Вариант построения корпоративной сети

Сети по типу «Mesh» подходят как для видеоконференций, так и телефонии, но лучше для видеоконференций. Временная задержка в таком случае минимальна и составляет от 0,25 секунд и не зависит от направления передачи трафика. Возможны скорости передачи до 3 Мбит/сек. - это при современных технологиях сжатия видео, таких как MPEG-4 AVC, H.264, WindowsMedia, что соответствует качеству вещательного телевидения. Канал может так же быть предоставлен с гарантированной минимальной скоростью или гарантированной постоянной скоростью. При этом клиентам будут выделяться не физические каналы, как в режиме SCPC, а будут выделяться виртуальные каналы, которые по окончании конференции автоматически переходят другим пользователям сети. Абонентская же станция будет оборудована антенной малых размеров, порядка 1,8...2,4 м. и одним терминалом, стоимость будет выше стоимости станции «двунаправленного спутникового Интернета», но не значительно отличаться. Частотного же присвоения не требуется, достаточно будет только свидетельства о регистрации РЭС. Все это позволяет организовать ВКС с большим количеством удаленных пользователей, находящихся в любой точке земного шара. В их числе могут быть «мобильные» участники спередвижными или переносными VSAT. Центральный офис и его сервер видеоконференций могут

находиться в любом месте и в пределах крупных городов. Наличие собственной спутниковой станции в центральном офисе делает систему полностью автономной и независимой от других операторов связи.

4 Энергетический расчет спутниковой линии связи

Через линию связи сигналы посылаются вверх, по направлению к спутнику, обрабатываются электронным способом и затем ретранслируются через линию связи вниз, по направлению к наземным приемным станциям.
Линия спутниковой связи состоит из двух участков: Земля-спутник и спутник-Земля.

Основная особенность спутниковых линий - наличие больших потерь сигнала, обусловленных затуханием его энергии на трассах большой физической протяженности. Так, при высоте орбиты ИСЗ, равной 36 тыс. км, затухание сигнала может достигать 200 дБ. Помимо этого основного затухания в пространстве, сигнал в линиях спутниковой связи подвержен влиянию большого числа других факторов. Таких как поглощение в атмосфере, рефракция, влияние дождевых осадков и т. д. С другой стороны, на приемное устройство спутника и земной станции кроме собственных флуктуационных шумов воздействуют разного рода помехи в виде излучения космоса, Солнца и планет. В этих условиях правильный и точный учет влияния всех фактории позволяет осуществить оптимальное проектирование системы, обеспечить ее уверенную работу в наиболее трудных условиях и в то же время исключить излишние энергетические запасы, приводящие к неоправданному увеличению сложности земной и бортовой аппаратуры.

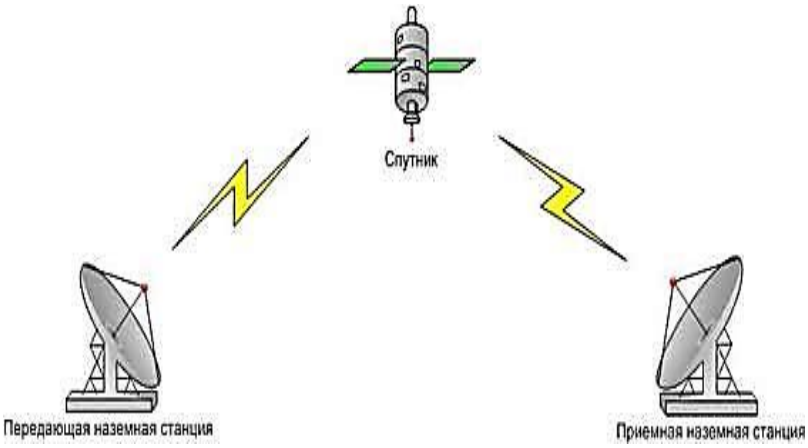

Рисунок 4.1 – Спутниковая линия связи

4.1 Расчет энергетической спутниковой линии связи Атырау - Актау

Для расчета энергетической спутниковой линииАтырау - Актау, где будет осуществляться линия контроля и управления филиалом нужно выбрать конкретный ствол,чтобы знать частоты приема и передачи.

Выберем для расчета ствол Т5 (таблица 4.4)

4.1.1Расчет спутниковой линии связи Атырау-KazSat2 на участке «вверх»
Исходные данные

Таблица 4.1-Географическое расположение

ЦС/АС	Атырау	Актау
Координаты		

Широта (Север)	47,7°	43,39°
Долгота (Восток)	51,55°	51,9°

Таблица 4.2- Техническая спецификация ИСЗ KazSat-2

Точка стояния на ГСО,град	86,5в.д
Масса КА, кг	1330
Точность ориентации, град	0,1
Точность позиции, град	+(-) 0,05
Мощность передатчика,Вт	46
Срок активного существования, лет	12,25
Диапазон частот, МГц	Ku
Количество стволов, шт	16
Полоса пропускания, МГц	54
Добротность, дБ/К	5,3
ЭИИМ(Тв связь), дБВт	53,5/49

Таблица 4.4- Частотный план ИСЗ KazSat-2

Номер ствола	Центральная Частота на радиолинии вверх МГц	Центральная Частота на радиолинии вниз МГц	Выходная мощность Вт	Поло-са про-пуска-ния Мгц	Поляри-зация на радио-линии вверх	Поляри-зация на радио-линии вниз
T1	14031,25	10981,25	45	54	X	Y
T2	14031,25	10981,25	45	54	Y	X
T3	14093,75	11043,75	45	54	X	Y
T4	14093,75	11043,75	45	54	Y	X
T5	14056,25	11106,25	45	54	X	Y
T6	14056,25	11106,25	45	54	Y	X
T7	14218,75	11168,75	45	54	X	Y
T8	14218,75	11168,75	45	54	Y	X
T9(TV)	14281,75	11481,25	115	54	X	Y
T10	14281,75	11481,25	115	54	Y	X

T11(TV)	14343,75	11543,75	115	54	X	Y
T12	14343,75	11543,75	115	54	Y	X
T13(TV)	14406,25	11606,25	115	54	X	Y
T14	14406,25	11606,25	45	54	Y	X
T15(TV)	14468,75	11668,75	115	54	X	Y
T16	14468,75	11668,75	45	54	Y	X
Маяк	-	11199,5	-	-		R

Таблица 4.5- Исходные данныедля расчета на участке «вверх» спутниковой линии связи Атырау-KazSat2-Актау

Рабочий диапазон, ГГц	14,15625
Диаметр передающей антенны ЗС, м	6
Коэффициент усиления передающей антенны, дБ	57,4
Выходная мощность передатчика ЗС, Вт	35
Потери сигнала на передающей стороне, дБ	1
ЭИИМ ЗС,дБВт	71
Полоса частот, МГц	54
Потери наведения антенны, дБ	3,3
Потери сигнала в невозмущенной атмосфере, дБ	0,2
Полная шумовая температура приёмной системы ретранслятора, К	800
Потери сигнала в приёмном тракте ретранслятора, дБ	1
Пороговое отношение сигнал-шум h^2, дБ	12
Пороговая чувствительность	-130

приемника, дБ	

1. Коэффициент усиления антенны ЗС при работе на передачу

$$G_З=109,67\cdot K_u\cdot D^2\cdot f^2, \quad (4.1)$$

$$G_З=109,67\cdot K_u\cdot D^2\cdot f^2=109,67\cdot 0,7\cdot 36\cdot 14,15625^2 = 553821 \text{ (57,4 дБ)}.$$

2. Ширина диаграммы направленности антенны КС

$$\theta = \frac{18}{D\cdot f}, \quad (4.2)$$

$$\theta = \frac{18}{6\cdot 14,15625} = 0,21 \text{ рад}(12^o).$$

3.Коэффициент усиления приёмной антенны бортового ретранслятора

$$Gб = \frac{35530\cdot Ku}{\theta^2}, \quad (4.3)$$

$$Gб = \frac{35530\cdot 0,7}{12^2} = 172,7 \text{ (22,37 дБ)}.$$

4.Потери в свободном пространстве

$$L_o = 1,75\cdot 10^{15}\cdot d^2\cdot f^2, \quad (4.2)$$

где d – наклонная дальность между ЗС и КС тыс. км,
f – частота на передачу, ГГц.

$$d = 42644\sqrt{1-0,2954\cdot\cos\varphi}, \quad (4.3)$$

где $\cos\varphi = \cos\xi\cos\beta$,
ξ - широта наземной станции,
β- разность долгот спутника и земной станции.

Тогда рассчитаем наклонная дальность между ЗС и КС

$$d = 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot \cos 43{,}2° \cdot \cos(76{,}5° - 86{,}5°)} =$$
$$= 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot 0{,}72896 \cdot 0{,}98480} = 37980 \text{ км}$$

Далее рассчитаем потери в свободном пространстве

$$L_o = 1{,}75 \cdot 10^{15} \cdot 33{,}645^2 \cdot 14{,}15625^2 = 3{,}81 \cdot 10^{20} \text{ (206 дБ)}.$$

5. Дополнительные потери

Суммарные потери наведения $L_H = 3{,}3$ дБ.
Потери сигнала в невозмущенной атмосфере $L_a = 0{,}2$ дБ.
Потери в приёмном тракте приёмника $L_{пр} = 1$ дБ.

$$L_{доп} = 3{,}3 + 0{,}2 + 1 = 4{,}5 \text{ дБ}.$$

6.Мощность полезного сигнала на входе приёмника

$$P_c = P_{пер3С} + G_З + G_б - L_o - L_{доп}, \qquad (4.6)$$

$$P_c = 15{,}44 + 57{,}4 + 22{,}37 - 206 - 4{,}5 = -115{,}29 \text{ дБ}.$$

Таким образом $Pc > E_{ПОР\ КС}$, величина сигнала на входе РПУ КС выше чувствительности РПУ

7.Мощность шума в полосе частот ствола ретранслятора

$$P_ш = kT\Delta f, \qquad (4.7)$$

$$P_ш = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 800 \cdot 54 \cdot 10^6 = 5{,}96 \cdot 10^{-13} \text{ Вт (-122,2 дБВт)}.$$

8.Отношение сигнал-шум на входе приёмника ретранслятора

$$\frac{Pc}{Pш} = Pc - Pш \text{ (дБ)}, \qquad (4.8)$$

$$\frac{Pc}{Pш} = Pc - Pш = -115{,}5 - (-122{,}2) = 7 \text{ дБ}.$$

9.Определяем потери в дожде

$$L_д = a \cdot I^b \cdot l \text{ (дБ)}, \qquad (4.9)$$

где I=22 мм/час — интенсивность выпадения осадков в зоне Е;
l — длина пути сигнала в дождевом слое;
a и b — вспомогательные коэффициенты.

$$a = 4{,}21 \cdot 10^{-5} \cdot f^{2{,}49} \text{ при } 2{,}9 \le f \le 54 \text{ ГГц},$$

$$a = 4{,}21 \cdot 10^{-5} \cdot 14{,}15625^{2{,}49} = 0{,}030.$$

$$b = \begin{cases} 1{,}41 \cdot f^{-0{,}0779} \text{при } 2{,}54 \le f \le 25 \text{ ГГц} \\ 2{,}63 \cdot f^{-0{,}272} \text{ при } 25 \le f \le 164 \text{ ГГц}, \end{cases}$$

$$b = 1{,}41 \cdot 14{,}15625^{-0{,}0779} = 1{,}1.$$

Длина пути сигнала в дождевом слое с учетом $h_{ЗС}=0^o$

$$l = \frac{h_Д}{\sin\gamma}, \qquad (4.10)$$

$$l = \frac{h_Д}{\sin\gamma} = \frac{6{,}9}{\sin 39{,}2} = 12{,}1 \quad \text{км},$$

где $h_Д$– эффективная высота дождевого слоя,
$\gamma=39{,}2^o$ – угол места ЗС.

