МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»
Кафедра телекоммуникационных систем

«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»
Зав.кафедрой проф к.т.н. Байкенов Ж.С.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____ «____» _____ 201___ г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Анализ областей применения космической электроники.

Специальность 5В071900-Радиотехника, электроника и телекоммуникации
Выполнила Сундилова А.Б. Группа ЛЕК-12-4
(Ф.И.О.)
Научный руководитель к.т.н Чуенок Н.И
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____ «7» июня 2016 г.
(подпись)

Консультанты:
по экономической части:
доцент, Бокарева Г.Ш.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____ «13» 06 2016 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
ст. преп. Жумабетова А.С.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____ «31» мая 2016 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:
к.т.н, ст. преп. ТДС Евреинова С.А.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____ «02» июня 2016 г.
(подпись)

Нормоконтролер: Демидова Т.Д, ст.пр-ль
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____ «13» июня 2016 г.
(подпись)

Рецензент: вед. инж. Рахимбаев А.М.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
_____ «02» июня 2016 г.
(подпись)

Алматы 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Факультет Радиотехники и связи

Кафедра Телекоммуникационных систем

Специальность 5В071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студенту Сунгирдиевой Аиду Болатовне
(Ф.И.О.)

Тема проекта Анализ областей применения космической электроники

Утверждена приказом по университету № 148 от «18» 10 2015 г.

Срок сдачи законченного проекта « 25 » 05 2016 г.

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

Частота - 6885 МГц; мощность передатчика КА - 50 Вт; Усиление бортовой антенны - 600; Индекс фазовой модуляции ±1,3 рад; скорость передачи информации - 16384 бит/с, достоверность приема одного бита - 10^{-4}, Энергетический запас по информации h - 3, Чувствительность приемника ЗС - 185 дБ.

Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломном проекте, или краткое содержание дипломного проекта: История развития устройств исследования космоса; Анализ средств, используемых в космической технологии; Расчет линии связи для программы "Фобос-88"; Энергетический расчет спутниковой линии связи; Расчет системы искусственного освещения помещения; Расчет системы кондиционирования воздуха; Расчет капитальных затрат; Расчет годовых эксплуатационных расходов

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): Обзорное телевизионного устройства АМС; АМС "Луна-1"; АМС "Венера-1". Снимок Венеры. Орбитальная станция "Салют". Орбитальная космическая станция "Мир". Оборудование системы ориентации метеорологического спутника. Эллиптическая орбита. Зависимость напряжённости поля R. Структурная схема и диаграмма уровней мощности связи из двух участков. План помещения. Схема размещения светильников.

Основная рекомендуемая литература:

Поченов В.Т. Введение в радиоэлектронику. Пиоковская Л.П., Самодержкина С.В. Организация и технология оказания спутниковых и радиорелейных услуг телекоммуникационных компаний. Методические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров для студентов всех форм обучения. Специальность 05B0720 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации. Алматы: АИЭС, 2008.

Консультанты по проекту с указание относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
БЖД	Бутимбетов А.С.	01.04-31.05.16 г.	
Бизнес-план	Бокамова Г.Ш	01.04-31.05.16	
Вогнив техника	Ефремова Л.А	04.04.16	
Спец. часть	Чурпак И.И		

График подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю	Примечание
1. Сбор теоретического материала	24.02.16 - 9.03.16.	
2. Обзор проектирования работы	10.03.16 - 14.03.16	
3. Выбор подходящего оборудования	15.03.16 - 30.03.16.	
4. Расчет линии спутника программа "Фобос-08"	01.04.16 - 08.04.16	
5. Энергетический расчет спутниковой линии	08.04.16 - 12.04.16	
6. Анализ условий труда	13.04.16 - 20.04.16.	
7. Расчет искусственного освещения	21.04.16 - 26.04.16.	
8. Составление бизнес-плана	30.05.16 - 1.06.16	
9. Расчет капитальных затрат	2.06.16 - 3.06.16.	
10. Расчет показателей эффективности инвестиций	3.06.16 - 4.06.16.	

Дата выдачи задания «19» 10 2015 г.

Заведующий кафедрой _____ (Байкенов Ж.С)
(подпись) (Ф.И.О.)

Научный руководитель Проекта _____ (Чулак Н.И)
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению студент _____ (Сунгатулова А.Б)
(подпись) (Ф.И.О.)

Аңдатпа

Бұл тезис жоба ғарыштық электроника пайдалану талдауға арналған. Жобаның есептеу бағдарламасы «Фобос-08» сілтемесін жұмыс теориялық мәселелерін талқылады және Алматы - Intelsat-80 - Лондон спутниктік байланыс туралы есептеу болып табылады. Өнеркәсіптік жарықтандыру және ауаны жобаланған тіршілік қауіпсіздігі бөлім. Ұсынылған бизнес-жоспардың экономикалық бөлімінде жобаның практикалық қолдануды растайтын.

Аннотация

Данный дипломный проект посвящен анализу областей применению космической электроники. В расчетной части проекта были рассмотрены теоретические вопросы работы линии связи для программы «Фобос-08» и приводится расчет спутниковой линии Алматы - Intelsat-80 - Лондон. В разделе безопасности жизнедеятельности рассчитаны производственное освещение и кондиционирование воздуха. В экономическом разделе предлагается бизнес-план, подтверждающий практическое применение проекта.

Abstract

This thesis project is devoted to the analysis of the use of space electronics. In the calculation of the project were discussed theoretical issues working link for the program "Phobos-08" and is a calculation of the satellite lines Almaty - Intelsat-804 - London. In the section of health and safety designed industrial lighting and air conditioning. In the economic section of the proposed business plan, proving the practical application of the project.

Содержание

Введение 7
1 История развития устройств исследования космоса 8
1.1 Автоматические межпланетные станции 8
1.2 Обитаемые космические корабли 13
2 Анализ средств, используемых в космической технологии 17
2.1 Принципы организации телеметрии и управления космическими аппаратами 17
2.2 Спутники связи 20
2.3 Другие профессии космической радиоэлектроники 25
2.4 Космические службы народного хозяйства РК 30
3 Расчетная часть дипломного проекта 32
3.1 Линия связи для программы «Фобос-08» 32
3.2 Расчет линии связи дальнего космоса Земли-КА 34
3.3 Расчет линии связи дальнего космоса КА-Земли 37
3.4 Энергетический расчет спутниковой линии связи 40
4 Безопасность жизнедеятельности 45
4.1 Анализ условий труда 45
4.2 Выбор и расчет системы производственного освещения 46
4.3 Расчет системы искусственного освещения помещения 50
4.4 Расчет системы кондиционирования воздуха 53
5 Бизнес план 57
5.1 Резюме 57
5.2 Маркетинговый план 57
5.3 Производственный план 58
5.4 Финансовый план 58
5.4.1 Расчет капитальных затрат 58
5.4.2 Расчет годовых эксплуатационных расходов 60
5.5 Доходы и экономическая эффективность 63
5.6 Расчет показателей эффективности инвестиций 64
5.7 Дисконтированный срок окупаемости инвестиций 65
5.8 Оценка результата 65
Заключение 66
Список условных сокращений 67
Список литературы 68
Приложение А Данные расчеты программы Mathcad 14.0 - Мощность, принимаемая антенной 69

Введение

На протяжении многих десятилетий человек стремился к путешествиям, к познанию нового и открытиям. Изучение космического пространства - одна из наиболее широких сфер исследовательской деятельности человека.

Первый полет в космос человека, российского космонавта Юрия Алексеевича Гагарина, 12 апреля 1961 г. по праву является одним из самых выдающихся достижений XX века, которое имеет общенациональное и международное значение. С этой даты был открыт путь к новым высотам - освоению человеком космического пространства.

Благодаря творческому труду советских конструкторских бюро мы построили многомодульные сложные конструкции в космосе, такие как «Салют», «Мир». А стыковка кораблей «Союз» и «Аполлон», полеты интернациональных экипажей заложили основу для создания и успешного развития таких проектов как Международная космическая станция.

Нужно отметить, что в настоящее время темпы развития космической отрасли очень высокие, и уже давно стало ясно, что исследования и использование космического пространства немыслимы без широкого и взаимовыгодного международного сотрудничества. Во многом благодаря сотрудничеству появилась возможность разработать и создать долговременные обитаемые научные станции и лаборатории на околоземной орбите, с помощью которых человечество получило возможность значительно расширить научно-исследовательскую деятельность в космическом пространстве.

В настоящее время Россия и Казахстан активно осуществляют запуски с космодромов «Байконур» и «Плесецк».

В настоящее время нашей главной задачей остается обеспечение сбалансированного развития существующих космических систем, а также комплексов нового поколения, использование для них современной проектной базы, наземной инфраструктуры, которые обеспечат их эффективное применение для решения на требуемом уровне задач в интересах науки и социально-экономической сферы государства.

1 История развития устройств исследования космоса

1.1 Автоматические межпланетные станции

Наиболее сложным и многообразным радиоэлектронным оборудованием оснащены автоматические межпланетные станции (АМС), совершающие далекие "прогулки" в пределах нашей Солнечной системы. Автоматические межпланетные станции, как правило, уже не возвращаются на Землю, поэтому вся обширнейшая информация, которую они собирают в продолжение многомесячного полета, передается только по радио.

Научная аппаратура АМС рассчитана на исследование определенной планеты или нескольких планет, а также межпланетного пространства, проходимого АМС к цели. Детальное исследование планеты осуществляют АМС с мягкой посадкой, продолжающие функционировать некоторое время еще и на поверхности планеты. В связи с большими трудностями осуществления мягкой посадки на далекую планету по командам с Земли большинство операций по сближению и посадке осуществляется в автоматическом режиме на основании сигналов многих датчиков и результатов работы большого количества сложной бортовой радиотехнической аппаратуры навигации и наведения.

Вот, например автоматическая лунная станция (АЛС), в задачи которой, входило определение физических условий на поверхности Луны, измерение параметров и свойств лунного грунта, его химического состава на различной глубине, обзор и передача на Землю изображения лунной поверхности в районе посадки.

Работой АЛС управляют две системы: командная, принимающая "указания" с Земли, и программная, руководствующая заранее заложенной в памяти программой. Такое "дублирование руководства" позволяет избежать ошибок, связанных с потерей связи с изменением внешних условий в случае несоответствии запрограммированным ситуациям.

В состав АЛС входят до четырех телевизионных установок. Три из них передают на Землю изображение лунной поверхности вокруг АЛС, охватывающая все 360° по азимуту и 65° по углу места. В то же время две установки могут быть повернуты в одну сторону для обзора одного и того же сектора. Это позволяет получать стереоскопическое изображение участка местности, по которому с помощью специальной обработки снимков на Земле приборами- стереокомпараторами- можно узнавать размеры наблюдаемых предметов и их удаленность от АЛС. Четвертая телевизионная установка контролирует работу манипулятора станции- механической "руки", отбирающей пробы грунта и предметы на лунной поверхности [1].