Угол возвышения равен углу места ЗС

$$\gamma = \arcsin \frac{H \cos\varphi_H \cos(\lambda_C - \lambda_H)}{\sqrt{H^2 + R^2 + 2HR\cos\varphi_H \cos(\lambda_C - \lambda_H)}}, \qquad (4.11)$$

$$\gamma = \arcsin \frac{H \cos 43{,}2 \cos(86{,}5 - 76{,}5)}{\sqrt{H^2 + R^2 + 2HR\cos 43{,}2 \cos(86{,}5 - 76{,}5)}},$$

где H=42170 км – высота орбиты геостационарного спутника над Землёй,
R=6371 км – радиус Земли,
φ_H - широта ЗС,
$\lambda_C - \lambda_H$ - разность по долготе между спутником и ЗС.

Высота нулевой изотермы (км)

$$h_и = \begin{cases} 4{,}8 \text{при } \psi_c < 10^o, \text{ где } \psi_c \text{- широта ЗС} \\ 7{,}8 - 0{,}1(\psi_c) \text{ при } \psi_c > 10^o \end{cases} \qquad (4.12)$$

$$h_и = 7{,}8 - 0{,}1 \cdot 43{,}2 = 3{,}48 \text{ км}.$$

Эффективная высота дождевого слоя

$$h_д = \begin{cases} h_и \text{ при } I < 10 \text{ мм/час} \\ h_и + 10\lg(I/10) \text{ при } I > 10 \text{ мм/час,} \end{cases} \quad (4.13)$$

$$h_Д = 3{,}48 + 10\lg(22/10) = 6{,}9 \text{ мм/час,}$$

$$L_д = 0{,}030 \cdot 22^{1,1} \cdot 11 = 1 \text{ дБ.}$$

14.Отношение сигнал-шум на входе приёмника ретранслятора при работе в дожде

$$\left(\frac{Pc}{Pш}\right)_Д = \frac{Pc}{Pш} - L_Д \text{ дБ,} \quad (4.14)$$

$$\left(\frac{Pc}{Pш}\right)_Д = \frac{Pc}{Pш} - L_Д = 7 - 1 = 6 \text{ дБ.}$$

15.Добротность приёмной системы ретранслятора

$$Д = \frac{G}{Tp}, \quad (4.15)$$

$$Д = \frac{G}{Tp} = \frac{172{,}7}{800} = 0{,}216 \text{ (-5,6 дБ).}$$

$T_р$=800°К — полная шумовая температура приёмной системы ретранслятора.

Минимальная добротность системы ретранслятораД= - 10 дБ, таким образом условие качественного приема выполняется $Д_{ретр.} > Д_{min}$

16.Энергетический потенциал

$$ЭП = \frac{Pc}{No}, \quad (4.16)$$

где N_o — эквивалентная спектральная плотность мощности шума, приведенная по входу приёмника.

$$N_o = k \cdot T_р = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 800 = -178{,}4 \text{дБ,}$$

$$ЭП = -115{,}29 - (-178{,}4) = 63{,}11 \text{ дБ.}$$

4.1.2Расчет спутниковой линии связи KazSat2-Актау на участке «вверх»

Таблица 4.6 -Исходные данныедля расчета на участке «вниз» спутниковой линии связи Атырау-KazSat2-Актау

Рабочий диапазон, ГГц	11,10625
Коэффициент усиления передающей антенны ретранслятора, дБ	29,17
Выходная мощность ствола ретранслятора, Вт	45
Потери сигнала на передающей стороне, дБ	1
ЭИИМствола ретранслятора, дБ/Вт	49
Полоса частот ствола, МГц	54
Потери наведения антенны, дБ	2
Потери сигнала в спокойной атмосфере, дБ	0,1
Диаметр приёмной антенны ЗС, м	2,4
Шумовая температура ЗС, К	250
Потери сигнала в приёмном тракте ЗС, дБ	2,5
Пороговое отношение сигнал-шум h^2_n,дБ	12

1.Коэффициент усиления антенны ЗС при работе на приемопределим по формуле:

$$G_З=109,67\cdot K_u\cdot D^2\cdot f^2=109,67\cdot 0,7\cdot 5,76\cdot 11,10625^2 = 54541\ (47,36\ дБ), \qquad (4.1)$$

2.Ширина диаграммы направленности антенны ЗС определим по формуле:

$$\theta=\frac{18}{2,4\cdot 11,10625}=0,6\ рад\ (34,39^o). \qquad (4.2)$$

3.Коэффициент усиления передающей антенны бортового ретранслятора определим по формуле:

$$Gб=\frac{35530\cdot 0,7}{34,39^2}=82,6\ (19,17\ дБ), \qquad (4.3)$$

$$ЭИИМ=P_{пер}+Gб+\eta=16,53+29,17-0,45=45,25\ дБ.$$

Таким образом, $ЭИИМ_{расч.}<ЭИИМ_{пасп.}$ 45,25<49 дБ. Условие для правильной рабочей передачи ретранслятора выполняется.

4.Потери в свободном пространстве определим по формуле:

$$L_o=1,75\cdot 10^{15}\cdot d^2\cdot f^2 \qquad (4.4)$$

где d – наклонная дальность между ЗС и КС тыс. км;

f – частота на передачу, ГГц.

$$d = 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot \cos\varphi}.$$

где $\cos\varphi = \cos\xi \cos\beta$,
ξ - широта наземной станции,
β- разность долгот спутника и земной станции.
Тогда по формуле найдем наклонную дальность между ЗС и КС:

$$\mathrm{d} = 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot \cos 52{,}4° \cdot \cos(77° - 86{,}5°)},$$

$$\mathrm{d} = 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot 0{,}61014 \cdot 0{,}98628} = 38681\,\text{км}. \qquad (4.5)$$

Далее рассчитаем потери в свободном пространстве

$$L_o = 1{,}75 \cdot 10^{15} \cdot 38{,}681^2 \cdot 11{,}10625^2 = 3{,}1 \cdot 10^{20}\ (205\text{дБ}).$$

5. Дополнительные потери определим

Суммарные потери наведения $L_Н = 2$ дБ.
Потери сигнала в невозмущенной атмосфере $L_а = 0{,}1$ дБ.
Потери в приёмном тракте приёмника $L_{пр} = 2{,}5$ дБ.

$$L_{доп} = 2 + 0{,}1 + 2{,}5 = 4{,}6 \text{ дБ}.$$

6.Мощность полезного сигнала на входе приёмника определим по формуле:

$$P_с = P_{пер ЗС} + G_З + G_б - L_о - L_{доп} = 16{,}5 + 47{,}36 + 29{,}17 - 205 - 4{,}6 = -116{,}57 \text{ дБ} \qquad (4.6)$$

.

$E_{ПОР\ ЗС} = -125$ дБ,таким образом величина сигнала на входе РПУ КС выше чувствительности РПУ

7.Мощность шума в полосе частот ствола ретранслятора определим по формуле (2.7)

$$P_ш = kT\Delta f = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 250 \cdot 54 \cdot 10^6 = 1{,}117 \cdot 10^{-13}\ \text{Вт}\ (-127{,}5\ \text{дБВт}).$$

8.Отношение сигнал-шум на входе приёмника ретранслятора определим по формуле(2.8)

$$\frac{Pc}{Pш} = Pc - Pш = -115{,}57 - (-127{,}5) = 10{,}93\,\text{дБ}.$$

9.Определяем потери в дожде по формуле:

$$L_д = a \cdot I^b \cdot l \text{ (дБ)}, \qquad (4.9)$$

где I=22 мм/час — интенсивность выпадения осадков в зоне Е,
l — длина пути сигнала в дождевом слое,
a и b — вспомогательные коэффициенты

$$a = 4{,}21 \cdot 10^{-5} \cdot f^{2{,}49} \text{ при } 2{,}9 \le f \le 54 \text{ ГГц};$$

$$a = 4{,}21 \cdot 10^{-5} \cdot 11{,}10625^{2{,}49} = 0{,}016.$$

$$b = \begin{cases} 1{,}41 \cdot f^{-0{,}0779} \text{при } 2{,}54 \le f \le 25 \text{ ГГц} \\ 2{,}63 \cdot f^{-0{,}272} \text{ при } 25 \le f \le 164 \text{ ГГц} \end{cases}$$

$$b = 1{,}41 \cdot 11{,}10625^{-0{,}0779} = 1{,}16.$$

10. Длина пути сигнала в дождевом слое с учетом $h_{ЗС}=0^o$ определим по формуле:

$$l = \frac{h_Д}{\sin\gamma} = \frac{5{,}98}{\sin 29{,}7} = 13{,}3 \text{ км} \qquad (4.10)$$

где $h_Д$– эффективная высота дождевого слоя,
$\gamma=29.7^o$ – угол места ЗС,

11. Угол возвышения равен углу места ЗС определяется по формуле:

$$\gamma = \arcsin \frac{H \cos 52{,}4 \cos(86{,}5 - 77)}{\sqrt{H^2 + R^2 + 2HR \cos 43{,}2 \cos(86{,}5 - 77)}} \qquad (4.11)$$

где H=42170 км – высота орбиты геостационарного спутника над Землёй;
R=6371 км – радиус Земли;
φ_H - широта ЗС;
$\lambda_C - \lambda_H$ - разность по долготе между спутником и ЗС.

12. Высота нулевой изотермы определим по формуле:

$$h_и = 7{,}8 - 0{,}1 \cdot 52{,}4 = 2{,}56 \text{ км}. \qquad (4.12)$$

13. Эффективная высота дождевого слоя определяется по формуле:

$$h_Д = 2{,}56 + 10\lg(22/10) = 5{,}98,$$

$$L_д = 0{,}016 \cdot 11{,}10625^{1{,}16} \cdot 12{,}06 = 0{,}8 \text{ дБ}. \qquad (4.13)$$

14. Определим Отношение сигнал-шум на входе приёмника ЗС при работе в дожде по формуле, дБ

$$\left(\frac{Pc}{Pш}\right)_Д = \frac{Pc}{Pш} - L_Д = 12 - 0{,}8 = 11{,}2 \qquad (4.14)$$

15. Добротность приёмной системы ЗС определяется по формуле:

$$Д = \frac{G}{Tp} = \frac{54541}{250} = 218 \text{ (-23,4 дБ).} \qquad (4.15)$$

$T_р$=250°К — полная шумовая температура приёмной системы ретранслятора.

Согласно справочнику норм МККР добротности приемной системы земных станций 17-42 дБ следовательно, условие качественного приема выполнены.

16.Определим энергетический потенциал по формуле (4.16)

ЭП = -115,5-(-203,5) = 88 дБ.

Пропускная способность канала

$$\begin{cases} C \le C_1 = \dfrac{P_c}{N_o h_n^2} = \dfrac{ЭП}{h_n^2} \\ C \le C_2 = \dfrac{\Delta f_{ст}}{B} \end{cases} C = \min(C_1, C_2)$$

где В – база сигнала.