1-видикон; 2-затвор; 3-потенциометр диафрагмы; 4-потенциометр фокусного расстояния;5-объектив с переменным фокусным расстоянием; 6-мотор установки зеркала по азимуту;7-козырек;8-зеркало;9-мотор установки зеркала по углу места;10-турель со сменными фильтрами;11-радиоэлектронные устройства;12-кабели.

Рисунок 1.1- Обзорное телевизионное устройство АЛС

На рисунке показано устройство одной из телевизионных камер. Собственно камера "смотрит" вертикально вверх, а выбор сцены производится поворотным зеркалом. Развертка изображения осуществляется на 200 (малая четкость) или 600 (высокая четкость) строк. Сигналы изображения с малой четкостью передаются на Землю всенаправленной антенной в относительно узкой полосе частот. Такой режим работы нужен при проверке функционирования аппаратуры сразу после посадки, а также в случае выхода из строя остронаправленной антенны или системы ее ориентации в сторону Земли. Сигналы изображения с высокой четкостью передаются остронаправленной антенной в широкой полосе частот. Когда объектив камеры сфокусирован на предметы, находящиеся на расстоянии 4 м, разрешающая способность системы в зависимости от изменяемого фокусного расстояния объектива может составить от 4 до 0,2 мм.

2 января 1959 года была запущена первая советская АЛС "Луна-1", которая впервые в истории достигла второй космической скорости и навсегда покинула поле земного тяготения. В окололунном пространстве она выполнила обширную программу научных исследований и по радио сообщила результаты на Землю. Менее чем через год, в сентябре 1959 года, АЛС "Луна-2" впервые в мире достигла поверхности Луны, доставив туда вымпел с Гербом Советского Союза. Вслед за этим, в октябре того же, АЛС "Луна-3" облетела Луну, сфотографировала обратную, невидимую с Земли сторону Луну и изображение передала по радио на Землю. Так человечество впервые получило возможность увидеть обратную сторону Луну.

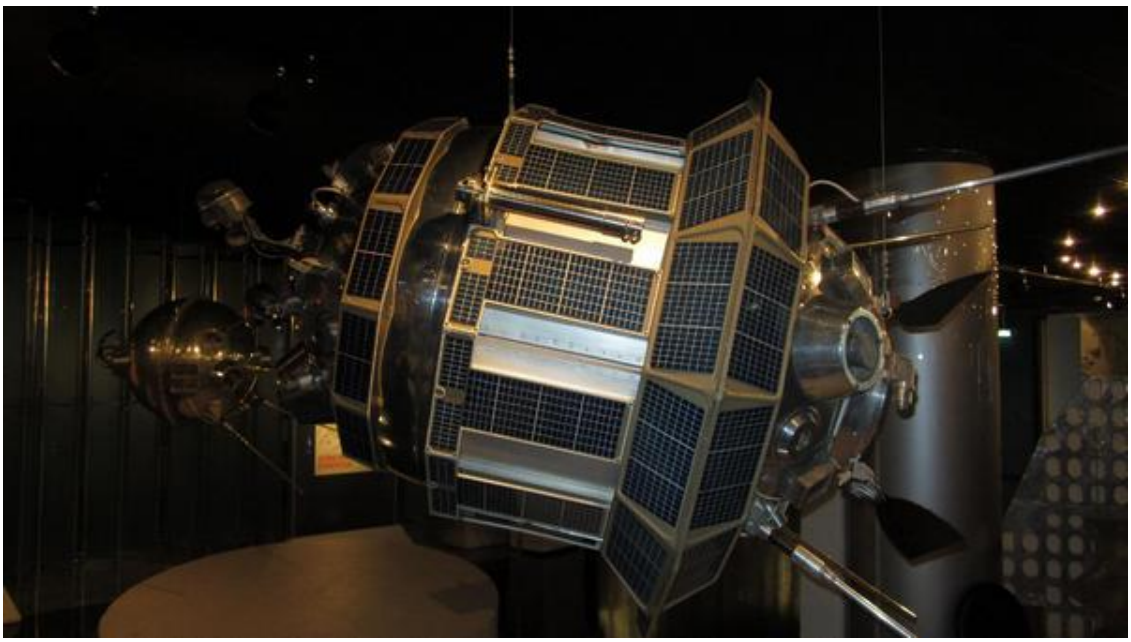


Рисунок 1.2 - АЛС "Луна-1"

18 июня 1965 года осуществлен запуск многоступенчатой ракеты с автоматической станцией "Зонд-3". Она сфотографировала ту часть невидимой с Земли стороны Луны, которая осталась неохваченной при съемке 1959 года. Полученные снимки передавались на Землю не сразу, а спустя почти девять суток после съемки, когда расстояние до станции составляло около 2,2 млн. км. При этом отрабатывалась система передачи изображений на большие расстояния. Передача осуществлялась с малой скоростью, причем каждый кадр для большей достоверности передавался многократно. Передача одного кадра занимала 34 мин при числе строк разложения 1100. Каждая строка содержала 860 элементов изображения; таким образом, общее число элементов в кадре составляло около миллиона. Малая скорость передачи позволила резко сузить полосу частот радиоканала и тем самым увеличить отношение сигнал-шум на выходе наземного приемного устройства, что и обеспечило высокое качество изображения [1].

Первую мягкую посадку на поверхность Луны осуществила АЛС "Луна-9", запущенная 31 января 1966 года. Радиоэлектронные системы станции обеспечили прием команд и передачу телеметрической информации, измерение параметров движения ракеты-носителя, разгонного блока и самой станции на всех этапах полета, включающих вывод на орбиту ИСЗ, разгон в сторону Луны и торможение перед посадкой в заранее намеченной равнинной части Океана Бурь. На расстоянии 75 км от поверхности Луны по команде бортового радиовысотомера была включена тормозная двигательная ракетная установка. Автоматическая лунная станция с ювелирной точностью опустилась на поверхность, и через 250 с после посадки раскрылись антенны для передачи на Землю научной информации. Радиопередачи велись на частоте 183,538 МГц. Через некоторое время заработали телевизионные камеры и началась передача изображений поверхности в районе посадки.

Рисунок 1.3 - АМС " Венера-1"

Автоматические межпланетные станции посылаются не только к Луне, но и к другим планетам Солнечной системы. Первый межпланетный полет АМС " Венера-1" происходил в то же самое время, когда в космос поднялся первый космонавт планеты Ю. А. Гагарин. Дата его полета, 12 апреля 1961 года, теперь отмечается как День космонавтики. Юрии Алексеевич Гагарин родился 9 марта 1934 советский лётчик-космонавт, Герой Советского Союза, кавалер высших знаков отличия ряда государств, почётный гражданин многих российских и зарубежных городов. 12 апреля 1961 года Юрий Гагарин стал первым человеком в мировой истории, совершившим полёт в космическое пространство. Ракета-носитель «Восток» с кораблём «Восток-1», на борту которого находился Гагарин, была запущена с космодрома Байконур. После 108 минут полёта Гагарин успешно приземлился в Саратовской области, неподалёку от города Энгельса. Начиная с 12 апреля 1962 года, день полёта Гагарина в космос был объявлен праздником — Днём космонавтики.

Осенью следующего года отправилась в полет АМС "Марс-1". Эти АМС на входили в атмосферу планет. Облетая планету по вытянутой траектории, они передавали на Землю телевизионные изображения и показания приборов (магнитометров, детекторов, микрометеоритов, счетчиков частиц и т.д.). Так было положено начало комплексному исследованию планет Солнечной системы аппаратами, посланными людьми. Трудности организации радиомоста АМС- Центр управления полетом огромны. Только задержка радиосигнала на пути к Марсу достигает 10 мин. Но расстояния в

сотни миллионов километров - не препятствие для современной техники радиосвязи… да и не только радиосвязи. Прежде чем послать, например, к Венере АМС, необходимо очень точно определить параметры орбиты планеты и расстояние до нее. Эти вопросы были решены при радиолокации Венеры наземным радиолокатором, созданным Институтом радиотехники и электроники АН СССР совместно с рядом других организаций. Работы проводились под руководством вице-президента АН СССР В.А. Котельникова. Планетный радиолокатор был размещен в Крыму, на базе Центра дальней космической связи, где имелась эффективная антенная система. Она была выполнена из восьми связанных в общую конструкцию параболических зеркал. Но даже при такой большой площади антенны отраженный от Венеры сигнал оказывается чрезвычайно слабым: его уровень значительно ниже уровня собственных шумов приемника. Для выделения сигнала использовалась достаточно сложная обработка смеси сигнала и шума на ЭВМ.

Японцы со второй попытки смогли вывести на орбиту Венеры свой зонд, основной движок которого вышел из строя еще пять лет назад, из-за чего первая попытка закончилась неудачей. Сейчас все прошло, как нельзя лучше. При помощи четырех маневровых двигателей, которые были включены на 20 минут и 30 секунд, японские ученые смогли замедлить зонд, что позволило вывести его на орбиту Венеры. Текущая орбита зонда позволяет аппарату делать один оборот вокруг Венеры раз в 13 дней и 14 часов. Аппарат находится в отличном состоянии, все его системы функционируют и готовы к работе. Более того, некоторые инструменты уже работают. Благодаря этому зонду удалось сделать и передать на Землю несколько довольно качественных фотографий Венеры.

Фотография, сделанная 7 декабря с расстояния в 72 тысячи километров

Расчетное время функционирования спутника составляет 2 года. При этом возможно и продление времени работы зонда. Спутник будет изучать климатические и погодные условия Венеры. Для этого «Акацуки» оснащен 5 камерами, при помощи которых ученые смогут изучать движения облаков и перемещение воздушных потоков. Кроме того, планируется картографирование поверхности Венеры, с одновременной целью обнаружить действующие вулканы.