Типовые параметры спутникового канала без кодирования

В=2; h^2_n = 12 дБ;

C_1 = 87 -12 = 75,4 дБ;

$C_2 = 54 \cdot 10^6 /2$ = 27 дБ;

С = C_1 = 75,4 дБ (10^6 Бит/сек) — определяется энергетическими возможностями ретранслятора, а полоса пропускания используется лишь частично.

Коэффициент использования полосы частот

$$k_{исп} = \frac{BC}{\Delta f_{ст}} = \frac{2 \cdot 10^6}{54 \cdot 10^6} = 0{,}037$$

4.2 Расчет энергетической спутниковой линии связи Актау – Атырау

4.2.1 Расчет спутниковой линии связи Актау - KazSat2 на участке «вверх».

Для расчета энергетической спутниковой линии Актау - Атырау, где будет осуществляться линия запроса филиала нужно выбрать конкретный ствол,чтобы знать частоты приема и передачи.

Выберем для расчета ствол Т1(таблица 4.4)

Таблица4.7- Исходные данные для расчета на участке «вверх» спутниковой линии связи Актау-KazSat2-Атырау

Рабочий диапазон, ГГц	14,03125
Диаметр передающей антенны ЗС, м	2,4
Коэффициент усиления передающей антенны, дБ	49,4
Выходная мощность передатчика ЗС, Вт	5
Потери сигнала на передающей стороне, дБ	1
ЭИИМ ЗС, дБВт	55,6
Полоса частот, МГц	20
Потери наведения антенны, дБ	3,3
Потери сигнала в невозмущенной атмосфере, дБ	0,2
Полная шумовая температура приёмной системы ретранслятора, К	800
Потери сигнала в приёмном тракте ретранслятора, дБ	1
Пороговое отношение сигнал-шум h^2, дБ	12
Пороговая чувствительность приемника, дБ	-130

1.Коэффициент усиления антенны ЗС при работе на передачу определим по формуле

$$G_З=109,67\cdot K_u\cdot D^2\cdot f^2=109,67\cdot 0,7\cdot 5,76\cdot 14,03125^2=87056\ (49,4\ дБ). \qquad (4.1)$$

2.Ширина диаграммы направленности антенны ЗС определим по формуле

$$\theta=\frac{18}{2,4\cdot 14,03125}=0,53\ рад\ (30,38^o). \qquad (4.2)$$

3.Коэффициент усиления приёмной антенны бортового ретранслятора определим по формуле

$$Gб=\frac{35530\cdot 0,7}{30,38^2}=93,5\ (29,7\ дБ). \qquad (4.3)$$

4.Потери в свободном пространстве определим по формуле

$$L_o=1,75\cdot 10^{15}\cdot d^2\cdot f^2, \qquad (4.4)$$

где d – наклонная дальность между ЗС и КС тыс. км,
f – частота на передачу, ГГц.

$$d=42644\sqrt{1-0,2954\cdot\cos\varphi},$$

где $\cos\varphi=\cos\xi\cos\beta$,
ξ - широта наземной станции,
β- разность долгот спутника и земной станции.
Тогда по формуле (2.5) найдем наклонную дальность между ЗС и КС

$$d=42644\sqrt{1-0,2954\cdot\cos 52,4^\circ\cdot\cos(77^\circ-86,5^\circ)}=$$
$$=42644\sqrt{1-0,2954\cdot 0,61014\cdot 0,98628}=38681\ км.$$

Далее рассчитаем потери в свободном пространстве:

$$L_o=1,75\cdot 10^{15}\cdot 38,681^2\cdot 14,03125^2=5,13\cdot 10^{20}\ (207\ дБ).$$

5.Дополнительные потери

Суммарные потери наведения $L_Н=3,3$ дБ.
Потери сигнала в невозмущенной атмосфере $L_a=0,2$ дБ.
Потери в приёмном тракте приёмника $L_{пр}=1$ дБ.

$$L_{доп}=3,3+0,2+1=4,5\ дБ.$$

6.Мощность полезного сигнала на входе приёмника определим по формуле

$$P_c = P_{пер ЗС} + G_З + G_б - L_о - L_{доп} = 7 + 49{,}4 + 29{,}7 - 207 - 4{,}5 = -124{,}5 \text{ дБ}. \qquad (4.6)$$

$E_{ПОР\ ЗС}$= -130 дБ таким образом величина сигнала на входе РПУ КС выше чувствительности РРУ

7.Мощность шума в полосе частот ствола ретранслятора определим по формуле

$$P_ш = kT\Delta f = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 800 \cdot 20 \cdot 10^6 = 0{,}34 \cdot 10^{-13} \text{ Вт (-132,5дБВт)}. \qquad (4.7)$$

8.Отношение сигнал-шум на входе приёмника ретранслятора определим по формуле

$$\frac{Pc}{Pш} = Pc - Pш = -124{,}5 - (-132{,}5) = 8 \text{ дБ}. \qquad (4.8)$$

9.Определяем потери в дожде по формуле

$$L_д = a \cdot I^b \cdot l \text{ (дБ)}, \qquad (4.9)$$

где I=22 мм/час — интенсивность выпадения осадков в зоне Е,
l — длина пути сигнала в дождевом слое,
a и b — вспомогательные коэффициенты

$$a = 4{,}21 \cdot 10^{-5} \cdot f^{2{,}49} \text{ при } 2{,}9 \le f \le 54 \text{ ГГц},$$

$$a = 4{,}21 \cdot 10^{-5} \cdot 14{,}03125^{2{,}49} = 0{,}030.$$

$$b = \begin{cases} 1{,}41 \cdot f^{-0{,}0779} \text{ при } 2{,}54 \le f \le 25 \text{ ГГц} \\ 2{,}63 \cdot f^{-0{,}272} \text{ при } 25 \le f \le 164 \text{ ГГц}, \end{cases}$$

$$b = 1{,}41 \cdot 14{,}03125^{-0{,}0779} = 1{,}14.$$

10. Длина пути сигнала в дождевом слое с учетом $h_{ЗС}=0^o$ определим по формуле

$$l = \frac{h_Д}{\sin\gamma} = \frac{5{,}98}{\sin 29{,}5} = 13{,}6 \text{ км}, \qquad (4.10)$$

где $h_Д$– эффективная высота дождевого слоя;
$\gamma=29{,}5^o$ – угол места ЗС;

11. Угол возвышения равен углу места ЗС определяется по формуле

$$\gamma = \arcsin \frac{H \cos 52{,}4 \cos(86{,}5 - 77)}{\sqrt{H^2 + R^2 + 2HR \cos 52{,}4 \cos(86{,}5 - 77)}} \qquad (4.11)$$

где H=42170 км – высота орбиты геостационарного спутника над Землёй;
R=6371 км – радиус Земли,
φ_H - широта ЗС,
$\lambda_C - \lambda_H$ - разность по долготе между спутником и ЗС.

12. Высота нулевой изотермы по формуле

$$h_и = 7{,}8 - 0{,}1 \cdot 52{,}4 = 2{,}56 \text{ км.} \qquad (4.12)$$

13. Эффективная высота дождевого слоя определяется по формуле

$$h_Д = 2{,}56 + 10\lg(22/10) = 5{,}98 \text{ мм/час,}$$
$$L_д = 0{,}030 \cdot 22^{1,14} \cdot 12{,}14 = 0{,}8 \text{ дБ.} \qquad (4.13)$$

14. Определимотношение сигнал-шум на входе приёмника ретранслятора при работе в дожде по формуле

$$\left(\frac{Pc}{Pш}\right)_Д = \frac{Pc}{Pш} - L_Д = 8 - 0{,}8 = 7{,}2 \text{ дБ.} \qquad (4.14)$$

15.Добротность приёмной системы ретранслятора определяется по формуле

$$Д = \frac{G}{Tp} = \frac{93{,}5}{800} = 0{,}116 \text{ (-9,3 дБ).} \qquad (4.15)$$

$T_р$=800°К — полная шумовая температура приёмной системы ретранслятора.

16.Определим энергетический потенциал по формуле

$$N_o = k \cdot T_р = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 800 = -199{,}86 \text{ дБ,} \qquad (4.16)$$
$$ЭП = -124{,}5-(-199{,}86) = 75{,}36 \text{ дБ.}$$

4.2.2 Расчет спутниковой линии связи KazSat2 – Атырау на участке «вниз»

Таблица 4.8 - Исходные данныедля расчета на участке «вниз» спутниковой линии связи Актау-KazSat2-Атырау

Рабочий диапазон, ГГц	10,98125
Коэффициент усиления передающей антенны ретранслятора, дБ	19,34
Выходная мощность ствола ретранслятора, Вт	45
Потери сигнала на передающей стороне, дБ	1

ЭИИМ ствола ретранслятора,дБВт	49
Полоса частот ствола, МГц	54
Потери наведения антенны, дБ	2
Потери сигнала в спокойной атмосфере, дБ	0,1
Диаметр приемной антенны ЗС, м	6
Шумовая температура ЗС, К	250
Потери сигнала в приемном тракте ЗС, дБ	2,5
Пороговое отношение сигнал-шум h^2_n, дБ	12

1.Коэффициент усиления антенны 3С при работе на приемопределим по формуле (4.1)

$$G_З=109,67\cdot K_u\cdot D^2\cdot f^2=109,67\cdot 0,7\cdot 36\cdot 10,98125^2 = 334405 \text{ (55,2 дБ)}.$$

2.Ширина диаграммы направленности антенны 3С определим по формуле(2.2)

$$\theta=\frac{18}{6\cdot 10,98125}=0,27 \text{ рад } (17^o).$$

3.Коэффициент усиления передающей антенны бортового ретранслятора определим по формуле

$$Gб=\frac{35530\cdot 0,7}{17^2}=172,7 \text{ (19,34 дБ)} \qquad (4.3)$$

4.Потери в свободном пространстве по формуле

$$L_o = 1,75\cdot 10^{15}\cdot d^2\cdot f^2 \qquad (4.4)$$

где d – наклонная дальность между 3С и КС тыс. км;
f – частота на передачу, ГГц.

$$d = 42644\sqrt{1-0,2954\cdot\cos\varphi},$$

где $\cos\varphi=\cos\xi\cos\beta$,
где ξ - широта наземной станции,
β- разность долгот спутника и земной станции.