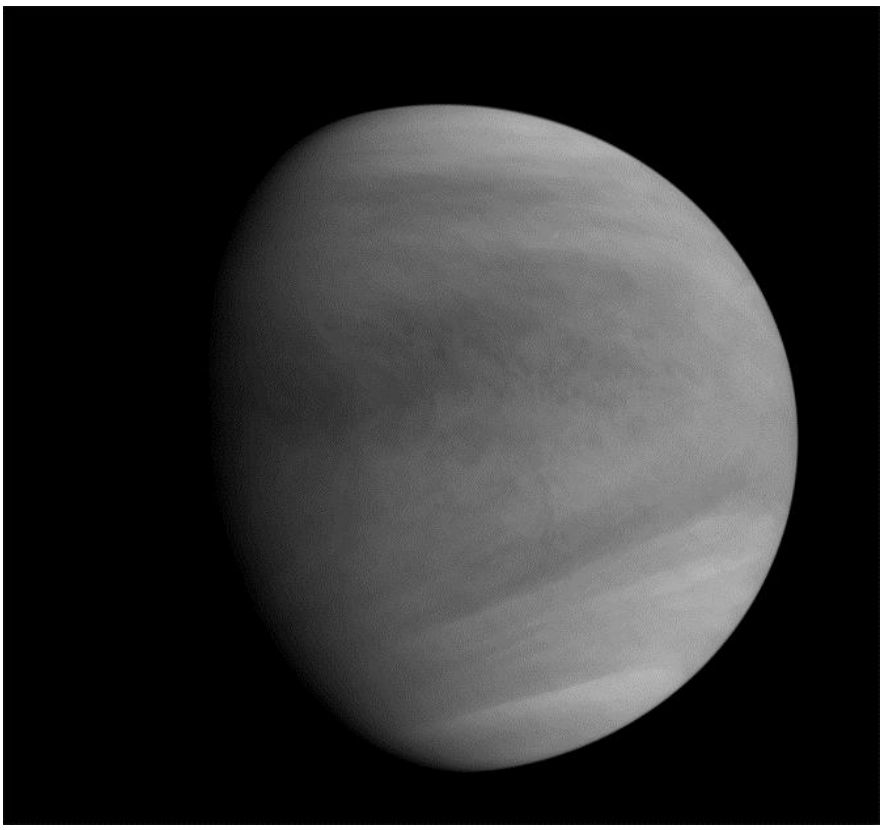


Рисунок 1.4 - Снимок Венеры

1.2 Обитаемые космические корабли

Планомерное и широкое освоение космоса невозможно лишь одними автоматами - полеты людей в космос стали обыденным явлением. В Советском Союзе была разработана длительно действующая орбитальная космическая станция " Салют", на которой может находиться постоянный или сменяемый экипаж из нескольких человек. В комплекс орбитальной станции входит собственно орбитальный блок, выводимый в околоземное пространство мощной ракетой-носителем, и транспортный корабль " Союз", на котором отправляются космонавты. Корабль стыкуется на орбите с орбитальным блоком. Кроме того, к станции могут пристыковаться транспортные грузовые корабли типа " Прогресс ".

Вся станция представляет собой весьма внушительное сооружение: общая масса орбитального блока и корабля "Союз" составляет около 26 т, длина достигает 23 м, а поперечный размер по раскрытым солнечным батареям 11 м. Внутри станции оборудованы рабочие и спальные места для космонавтов, системы обеспечения их жизнедеятельности. Для проведения научных экспериментов, фотографирования и визуального наблюдения в отсеках станции предусмотрено 27 иллюминаторов. Полеты космических кораблей и орбитальных станций были бы невозможно без обширного комплекса радиотехнических средств навигации и связи. Во время полета необходимо производить точные траекторные измерения для определения местонахождения корабля. Параметры орбиты измеряются с помощью двух бортовых приемопередатчиков-ответчиков, работающих в различных

диапазонах волн. Они ретранслируют радиосигналы, передаваемые с наземных пунктов слежения и связи, и благодаря этому позволяют определять наклонную дальность, радиальную скорость и угловое положение станции относительно наземных пунктов, где и производятся измерения. Полученные данные передаются в координационно-вычислительный центр, обрабатывающий поступающую информацию и определяющий параметр орбиты. Наклонная дальность вычисляется по задержке ретранслированного радиосигнала. Радиальная скорость измеряется по доплеровским изменениям несущих частот передатчиков станции и наземных пунктов. Для определения углового положения станции служат специальные угломерные устройства, входящие в антенные и приемные системы наземных пунктов слежения.

Очень важна роль командных радиолиний между станцией и наземными пунктами. Наземный комплекс посылает на борт команды в виде двоичных чисел(так называемые уставки). Во время сеансов связи с космонавтами по КВ каналам передается также и оперативная телеметрическая информация об их состоянии. Вообще же система связи с космонавтами обеспечивает непрерывную двустороннюю телефонную связь на всем протяжении полета. В зоне радиовидимости наземных пунктов используется УКВ диапазон, позволяющий добиться устойчивой связи при прямой видимости между антеннами станции и наземного пункта, а на остальных участках траектории используется КВ диапазон. Связь при этом возможна благодаря преломлению радиоволн в ионосфере Земли.

Орбитальная станция "Салют" оснащена телевизионной системой, имеющей четыре передающие камеры. Две из них установлены внутри станции и позволяют операторам Центра управления полетом наблюдать за работой космонавтов. Две другие камеры расположены снаружи станции. Они нужны для контроля ориентации станции при орбитальном полете. На участке выведения на орбиту одна из внешних телекамер контролировала процесс отделения станции от последней ступени ракеты-носителя. Внешние камеры позволяют наблюдать за работой космонавтов при выходе в открытый космос и за стыковкой кораблей на орбите. Все телекамеры оборудованы передающими трубками типа «видикон» и развертывают изображение в соответствии с отечественным стандартом на 625 строк при 25 кадрах в секунду. Телевизионная информация поступает на видеоконтрольное устройство, расположенное на пульте управления станции, и на передатчики линии связи с наземными пунктами.