Тогда по формуле найдем наклонную дальность между ЗС и КС:

$$d = 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot \cos 43{,}2° \cdot \cos(76{,}5° - 86{,}5°)} =$$
$$= 42644\sqrt{1 - 0{,}2954 \cdot 0{,}72896 \cdot 0{,}98480} = 379803 \text{ км.} \qquad (4.5)$$

Далее рассчитаем потери в свободном пространстве:

$$L_o = 1{,}75 \cdot 10^{15} \cdot 37{,}9803^2 \cdot 10{,}03125^2 = 2{,}88 \cdot 10^{20} \text{ (205 дБ).}$$

5.Дополнительные потери

Суммарные потери наведения $L_Н = 2$ дБ.
Потери сигнала в невозмущенной атмосфере $L_а = 0{,}1$ дБ.
Потери в приёмном тракте приёмника $L_{пр} = 2{,}5$ дБ.

$$L_{доп} = 2 + 0{,}1 + 2{,}5 = 4{,}6 \text{ дБ.}$$

6.Мощность полезного сигнала на входе приёмника определим по формуле

$$P_с = P_{пер ЗС} + G_З + G_б - L_о - L_{доп} = 16{,}5 + 55{,}2 + 19{,}34 - 205 - 4{,}6 = -118{,}56 \text{ дБ,} \qquad (4.6)$$

$E_{ПОР\ ЗС} = -130$ величина сигнала на входе РПУ КС выше чувствительности РПУ

7.Мощность шума в полосе частот ствола ретранслятора определим по формуле

$$P_ш = kT\Delta f = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 250 \cdot 54 \cdot 10^6 = 1{,}41 \cdot 10^{-13} \text{ Вт (-128,5 дБВт),} \qquad (4.7)$$

8.Отношение сигнал-шум на входе приёмника ретранслятора определим по формуле

$$\frac{Pc}{Pш} = Pc - Pш = -118{,}56 - (-128{,}5) = 9{,}94 \text{ дБ.} \qquad (4.8)$$

9.Определяем потери в дожде по формуле

$$L_д = a \cdot I^b \cdot l \text{ (дБ),} \qquad (4.9)$$

где I=22 мм/час — интенсивность выпадения осадков в зоне Е,
l — длина пути сигнала в дождевом слое,
a и b — вспомогательные коэффициенты

$$a = 4{,}21 \cdot 10^{-5} \cdot f^{2{,}49} \text{ при } 2{,}9 \le f \le 54 \text{ ГГц,}$$

$$a = 4{,}21 \cdot 10^{-5} \cdot 10{,}98125^{2{,}49} = 0{,}013,$$

$$b = \begin{cases} 1{,}41 \cdot f^{-0{,}0779} \text{ при } 2{,}54 \le f \le 25 \text{ ГГц} \\ 2{,}63 \cdot f^{-0{,}272} \text{ при } 25 \le f \le 164 \text{ ГГц} \end{cases}$$

$$b = 1{,}41 \cdot 10{,}98125^{-0{,}0779} = 1{,}17.$$

Длина пути сигнала в дождевом слое с учетом $h_{ЗС}=0^{o}$ определим по формуле (2.10)

$$l = \frac{h_Д}{\sin\gamma} = \frac{6{,}8}{\sin 39} = 11{,}9 \text{ км}, \qquad (4.10)$$

где $h_Д$– эффективная высота дождевого слоя;
$\gamma=39^{o}$ – угол места ЗС;

Угол возвышения равен углу места ЗС определяется по формуле

$$\gamma = \arcsin \frac{H \cos 43{,}2 \cos(86{,}5 - 76{,}5)}{\sqrt{H^2 + R^2 + 2HR \cos 43{,}2 \cos(86{,}5 - 76{,}5)}} \qquad (4.11)$$

где H=42170 км – высота орбиты геостационарного спутника над Землёй;
R=6371 км – радиус Земли,
φ_H - широта ЗС,
$\lambda_C - \lambda_H$ - разность по долготе между спутником и ЗС.

Высота нулевой изотермы определим по формуле

$$h_и = 7{,}8 - 0{,}1 \cdot 43{,}2 = 3{,}48 \text{ км}, \qquad (4.12)$$

Эффективная высота дождевого слоя определяется по формуле

$$h_Д = 3{,}48 + 10\lg(22/10) = 6{,}82 \text{мм/час},$$
$$L_д = 0{,}030 \cdot 22^{1{,}17} \cdot 10{,}8 = 0{,}7 \text{ дБ}. \qquad (4.13)$$

10. Определимотношение сигнал-шум на входе приёмника ретранслятора при работе в дожде по формуле

$$\left(\frac{Pc}{Pш}\right)_Д = \frac{Pc}{Pш} - L_Д = 9{,}94 - 0{,}7 = 9{,}24 \text{ дБ}. \qquad (4.14)$$

11.Добротность приёмной системы ретранслятора определяется по формуле

$$Д = \frac{G}{Tp} = \frac{334405}{250} = 1337{,}6 \text{ (-31,2дБ)}. \qquad (4.15)$$

T_p=250°К — полная шумовая температура приёмной системы ретранслятора.

Согласно справочнику норм МККР добротности приемной системы земных станций 17-42 дБ,следовательно условие качественного приема выполнены.

12.Определим энергетический потенциал по формуле

$$ЭП = \frac{Pc}{No}, \qquad (4.16)$$

где N_o — эквивалентная спектральная плотность мощности шума, приведенная по входу приёмника.

$$N_o = k \cdot T_p = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 250 = -203{,}5 \text{ дБ},$$

$$ЭП = -118{,}56-(-203{,}5) = 84{,}94 \text{ дБ}.$$

Пропускная способность канала

$$\begin{cases} C \le C_1 = \dfrac{P_c}{N_o h_n^2} = \dfrac{ЭП}{h_n^2} \\ C \le C_2 = \dfrac{\Delta f_{ст}}{B} \end{cases} C = \min(C_1, C_2)$$

где B – база сигнала.

Типовые параметры спутникового канала без кодирования

B=2; h^2_n = 12 дБ;

C_1 = 87 -12 = 75 дБ;

$C_2 = 54 \cdot 10^6 /2$ = 74,3 дБ;

C = C_1 = 75 дБ (10^6 бит/сек) — определяется энергетическими возможностями ретранслятора, а полоса пропускания используется лишь частично.

Коэффициент использования полосы частот

$$k_{исп} = \frac{BC}{\Delta f_{ст}} = \frac{2 \cdot 10^6}{54 \cdot 10^6} = 0{,}037.$$

5 Технико-экономическое обоснование проекта

5.1 Сущность и цель проекта

В данном проекте рассматривается использование геостационарного спутника связи для организации системы связи для передачи данных по обслуживанию офисов компании ТенгизШевройл. Наиболее выгодным вариантом системы связи между центральным офисом компании и ее удаленными филиалами является спутниковая система связи, построенная по стандарту сети VSAT. В качестве космического сегмента выбран геостационарный спутник KazSat2.

В Атырау расположен главный офис компании, оконечные устройства которого через маршрутизатор подключены к центральной станции сети VSAT. В Актау находится один из филиалов компании, оконечные устройства, которого подключены к наземному терминалу сетиVSAT. Таким образом, организована корпоративная сеть для оперативной работы сотрудников компании, находящихся на большом расстоянии друг от друга. Так как оконечными устройствами являются компьютеры, телефоны, факсы, телексы и т.д. разработанная система связи позволяет осуществлять различные виды передачи:

- Телефония;
- Видеоконференция;
- Электронная почта.

Характеристика системы:

ЦСА состоит из приемо-передающей антенны, направленной на спутник, блока приемо-передатчика, сервера для обработки информации, сервера для хранения данных, рабочего сервера для оператора.

Наземный терминал состоит из приемо передающей антенны, блока приема передатчика, сервера для обработки информации и рабочего сервера для оператора. Спутниковая связь обладает важнейшими достоинствами, необходимыми для построения крупномасштабных телекоммуникационных сетей. Во-первых, с ее помощью можно достаточно быстро сформировать сетевую инфраструктуру, охватывающую большую территорию и не зависящую от наличия или состояния наземных каналов связи. Во-вторых, использование современных технологий доступа к ресурсу спутниковых ретрансляторов и возможность доставки информации практически неограниченному числу потребителей одновременно значительно снижают затраты на эксплуатацию сети. Эти достоинства спутниковой связи делают ее весьма привлекательной и высокоэффективной даже в регионах с хорошо развитыми наземными телекоммуникациями. Более того, в настоящее время многие компании с территориально-распределенной структурой крайне заинтересованы в снижении затрат на оплату услуг связи и все чаще отказываются от услуг сети общего пользования, предпочитая создавать собственные более экономичные спутниковые сети связи.

Маркетинг.

В данный момент спутниковая связь обретает широкое распространение.

Она избавляет нас от множества проводов и кабелей, что сказывается и на уменьшении затрат. И еще одним немаловажным преимуществом такой связи является простота доступа абонентов сети в Интернет. Любому пользователю предоставляется возможность осуществимого подключения к сети без особых затрат времени а это.

Спутниковая связь обеспечивает не только доступ к сети в дальних регионах страны или земного шара, но и довольно высокие скорости. Среди них VSAT отличается общераспространенностью. При передаче информации от искусственного спутника земли до земной станции основными источниками помех могут являться лишь сама атмосфера и осадки.

5.2 Финансовый план

Предлагаемая система может быть разработана телекоммуникационной или же как некоторая независимая компания, предлагающая характерные услуги в основном для корпоративных клиентов. Для организации системы потенциальный услугодатель

заключает договор с ЗАО «Казинформтелеком» на поставку и монтаж оборудования для организации работы ЦСА,закупает мобильные терминалы, предварительно получив разрешение у государственных органов на ввоз и эксплуатацию на территории Казахстана. Следующий шаг – заключение договора с провайдером на аренду канала в Ku диапазоне.

5.2.1 Капитальные затраты

Капитальные вложения включают в себя:

$$K = Ц + K_{тр} + K_{мон} + K_{пл} + K_{зап} \quad (5.1)$$

где Ц – цена на приобретение оборудования;

$K_{тр}$– стоимость перевозки к месту эксплуатации;

$K_{мон}$– стоимость монтажа прибора на месте;

$K_{пл}$– стоимость занимаемой площади;

$K_{зип}$– стоимость запаса именных частей.

Таблица 5.1 – Стоимость оборудования спутниковой системы.

Наименование	Цена в тенге	Количество	Сумма в тенге
Антенна ЦС, дополнительные оборудование	27 825 600	1	27 825 600
Блок приемо-передатчик	1 650 000	1	1 650 000
Система управления и обработки информации	540 000	1	540 000
Наземный Терминал	1 900 400	5	9 502 000
ODU	90 400	1	90 400
Дополнительное оборудование	545 000	-----	545 000
ИТОГО ($С_{об}$)	-----	-----	40 153 000

Таким образом цена на приобретение оборудования составляет:

$Ц$ = 40 153 000тг.

Стоимость перевозки к месту эксплуатацииКтр составляет 2% от стоимости оборудования:

$$K_{тр} = Ц \cdot 0{,}02 = 40153000 \cdot 0{,}02 = 803060 \text{ тг.}$$

Стоимость монтажа прибора на местесоставляет 5% отстоимости оборудования:

$$K_{мон} = Ц \cdot 0{,}05 = 40153000 \cdot 0{,}05 = 2007650 \text{ тг.}$$

Стоимость запаса именных частей Кзип составляет 3% отстоимости оборудования:

$$K_{зип} = Ц \cdot 0{,}03 = 40153000 \cdot 0{,}03 = 1204590 \text{ тг.}$$

Стоимость занимаемой площадиКпл составляет 6% отстоимости оборудования:

$$K_{пл} = Ц \cdot 0{,}06 = 40153000 \cdot 0{,}06 = 2409180 \text{ тг.}$$

Откуда капитальные затраты равны:

K = 40 153 000+803060+2007650+1204590+2409180=46 577 480 тг.

3.2.2 Расчет годовых эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы определим по формуле:

$$Э_р = ЗП + C_н + A + M + C_{эл} + C_{адм} + C_р + Ar, \quad (5.2)$$

где $ЗП$ – основная и дополнительная заработная плата персонала, обслуживающего прибор (устройство, систему) или объект связи;

$C_н$– социальный налог;

A – амортизационные отчисления;

M– затраты на материалы и запасные части;

$C_{эл}$ – электроэнергия со стороны производственных нужд;

$C_{адм}$– прочие административные управленческие иэксплуатационные расходы;

$C_р$ – затраты на рекламу;

Ar –затраты на аренду канала.

Для вычисления заработной платы приведем среднемесячные оклады обслуживающего персонала, которые сведем в таблицу 5.2

Таблица 5.2– Заработная плата обслуживающего персонала

Наименование должности	Количество, чел	Месячная заработная плата, тг	Годовая заработная плата, тг
Инженер	6	120 000	1 440 000
Итого	6	120 000	1 440 000

Основная заработная плата за год составит:

$$ЗП_{осн} = 1440000 \text{ тг.} \quad (5.3)$$

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

$$ЗП_{доп} = ЗП_{осн} \cdot 0{,}3 = 1440000 \cdot 0{,}3 = 432000 \text{ тг.} \quad (5.4)$$

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

$$П = ЗП_{осн} \cdot 0{,}25 = 1440000 \cdot 0{,}25 = 360000 \text{ тг.} \quad (5.5)$$

Заработная плата складывается из основной и дополнительной заработной платы:

$$ЗП = ЗП_{осн} + ЗП_{доп} + П, \quad (5.6)$$

$$ЗП = 1440000 + 432000 + 360000 = 2232000 \text{ тг.}$$

Социальный налог составляет 11 % от общей заработной платы:

$$C_н = (ЗП - 0{,}1 \cdot ЗП) \cdot 0{,}11 = (2232000 - 223200) \cdot 0{,}11 = 220968 \text{ тг.} \quad (5.7)$$

Амортизационные отчисления на систему связи по существующему положению в настоящее время 15%:

$$А = На\ (\%) \cdot К_{вл}/100\% = 15 \cdot 46577480\ /100 = 6986622 \text{ тг.} \quad (5.8)$$

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

$$М = Ц \cdot 0{,}02 = 46577480 \cdot 0{,}02 = 931549 \text{ тыс. тг.} \quad (5.9)$$

Затраты на электроэнергию рассчитаем по следующей формуле:

$$C_{эл} = W \cdot T \cdot S, \quad (5.10)$$

где W – потребляемая мощность станций, W = 15 кВт;
T – количество часов работы оборудования в год;

S – стоимость киловатт-часа электроэнергии, S = 17 тг/кВт час.

Откуда:

$$C_{эл} = 15 \cdot 8760 \cdot 17 = 2233800 \text{ тг.}$$

Стоимость прочих расходов составляет 30% от основной заработной платы:

$$C_{адм} = ЗП \cdot 0{,}3 = 2232000 \cdot 0{,}3 = 432000 \text{ тг.} \quad (5.11)$$

Затраты на рекламу составят 500 000 тг

Затраты аренды радиоканала за год Ar =3 168 000 тг

Таким образом, эксплуатационные расходы составят:

$$Э_P = ЗП + C_н + A + M + C_{эл} + C_{адм} + P \quad (5.12)$$

$Э_P = 22322000 + 220968 + 6986622 + 931549 + 2233800 + 432000 + 500000 + 3168000$
$= 10416939$тг

Результаты заносим в таблицу:

Таблица 5.3– Эксплуатационные затраты

Показатель	Сумма, тенге
ЗП	2 232 000
Отчисления на социальный налог	220 968
Амортизационные отчисления	6 986 622,00
Материальные затраты	931 549,00
Затраты на электроэнергию	2 233 800,00
Платежи за использование радиочастот	3 168 000
Затраты на рекламу	500 000,00
Административные, управленческие расходы	432 000,00

На рисунке 5.1 приведена диаграмма, отражающая структуру производственных эксплуатационных затрат.

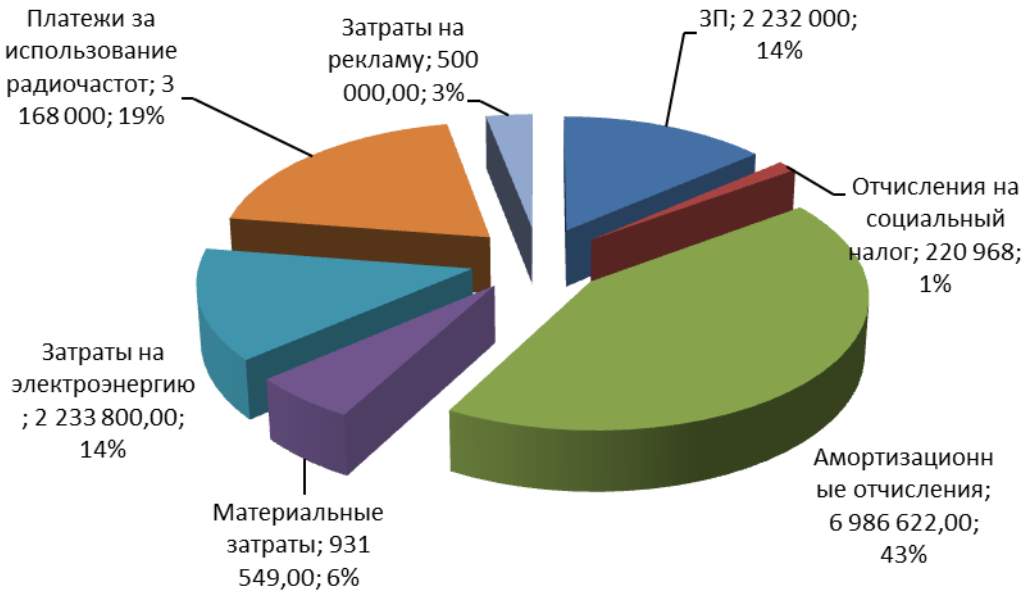

Рисунок 5.1 - диаграмма, отражающая структуру производственных эксплуатационных затрат.

5.3 Расчет доходов

Доходы компании состоят из разовых и постоянных платежей клиентов.
Доход от реализации услуг рассчитывается по формуле:

$$Д = (T \cdot n) \cdot N \qquad (5.16)$$

где Т – месячная абонентская плата клиентов;
N – количество клиентов,
n – число месяцев;
Оценки эффективности от реализации проекта производится на основе следующих показателей:

1. Чистый доход;
2. Чистый приведенный доход;

Для расчета срока окупаемости необходимо определить чистый доход и доход предприятия после налогообложения.
Чистая прибыль от реализации услуг определяется по формуле:

$$ЧП = П - КПН \qquad (5.17)$$

где П - прибыль от реализации услуг, КПН – корпоративный подоходный налог с юридических лиц. Сумма налога в бюджет составляет 20% от чистого дохода предприятия. Чистый доход предприятия после налогообложения рассчитывается по формуле:

$$КПН = 0{,}2 \cdot П \qquad (5.18)$$

Прибыль от реализации услуг рассчитывается по формуле:

$$П = Д - \sum Э \qquad (5.19)$$

где Д - реальный доход от внедрения услуг в год;
∑Э – эксплуатационные расходы.
Чистый денежный поток (ЧДП) считаем по формуле:

$$ЧДП=ЧП+А \qquad (5.20)$$

где А – амортизационные отчисления.

Абонентами сети будут являться физические лица. Месячная абонентская плата составляет 8000 тенге. Предположим, что 800 человек будут пользоваться услугой.

Доход от реализации услуг:

Д= (8000*12)*800=76 800 000 тг;

Прибыль от реализации услуг:

П =76 800 000 – 10 416 939= 66 383 061тг;

Корпоративный подоходный налог с юридических лиц:

КПН= 0,2*66 383 061= 13 276612,2тг;

Чистая прибыль от реализации услуг:

ЧП= 66 383 061 – 13 276 612,2 = 53 106 448,8 тг;

Чистый денежный поток:

ЧДП=53 106 448,8 + 6 986622 = 60 093 070,8тг.

5.4 Расчет показателей экономической эффективности

Рассчитаем коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений по формуле:

$$Е=П/К \qquad (5.21)$$

где П-чистая прибыль;
К- капитальные вложения;

Е=53 106 448,8 /46 577 480 =1,1

Срок окупаемости находим по формуле:

$$Т=1/Е \qquad (5.22)$$

где Е – коэффициент общей экономической эффективности

$$T=1/1,1= 0,9$$

Таким образом, средства, вложенные в организацию проекта, предприятие окупит за 0,9 года, то есть за 11 месяцев (330 дней).

Таблица 5.5 – Показатели экономической эффективности

Наименование статей затрат	Показатели
Капитальные вложения, тенге	46 577 480
Эксплуатационные расходы, тенге	10 416 939
Доход от реализации услуг, тенге	76 800 000
Прибль от реализации услуг, тенге	66 383 061
Чистая прибыль, тенге	53 106 448,8
Срок окупаемости, год	0,9

Вывод

Анализируя расчет экономических показателей можно сказать следующее, для реализации данного проекта необходимо капитальное вложение в размере 46 577 480тенге. Сумма затрат за год составит фактическую производственную себестоимость или величину годовых эксплуатационных расходов, в нашем случае эксплуатационные расходы составили 10 416 939тенге. Наибольший удельный вес в структуре эксплуатационных расходов составляет фонд заработанной платы - 45%, а так же накладные расходы – 34% от общей суммы эксплуатационных расходов. Чистая прибыль от внедрения спутниковой навигации составит 53 106 448,8тенге. Экономическая эффективность свидетельствует об инвестиционной привлекательности проекта, так как проект окупается за 0,9 год, то есть за 11 месяцев.

6 Безопасность жизнедеятельности

6.1 Анализ условия труда на предприятии связи

6.1.1 Оборудованиедля осуществления спутниковой навигационной системы контроля и управления компанией ТенгизШевройл в городе Актау.

Для осуществления спутниковой навигационной системы контроля и управления компанией на крыше здании будет расположена спутниковая антенна VSAT и от антенны на ЦСА идет антенно-волноводный тракт, где происходит преобразование сигнал передача данных (информация) и поступает на компьютер.

Антенна VSAT- однозеркальная параболическая офсетная антенна диаметром 1,2 предназначена для приема и передачи радиосигналов в диапазоне частот от 10,75 до 14,50 ГГц. Технические характеристики :

Эффективная апертура (размер раскрыва антенны) - D = 1.2 м;

Шумовая температура антенны 45°K (угол места 10°);

Материал рефлектора - стеклопластик, армированный полиэстером;

Оптика антенны - длиннофокусная, со смещенным фокусом (офсетная);

Тип монтировки - альт-азимутальная (азимут-угломестная);

Труба мачты - диаметр 76 мм;

Максимальный вес ВЧ-оборудования в фокальной плоскости антенны - до 2 кг;

Максимальный вес антенны без фокальных ВЧ-элементов - 55 кг;

Рабочие температуры - от -50°C до 80°C.

Антенна будет установлена на высоте 15 метров.

SkyEdgeII IP VSAT- терминал, работающий на основе двусторонней спутниковой связи, поддерживает интерактивные широкополосные IP приложения и многоадресное вещание и позволяет решить проблемы связи как для отдельного пункта, так и для всех отдельных.

Технические характеристики спутникового терминала:

Рабочее напряжение - широкий диапазон, 72-240 В, переменного тока или 12 В постоянного тока;

Потребляемая мощность: Менее 20 Вт;

Размеры: подлежат определению Внешние условия;

Рабочая температура: от -5 до +50 С;

Температура хранения: от -40 до +70 С;

Относительная влажность: До 90%.

6.1.2 Организация рабочего места.

В дипломном проекте рассматривается разработка системы навигации с использованием геостационарного спутника связи с передачей сигналов для контроля и управления автотранспортом на основе технологии VSAT.Система представляет собой земную станцию, совмещенную с центром системного администрирования (операторская).