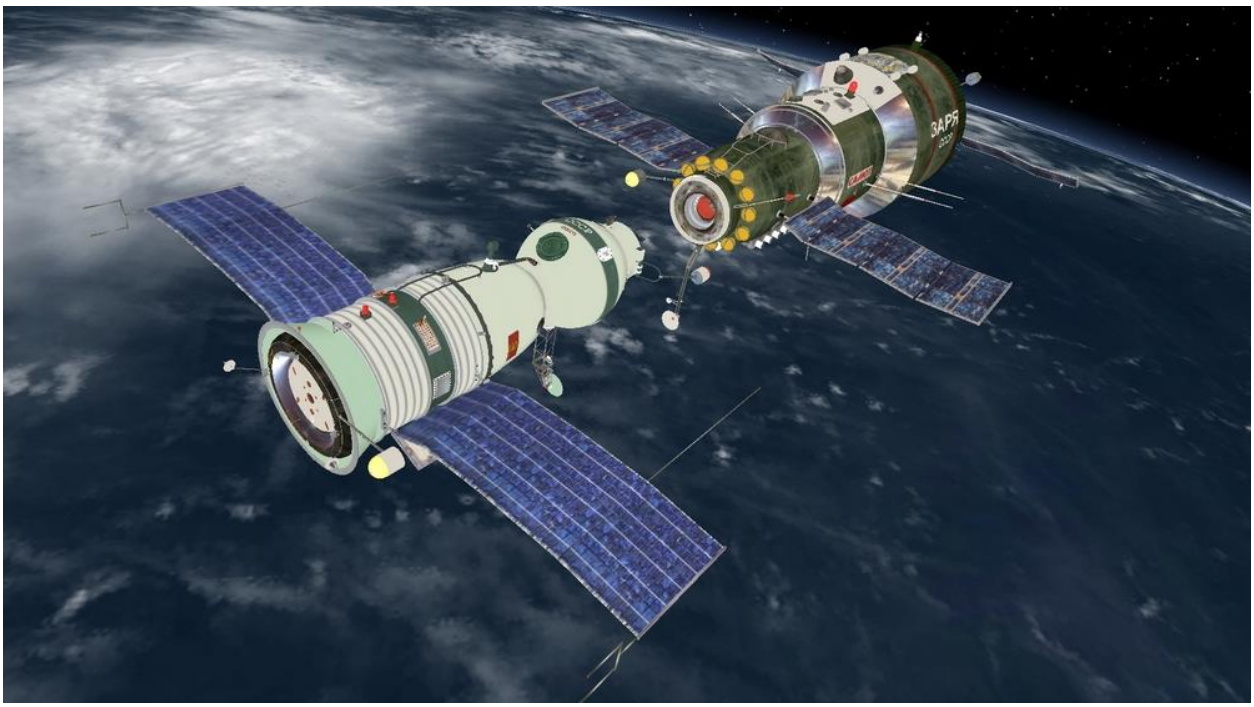


Рисунок 1.5 - Орбитальная станция " Салют "

Многочисленная радиоэлектронная аппаратура станции потребляет немалую мощность. Ее поставляют панели солнечных элементов, подобно крыльям развернутые по бокам станции. Их общая площадь составляет несколько квадратных метров. Ток, вырабатываемый солнечными элементами, заряжает буферную никель-кадмиевую аккумуляторную батарею, обеспечивающую питание аппаратуры станции при пиковых нагрузках, а также при полете станции над теневой, ночной стороной Земли. Продолжительность нахождения станции в тени Земли достигает 40 % общего полетного времени.

По-иному решили проблему питания радиоэлектронной аппаратуры космических кораблей американские конструкторы. При осуществлении программы «Аполлон», завершившейся 16-24 июля 1969 года первой лунной экспедицией трех космонавтов, были разработаны специальные электрохимические источники тока топливные батареи. Вещество элементов этих батарей в процессе выработки электроэнергии не расходуется. Оно служит лишь катализатором реакции соединения водорода с кислородом. Эти газовые реагенты - топливо батарей - заправляются в баки при запуске корабля и расходуются в топливных элементах по мере надобности. Побочным продуктом электрохимической реакции оказывается обычная вода, использовавшаяся для питья и других хозяйственных нужд космонавтов. Ежедневно каждому космонавту требуется около ведра воды, и для многодневного полета запас ее получается значительным. Топливные элементы избавляют от необходимости «везти» воду с Земли. К сожалению, вода, полученная из экологически чистых топливных элементов, оказалась не совсем «чистой». Она напоминала газированную, поскольку была насыщена водородом, что, по сообщениям космонавтов, было не очень приятно

(обычная газированная вода насыщается углекислым газом). В дальнейшем научились с помощью специальных фильтров очищать воду, полученную из топливных элементов.

Кроме топливных элементов на кораблях «Аполлон-11» и «Аполлон-12», осуществлявших полет к Луне, имелись резервные батареи обычных аккумуляторов. Они, кстати говоря, позволили благополучно вернуться на Землю экипажу аварийного корабля «Аполлон-13», на котором взорвался кислородный бак системы электроснабжения. Общее энергопотребление космических кораблей и орбитальных станций достигает нескольких киловатт, и эту весьма значительную мощность обеспечивают описанные энергетические установки.

Мирное освоение космоса человечеством продолжается, и одной из наиболее ярких страниц международного сотрудничества явилась стыковка на орбите в июле 1975 года советского и американского космических кораблей «Союз» и «Аполлон». Совершая совместный полет, космонавты в буквальном смысле ходили друг к другу в гости! Но космическая электроника служит не только космонавтам — она немало помогает и в разрешении наших земных насущных проблем.