В центре системного администрирования (ЦСА) сменный оператор ведет наблюдение за подвижными объектами, принимает, обрабатывает и отсылает, при необходимости, электронные сообщения.Следовательно, рассмотрим организацию рабочего места и правила работы с персональным компьютером с точки зрения обеспечения безопасности труда.

По тяжести и напряженности труда, работа относится к I категории – выполняемые в оптимальных условиях труда при благоприятных нагрузках, и соответствует комфортным условиям труда.

В ЦСА 6– сменные инженера - операторы, которые будут работать посменно по 8 часов в день: с 8.00 до 20.00 дневные и с 20.00 до 8.00 часов ночные. В одной смене 3 инженера – оператора, поэтому помещение рассчитано на 3 сидячих рабочих места, в качестве средств труда используется оргтехника (3 компьютера).

Помещение аппаратной диспетчерской имеет размеры, ДхШхВ, м: 10х8х3с белым потолком, светлыми стенами, с большим окном с раздвигающими жалюзии дополнительным искусственным освещением.

При конструировании рабочего места оператора создадим следующие условия: достаточное рабочее пространство для работающего человека; необходимое естественное и искусственное освещение для выполнения трудовых задач, технического обслуживания; допустимый уровень акустического шума и вибрации, создаваемых оборудованием рабочего места или другими источниками шума и вибрации,микроклимат помещения.

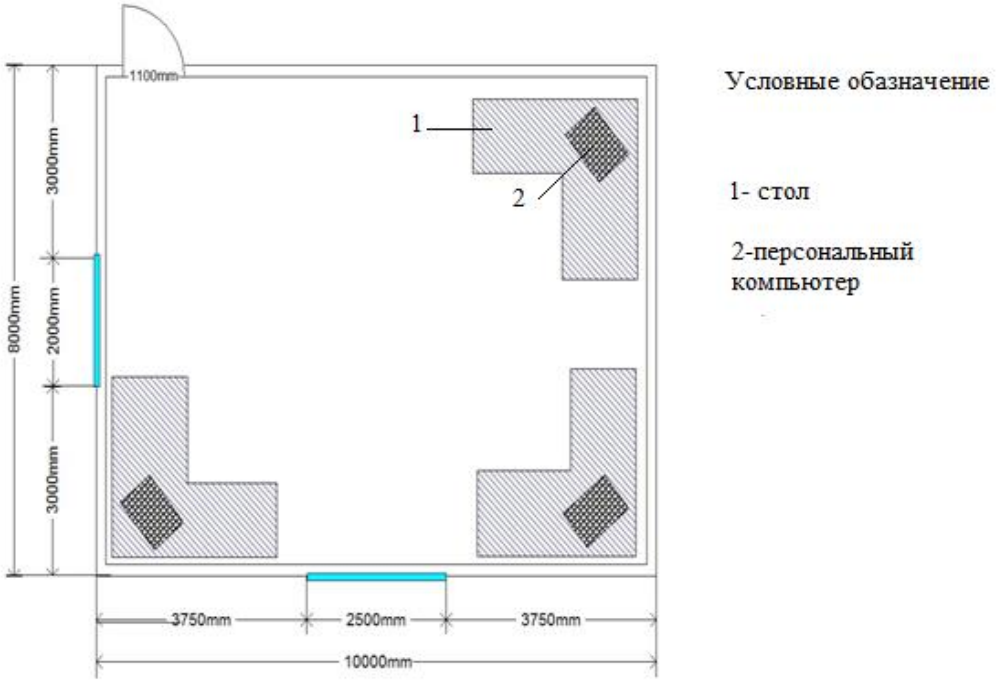

Рисунок 6.1 – Схема помещения ЦСА

6.1.3 Анализ освещения

Освещение в операторском зале делаем комбинированным (естественным и искусственным).Естественное освещение в операторном осуществляется в виде бокового освещения.Определим приближенное значение необходимой (при боковом одностороннем освещении) площади световых проемов, обеспечивающей нормированные значения коэффициента естественной освещенности (к.е.о), в процентах от площади пола.

Степень яркости освещенности находится в пределах 300-500 люкс. Естественное освещение в нашем случае осуществляется в виде бокового освещения. Размер окна составляет 1,5х2м. Величина коэффициента естественной освещенности согласно санитарным нормам (таблица 4.2) при выполнении работ высокой зрительной точности должна быть не ниже 1.5% .

Работа требует высокой точности и в этом случае естественного освещения недостаточно, т. к. оборудование, стоящее вдоль окон перекрывает световой поток и для этого производится расчет искусственного освещения.

Разряды работы	Виды работы по степени точности	Размеры предметов, которые необходимо различать при работе, мм	Нормы к.е.о., %	
			при верхнем и комбинированном освещении	при боковом освещении
I	Особо точные	0,1 и менее	10	3,5
II	Высокой точности	от 0,1 до 0,3	7	2,0
III	Точные	от 0,3 до 1,0	5	1,5
IV	Малой точности	от 1,0 до 10	3	1,0

Таблица 6.2 – Коэффициент естественного освещения

Освещенность рабочего места и выбор количество осветительных приборов расчитан в пункте 6.2.2

6.1.4 Анализ системы кондиционирования помещения

Условия работы оператора во многом зависят от микроклимата в помещении операторного зала.

Микроклимат на производстве оценивается в рабочей зоне, т.е. пространстве высотой до 2 м., над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих Влажность воздуха определяется содержанием в нем водяных паров.

Обеспечение оптимальных для жизнедеятельности человека параметров микроклимата и воздушной среды осуществляется с помощью обширного комплекса методов и средств. Наиболее перспективным средством, обеспечивающим чистоту и нормальный микроклимат, является кондиционирование, т.е. создание искусственного микроклимата в производственном помещении с помощью кондиционирующих установок. Количество воздуха L ($м^3$/ч), которое необходимо вывести за один час из производственного помещения, чтобы вместе с ним удалить избыток тепла $Q_{изб}$.

6.2 Технические решение обеспечение безопасности и жизнедеятельности.

6.2.1 Расчет естественного освещения.

Определим приближенное значение необходимой (при боковом одностороннем освещении) площади световых проемов, обеспечивающей нормированные значения коэффициента естественной освещенности (к.е.о), в процентах от площади пола.

$$100 * \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_н * n_ф}{T_0 * \tau_2}, \qquad (6.1)$$

где S_0- площадь световых проемов при боковом освещении,$м^2$;

S_n - площадь пола помещения;

$e_н$ - нормированное значение к.е.о. для конкретного светового пояса;

$n_ф$- световая характеристика светового проема;

T_0- общий коэффициент светопропускания светового проема;

τ_2 – коэффициент, учитывающий повышение К.Е.О. при отраженном свете.

Офисное помещение относится по зрительным условиям работы к IV разряду (в соответствии с таблицей 4.1).

Нормированное значение К.Е.О. определяется из выражения

$$e_н = e*m*c \qquad (6.2)$$

где e – нормированное значение К.Е.О. (таблица 4.1);

m- коэффициент светового климата;

c- коэффициент солнечности.

Значения коэффициентов m и c, для различных районов Казахстана приведены в таблице 5.2 .

Таблица 6.2 Значения коэффициентов m и c

Пояс светового климата	*c* при световых проемах				
	m	в наружных стенах зданий	в прямо-угольных и трапецевидных фонарях	в фонарях типа шед.	при зенит-ных фонарях
IV 50° северной широты и южнее (Алматы и Караганда)	0,9	0,75	0,85	0,95	0,85

$e_н$= 1,5*0.9*0.8= 1,08 %.

Таким образом, мы получили значение $e_н$=1,08%. Вычислим необходимые размеры световых проемов, используя формулу (6.1)

$$S_ф = \frac{S_п * e_Н * n_ф}{100 * T_0 * \tau_2} = \frac{50*1,08*2.35}{100*0.4*1.15} = 2,1\ м^2 \qquad (6.1)$$

$S_п$= 10*5= 50$м^2$
$n_ф$= 2.35

Общий коэффициент светопропускания светового проема равняется

$$T_0 = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5, \qquad (6.2)$$

ГдеT_1 = 0.9 (стеклоодинарное, листовое);
T_2 = 0.75 (переплетыстальные, открывающиеся);
T_3 = 0.65 (загрязнениефонарейнезначительное);
T_4 = 0.9 (несущиеконструкции – стальные);
T_5 = 1 (отсутсвуютсолнцезащитныеустройства).

Тогда T_0 = 0.4, авеличинаT_2 составляет 1.15

По полученным данным, площадь фонарей естественного освещения должна составлять не менее 2.1$м^2$, эксплуатируемое помещение имеет площадь фонарей 6 $м^2$.

6.2.2 Расчет искусственного освещения

Дано:

длина помещения А = 10 м;
ширина помещения В = 5 м;
высота помещения Н = 3м;
высота рабочей поверхности $h_Р$ = 0,8 м;
разряд зрительной работы III (высокой точности).

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

Определим наиболее выгодное расстояние между светильниками:

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

где λ =1,2 ÷ 1,4.

h = H – h_P = 3 – 0,8 = 2,2 м.

По этим данным находим, что наиболее выгодное расстояние между светильниками равно

$$Z = \lambda \cdot h = 1{,}4 \cdot 2{,}2 = 3{,}08 \text{ м}.$$

Рассчитаем число рядов светильников по формуле:

$$n = \frac{B}{Z} \qquad (6.2)$$

где B – ширина помещения, B = 5 м,
Z – расстояние между светильниками, Z = 3,08 м.

Отсюда,

$$n = \frac{B}{Z} = \frac{5}{3{,}08} = 1{,}62 \text{ м}.$$

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

$$N = \frac{E \cdot K_З \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_Л \cdot \eta}, \qquad (6.3)$$

где E – заданная минимальная освещенность светильника. Для персонала работающего с ЭВМ E = 400лк;

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

S – освещаемая площадь, S = 50 м ;

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

η - коэффициент использования;

$\Phi_Л$ – световой поток лампы, $\Phi_Л$ = 3000 лм.

n – число ламп в светильнике.

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

$$i = \frac{L \cdot B}{h \cdot (L + B)} = \frac{10 \cdot 5}{2{,}2 \cdot (10 + 5)} = \frac{50}{33} = 1{,}52 \qquad (6.4)$$

Так как у нас стены и потолок белого цвета, на окнах установлены жалюзи также белого цвета, то коэффициенты отражения будут следующими:

$p_{пот}$ = 50%;

$p_{ст}$ = 30%;

$p_{пол}$ = 20%.

Следовательно, коэффициент использования η = 54% (таблица).

В качестве светильника возьмем ЛСП02 рассчитанный на 2 лампы мощностью 40 Вт, диаметром 40 мм и длиной со штырьками 1213,6 мм. Длина светильника 1234 мм, ширина 276 мм.

Таким образом:

$$N = \frac{E \cdot K_З \cdot S \cdot Z}{n \cdot Ф_Л \cdot \eta} = \frac{400 \cdot 1{,}5 \cdot 50 \cdot 1{,}15}{2 \cdot 3000 \cdot 0{,}54} = 11{,}6 \approx 12$$, светильников.

Проверку расчета произведем точечным методом.

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

Для обеспечения в данной точке заданной освещенности $E_Н$, необходимо иметь удельный световой поток Ф. Световой поток в каждом светильнике определяется по формуле:

$$Ф = \frac{1000 \cdot E_Н \cdot K_З}{\mu \cdot \sum E_У} \qquad (6.5)$$

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

$\sum E_У$ - суммарная условная освещенность в контрольной точке (выбираются точки, где $\sum E_У$ имеет наименьшее значение). $\sum E_У$ = 40x2 = 80;

$E_У$ – определяется по графику пространственных изолюкс, $E_У$ = 40.

Таким образом, подставив данные в формулы, получим

$$Ф = \frac{1000 \cdot E_Н \cdot K_З}{\mu \cdot \sum E_У} = \frac{1000 \cdot 400 \cdot 1{,}5}{1{,}2 \cdot 80} = 6250$$, лм.

Поскольку необходимый световой поток ламп каждого светильника не должен отличаться от требуемого на –10% или +20%, то можно сделать вывод, что расчет верен.

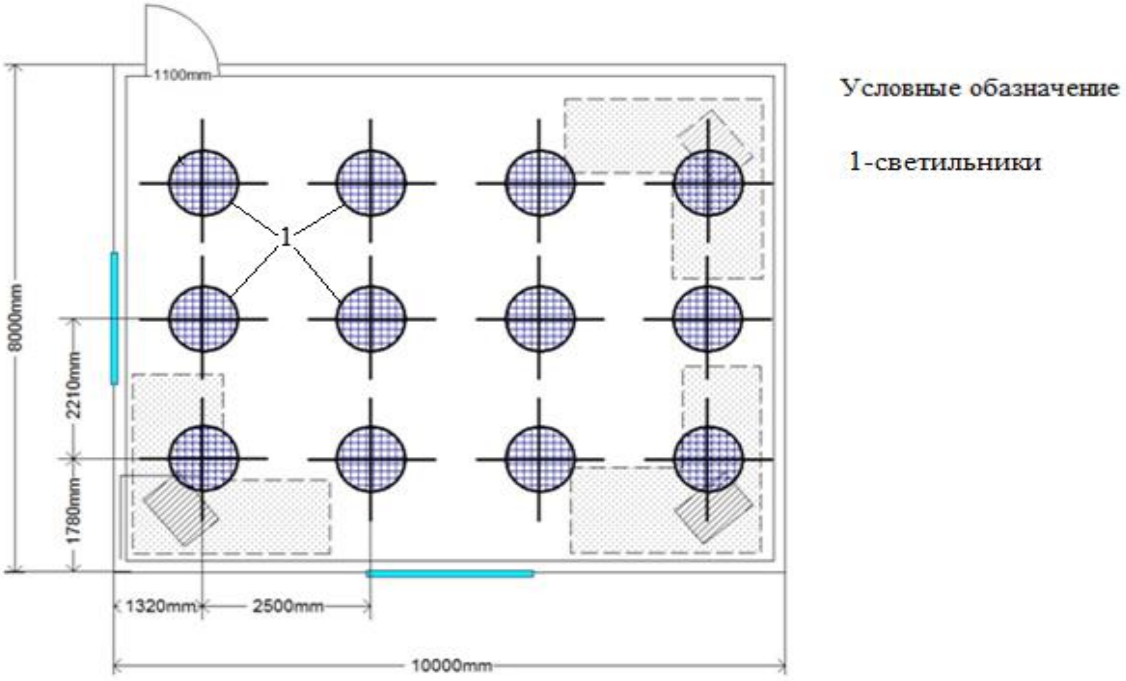

Рисунок 6.2 – Схема искусственного освещения

6.2.3 Расчет системы вентиляции

Найдём требуемое количество подаваемого воздуха по фактору «тепловыделение». Оно рассчитывается по формуле:

$$L = \frac{Q_{ИЗБ}}{C_В \cdot \Delta t \cdot \gamma_В}, \qquad (6.6)$$

где $\Delta t = t_{УДАЛ} - t_{ПОСТ}$,
$t_{УДАЛ}$ – температура удаляемого воздуха;
$t_{ПОСТ}$ – температура поступающего воздуха;
$C_В$ – теплоемкость воздуха, $C_В$ = 0,24 ккал/кг*^{0}С;
γ_B - удельная масса приточного воздуха, γ_B = 1,206, кг/м^3.
$Q_{ИЗБ}$ – избыточное тепло.

Избыточное тепло найдем из выражения:

$$Q_{ИЗБ} = Q_{ОБ} + Q_Л + Q_Р - Q_{ОТД}, \qquad (6.7)$$

где $Q_{ОБ}$ – тепло, выделяемое офисным оборудованием;
$Q_Л$ – тепло, выделяемое людьми;
$Q_Р$ – тепло, вносимое солнечной радиацией;
$Q_{ОТД}$ – теплоотдача в окружающую среду.

Значения$Q_Р$ и $Q_{ОТД}$ примерно равны и взаимно компенсируются. Поэтому избыточное тепло образуется только за счёт людей и оборудования.

Тепло, выделяемое людьми, найдём по формуле:

$$Q_Л = К_Л \cdot (q - q_{ПОГЛ}), \quad (6.8)$$

где $К_Л$ – количество людей в помещении, $К_Л = 3$;
q – тепло, выделяемое одним человеком, q = 250 ккал/ч;
$q_{ПОГЛ}$ – тепло, поглощаемое одним человеком, $q_{ПОГЛ} = 140$ ккал/ч.

Отсюда находим

$$Q_Л = К_Л \cdot (q - q_{ПОГЛ}) = 3 \cdot (250 - 140) = 330 \text{ ккал/ч.}$$

Рассчитаем количество тепла, выделяемого офисным оборудованием. В зале расположено 3персональных компьютера. Каждый компьютер имеет мощность 230 Вт. Общая мощность компьютеров составляет 3×230=920 Вт = = 0,92 кВт. Также имеется один принтер с потребляемой мощность 50 Вт. Общая потребляемая мощность офисной техники равна 0,97 кВт.

Тепло, выделяемое офисным оборудованием рассчитаем по формуле:

$$Q_{ОБ} = 860 \cdot P_{ОБ} \cdot \eta, \quad (6.9)$$

где 860 – тепловой эквивалент 1 кВт/час;
$P_{ОБ}$ – потребляемая мощность, $P_{ОБ} = 0{,}97$ кВт;
η – коэффициент перехода тепла в помещение, η = 0,95.

Подставив все значения в формулу, находим

$$Q_{ОБ} = 860 \cdot P_{ОБ} \cdot \eta = 860 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}95 = 742{,}49 \text{ ккал/ч.}$$

Рассчитаем теплонапряженность воздуха по формуле:

$$Q_Н = \frac{Q_{ИЗБ}}{V_П}, \quad (6.10)$$

где $V_П$ – объем помещения, $V_П = 150$ м^3.

$Q_{ИЗБ} = Q_Л + Q_{ОБ} = 330 + 742{,}49 = 1072$, ккал/ч.

Таким образом, подставив все данные в формулу, получим

$$Q_Н = \frac{Q_{ИЗБ}}{V_П} = \frac{1072}{150} = 7{,}147, \text{ ккал/м}^3.$$

Т.к. $Q_Н < 20$ ккал/м^3, то $\Delta t = 6\ ^0$С.
Найдём требуемое количество подаваемого воздуха

$$L = \frac{Q_{ИЗБ}}{C_В \cdot (t_{УДАЛ} - t_{ПОСТ})} = \frac{1072}{0{,}24 \cdot 6 \cdot 1{,}206} = 617.28$$, м^3/ч.

Рассчитаем кратность воздухообмена по формуле:

$$K = \frac{L}{V}, \qquad (6.11)$$

где L – требуемое количество подаваемого воздуха, L = 617.28, м^3/ч;
V – объем помещения, V = 150 м^3.
Таким образом, кратность воздухообмена равна:

$$K = \frac{L}{V} = \frac{617.28}{150} = 4.1$$

Таким образом нам необходим кондиционер, создающий воздухообмен 617.28 м^3/ч.Установим в операторском зале один настенный кондиционер DELONGHICP 30, рассчитанный на 130 м^2.Данный кондиционер создает воздухообмен 600 м^3/ч, создает в помещении воздушную среду с температурой 17-26 ^{0}С и влажность 40-70%, удаляет из помещения избыточную влагу и тепло, снабжен таймером, термостатом, бактерицидным фильтром и автоматическим климат контролем. Электропитание кондиционера 230 В, 5 А, 50 Гц; максимальный уровень шума 38 дБ; внутренний блок: длина 810 мм, высота 300 мм, глубина 200 мм; внешний блок: длина 650 мм, высота 500, глубина 210 мм.

Заключение

Цельюданного дипломного проекта является организация корпоративной сети связи для компании «Тенгис Сервис, КазМунайГаз». Проведен анализ особенностей построения и организации передачи данных в спутниковых системах связи на основе технологии VSAT, энергетический расчет спутниковой линии главного офиса с филиалом компании «Атырау-Актау», разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности, составление бизнес-плана.

Такимобразом, израсчетовможносделатьвывод,чторассчитаннаяспутниковаясистемасоответствуетпараметрамспутникаKazSat-2.Всеполученныепараметрыудовлетворяютнеобходимым нормам,такиекакпороговаямощностьполезногосигнала навходеприёмника,отношениесигнал/шум,потери в дожде ипространстве и т.д.

По мерам безопасности жизнедеятельности были рассмотрены вопросы зрительной нагрузки оператора связи при работе с ПК, было рассмотрено, как освещенность рабочего места влияет на работоспособность оператора. Для хорошего освещения так же рекомендуется держать окна в чистоте и проводить регулярное удаление пыли и грязи. Т.к. антенна является источником ЭИМ, был произведен анализ ЭИМ и защиты от него. Еще одним параметром, влияющим на работоспособность человека, является температура рабочего помещения, и поэтому был проведен расчет вентиляции.

Анализируя расчет экономических показателей можно сказать следующее, для реализации данного проекта необходимо капитальное вложение в размере 46 577 480 тенге. Сумма затрат за год составит фактическую производственную себестоимость или величину годовых эксплуатационных расходов, в нашем случае эксплуатационные расходы составили 10 416 939 тенге. Наибольший удельный вес в структуре эксплуатационных расходов составляет фонд заработанной платы - 45%, а так же накладные расходы – 34% от общей суммы эксплуатационных расходов. Чистая прибыль от внедрения спутниковой навигации составит 53 106 448,8тенге. Экономическая эффективность свидетельствует об инвестиционной привлекательности проекта, так как проект окупается за 0,9 год, то есть за 11 месяцев.

Список сокращений

ИССС – интегрированные спутниковые системы связи

ССС – спутниковые системы связи

VSAT – малая спутниковая земная станция, либо терминал с маленькой антенной

VPN – частная виртуальная сеть

ODU – внешний блок

IDU – внутренний блок

BUC – устройства, применяемого для передачи сигналов на спутник, объединяющего в одном блоке преобразователь частоты «вверх» и усилитель мощности

SCPC – выделенный канал связи, в котором земная станция использует постоянно закрепленный, собственный спутниковый ресурс для взаимодействия с другой станцией

QPSK – квадратурная фазовая манипуляция

APSK – амплитудно-фазовая манипуляция

TDMA – множественный доступ с временным разделением каналов

FDMA – множественный доступ с частотным разделением каналов

CDMA – множественный доступ с кодовым разделением каналов

DAMA – множественный доступ с выделением каналов по требованию

PAMA(FAMA) – множественный доступ с фиксированным выделением каналов

ИСЗ – искусственный спутник Земли

PVC – постоянный виртуальный канал

CIR – гарантированная полоса пропускания PVC

FRAD – функциональные требования к авторитетным данным

TCP – протокол управления передачей

UDP – протокол пользовательских дейтаграмм

IP – межсетевой протокол

ARQ – протокол автоматического запроса повторной передачи

SAW – передача с остановкой и ожиданием

GBN – передача с возвращением на N кадров

SR – метод выборочного повтора

ЭИИМ – эквивалентная изотропно-излучаемая мощность

ЗС – земная станция

КС – космическая станция

ППЭ – плотность потока энергии

АФТ – антенно-фидерный тракт

ЭМП – электромагнитное поле

ЭМИ – электромагнитное излучение

Список литературы

1. Горячкин О. В. Методы слепой обработки сигналов и их приложения в системах радиотехникии связи.– М.: Радиоисвязь, 2003.