Орбитальная космическая станция "Мир" являлась орбитальной космической пилотируемой станцией третьего поколения. Пилотируемые станции третьего поколения отличались наличием базового блока ББ с шестью стыковочными узлами, что давало возможность создания на орбите целого космического комплекса. Станция "Мир" имела ряд принципиальных особенностей, характеризующих новое поколение орбитальных пилотируемых комплексов. Главным из них следует назвать реализованный в ней принцип модульности. Это относится не только ко всему комплексу в целом, но и к отдельным его частям и бортовым системам. Головным разработчиком "Мира" является РКК "Энергия" им. С.П. Королева, разработчик и изготовитель базового блока и модулей станции - ГКНПЦ им. М.В. Хруничева. За годы эксплуатации в состав комплекса дополнительно к базовому блоку введены пять крупных модулей и специальный стыковочный отсек с усовершенствованными стыковочными агрегатами андрогинного типа. В 1997 г. комплектация орбитального комплекса завершена. Орбита ОКС “Мир” располагала наклонением 51,6. Первый экипаж на станцию доставил космический корабль “Союз Т-15”.

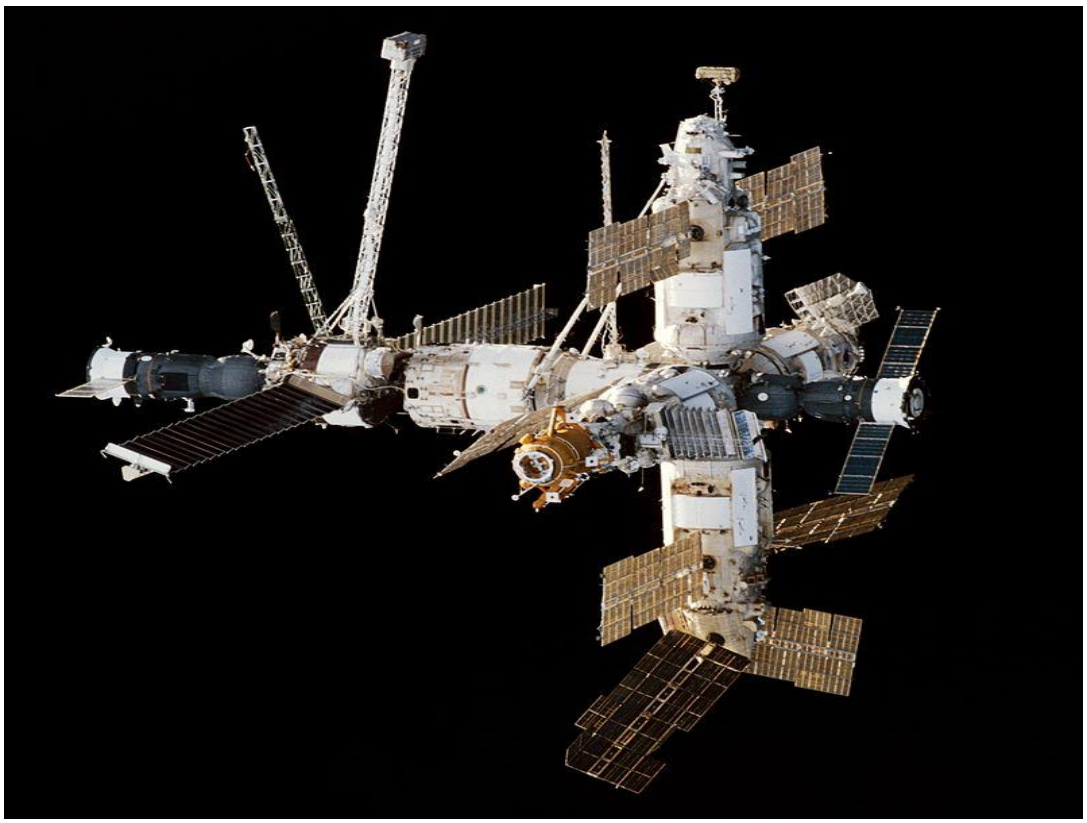


Рисунок 1.6 - Орбитальная космическая станция "Мир"

2 Анализ средств, используемых в космической технологии

2.1 Принципы организации телеметрии и управления космическими аппаратами.

Если попытаться охарактеризовать данные средства каким-то одним словом, то это слово наверняка будет : "Электронное". Выход в космос человечеству обеспечили два направления науки и техники: ракетостроение и радиоэлектроника. Отнимите первое, и окажется, что нечем вывести космический корабль на орбиту, отнимите второе ,и окажется , что незачем! Любой космический аппарат будет мертв без электроники.

Неотъемлемая часть радиоэлектронной аппаратуры каждого космического летательного аппарата (КЛА), будь то ИСЗ или исследовательский межпланетный корабль, составляют средства связи, управления, навигации и ориентации. К средствам связи прежде всего относятся телеметрическая и командная радиолинии. Они действуют обычно в дециметровом диапазоне радиоволн, беспрепятственно проходящих сквозь ионосферу Земли. По командной радиолинии с наземных станций управляют работой аппарата. Команды передаются, как правило, цифровым двоичным кодом с использованием фазовой манипуляции. Такой вид связи наиболее помехоустойчив. На КЛА имеется приемник, постоянно настроенный на волну командного передатчика, установленного на Земле. Выходные сигналы приемника передаются в блок управления КЛА.

Телеметрическая информация поступает с КЛА в наземные пункты слежения и позволяет узнавать состояние аппарата: напряжение бортовой сети, температуру внутри корпуса, а также отдельных деталей и механизмов, выявлять неполадки в работе различных систем и т.д. Датчиков в системе телеметрии много, а передатчик один, поэтому телеметрическая информация преобразуется в цифровую и уплотняется, т.е. объединяется для передачи по одному каналу. Например, первый байт (слово) цифровой передачи несет информация об одном параметре, второй – о другом, и т.д.