2. Камнев В.Е.,Черкасов В.В.,Чечин Г.В.Спутниковые сети связи: Учеб.пособие. - М.: АльпинаПаблишер, 2004.

3. Н.Н.Гладышева, Л.П.Клочковская Спутниковые и радиорелейные системы передачи. Методические указания к выполнению курсовой работы Алматы 2009.

4. Клочковская Л.П. Коньшин С.В. Технология беспроводной связи, расчет параметров мобильной связи; учебное пособие – Алматы 2007.

5. Кислицын А.С., Корпоративные спутниковые информационные сети на основе VSAT–технологии. Методологии построения–М. Радиотехника 2007.

6. Горячкин О.В. Методы слепой обработки сигналов и их приложения в системах радиотехникии связи. – М.: Радиоисвязь, 2003.

7. Л.Г. Мордухович, А.П. Степанов Системы радиосвязи. Курсовое проектирование: Учебное пособие для высших учебных заведений. - Москва: Радио и связь, 1987.

8. Л.Г. Мордухович. Радиорелейные линии связи. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие для техникумов. –Москва: Радио и связь, 1989.

9. Системы радиосвязи под редакцией Н.И. Калашникова.- Москва: Радио и связь, 1988.

10. Справочник по радиорелейной связи. Каменский Н.Н. и др. /Под редакцией С.Н. Березина.- Москва: Радио и связь, 1981.

11. Баклашов Н. И. и др. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды: Учебник для вузов/Н. И. Баклашов, Н. Ж. Китаева, Б. Д. Терехов. — М.: Радио и связь, 1989. 288 с

12. Сабиров Ю.Г., Сколотнев Н.И. Охрана труда в вычислительных центрах. – М.: Машиностроение,1985. – 210 с.

13. Кошулько Л.П.Производственное освещение. Методические указания к выполнению раздела "Охрана труда" в дипломном проекте (для студентов энергетических специальностей всех форм обучения)-Алма-Ата,изд. РУМКД989, 40 с.

14. Кнорринг Г. М. Справочная книга для проектирования электрического освещения. – Л.: Энергия, 1976.

15. Шелухин О.И., Теняков А.М., Осин А.В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях. – М:Радиотехника, 2003 –с. 408.

16. Шелухин О.И., Осин А.В.,Смольский С.М. Самоподобие и фракталы.Телекоммуникационные приложения.-Москва: Физматгиз, 2008.

17. Кислицын А.С., Корпоративные спутниковые информационные сети наоснове VSAT–технологии. Методологии построения–М.Радиотехника 2007.

Приложение А

Инженерный расчет в программной среде Mathcad

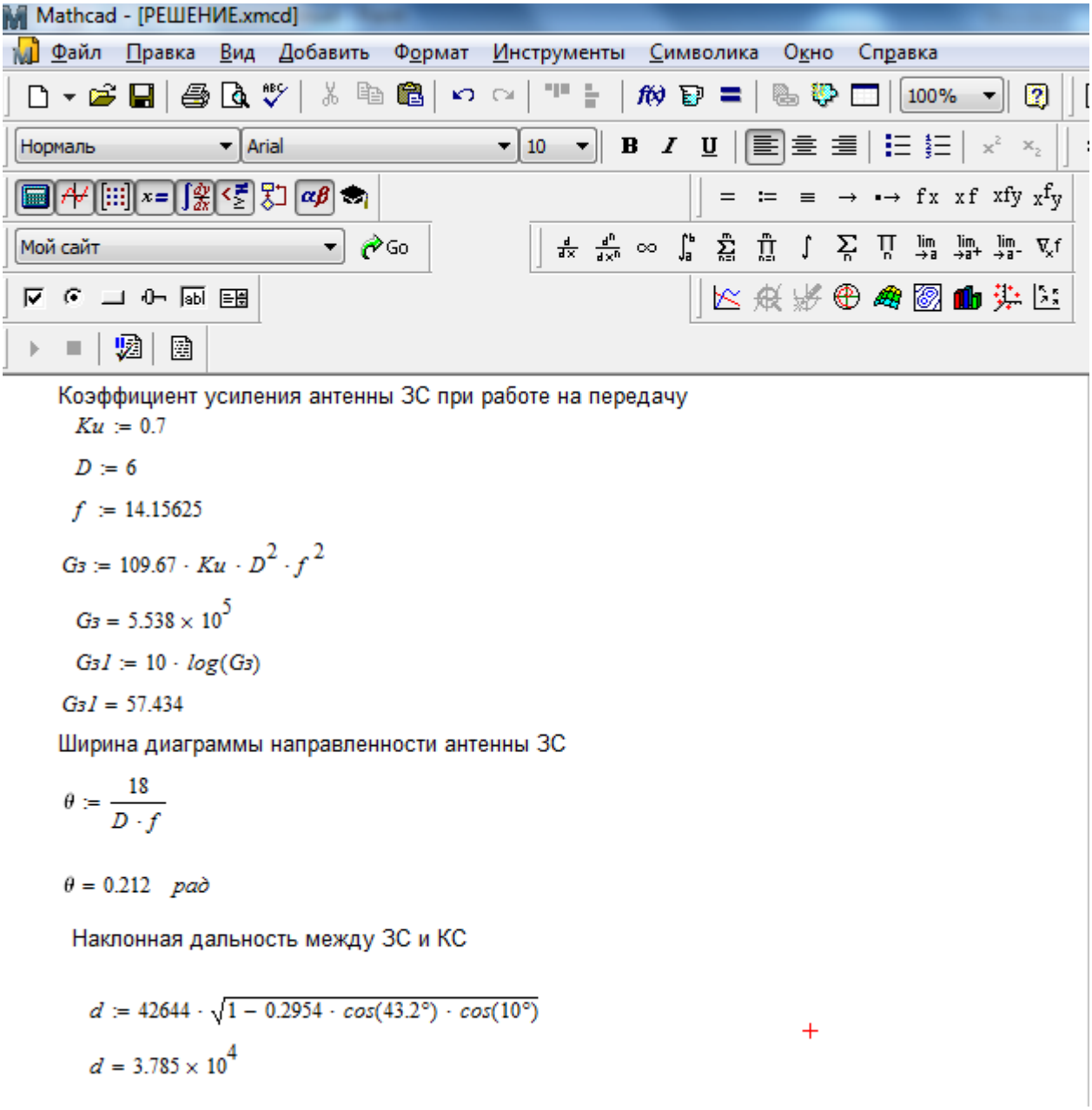

Рисунок А.1 – Рисунокрезультата расчета спутниковой линии связи Атырау – KazSat-2 - Актауна участке «вверх»

Продолжение приложения А

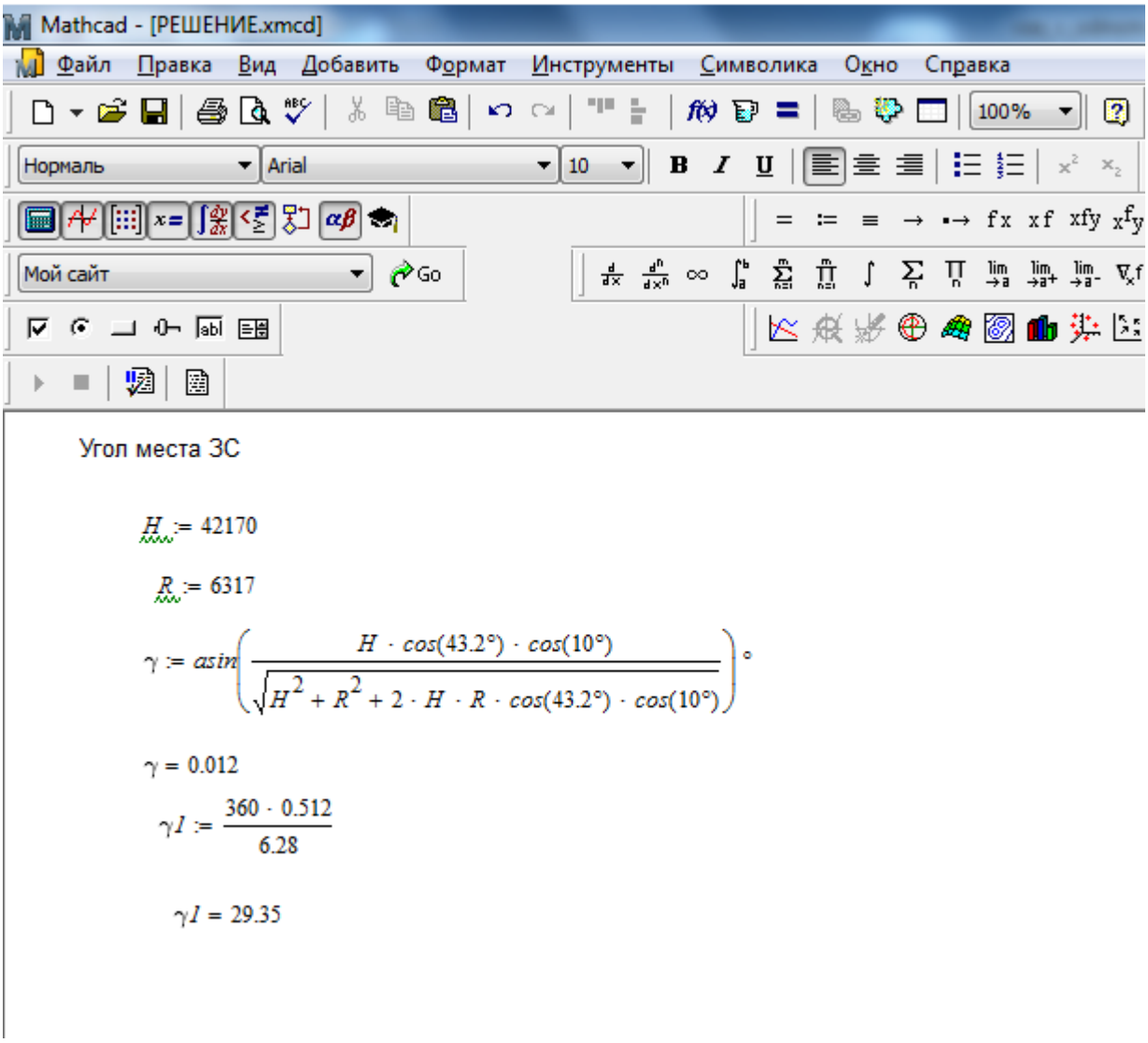

Рисунок А.2 – Рисунок результата расчета угол места спутниковой линии связи Атырау – KazSat-2 - Актауна участке «вверх»