Но нет смысла заставлять работать телеметрический передатчик КЛА постоянно. Это привело бы к большому расходу электроэнергии. Чаще всего телеметрическую информацию записывают на цифровой бортовой магнитофон (запоминающее устройство) и сбрасывают на Землю лишь по команде из Центра управления полетом. Этот же магнитофон может накапливать и другую информацию от различных датчиков – магнитометров, счетчиков частиц и микрометеоритов, спектрометров и др. Особо возрастает роль радиоэлектронных устройств при выполнении точных и ответственных операций в космосе, например, таких как стыковка космических кораблей на орбите. Взаимное расположение кораблей определяют с помощью специальных бортовых радиолокаторов. ЭВМ обрабатывает полученные данные и выдает управляющие сигналы для систем коррекции орбиты.

Ели космический корабль обитаемый, то на нем обязательно есть линия телефонной связи с Землей, а на больших обитаемых орбитальных станциях-еще и система космического телевидения. Эти системы оснащаются, как правило, несколькими передатчиками и приемниками, работающими в различных диапазонах волн. Для связи в любое время с ИСЗ, находящихся на новой орбите, необходима коротковолновая линия связи. А для высококачественной связи без помех или для передачи телевидения лучше всего подходят сантиметровые и дециметровые волн, но работать эта линия будет только в пределах “радиовидимости” ИСЗ с наземного пункта связи. По этой причине пункты космической связи в нашей стране располагают по всей ее огромной территории. Их даже не хватает, и часто используют корабли с соответствующей аппаратурой, выходящие в Тихий, Атлантический и Индийский океаны.

Особые линии связи нужны спутникам, передающим на Землю научную, метеорологическую или народнохозяйственную информацию. Она накапливается бортовым магнитофоном и передается в центр обработки по команде с Земли. Сколь выгодна передача этой информации по радиоканалу, можно понять на простом примере. Если на ИСЗ установить аэрофотокамеру с запасом пленки и снимать поверхность Земли, а затем контейнер с пленкой "отстреливать" и спускать на Землю на парашюте, то каждый снимок обойдется очень дорого. Если же передавать такую информацию по радиоканалу (как в телевидение, с разверткой изображения), то каждый снимок будет значительно дешевле. И чем дольше прорабатывает спутник,

тем дешевле станет и передаваемая им информация. Не по "собственной" стоимости, конечно, а по затратам на ее добывание и пересылку.

Ориентация КЛА в пространстве осуществляется по сигналам датчиков направления. Они могут ориентироваться либо на горизонт Земли или планеты, вокруг которой обращается КЛА (датчики горизонта), либо на Солнце, либо на заранее выбранную звезду (датчики астроориентации). Работа датчиков горизонта основана на приеме ИК излучения планеты. Кажущаяся температура космического пространства составляет около 4 К (четыре градуса по шкале Кельвина), а температура диска Земли около 260 К. В фокусе ИК оптической системы, направленной на горизонт, установлен ИК приемник, например терморезистор. Его сопротивление изменяется при попадании в поле зрения края диска планеты, и соответствующий сигнал подается на механизмы поворота КЛА.

1-Солнечная бленда ИК датчика;2-панель с солнечными элементами;3-ИК датчик горизонта;4-датчик Солнца;5-контактные кольца вала солнечных панелей;6-инерциональный диск;7-солнечный датчик системы ориентации панелей ;8-вал солнечных панелей.

Рисунок 2.1-Оборудование системы ориентации метеорологического спутника

Датчик астроориентации также представляет собой типичное оптоэлектронное устройство. Изображение светила проецируется телескопической системой линз на мозаику из нескольких фотоприемников. В зависимости от положения изображения на мозаике вырабатывается сигнал на

коррекцию положения КЛА. В других системах используют один фотоприемник, механически сканирующий определенную часть небосвода. Вырабатываемый сигнал ошибки заставляет систему ориентации изменять положение КЛА так, чтобы изображение светила попадало в центр поля сканирования. Все задачи управления полетом решаются системой управления КЛА. Здесь и ориентации, и стабилизация осей КЛА в пространстве, и наведение, и маневрирование при встрече с другим космическим кораблем или объектом, и включение систем и механизмов по заданной программе, и многое-многое другое. Управляющее устройство должно сравнивать сигналы датчиков, характеризующие те или иные параметры полета, с эталонными, опорными сигналами и выдавать команды на необходимую коррекцию. С этой задачей лучше всего может сравниться бортовая ЭВМ, выполненная на основе микропроцессора. Теперь она есть на каждом КЛА.

2.2 Спутники связи

Когда вы смотрите телевизионные передачи о достижениях космической техники или работе и жизни отважных космонавтов на пилотируемой орбитальной станции, то, вероятно, не задумываетесь, каким путем приходит телевизионный сигнал к вашему приемнику. Этот путь часто включает и космический участок через спутник-ретранслятор. В удаленные районы Сибири и Дальнего Востока программы телевидения передаются только по космическому телевизионному мосту. Каковы же причины, приведшие к созданию космических телевизионных трасс? Одна из причин нам уже известна из главы о распространении радиоволн. Телевизионный сигнал занимает широкий спектр частот, и передавать его можно лишь в диапазоне УКВ. А ультракороткие волны распространяются по прямой, в пределах видимости между башней телецентра и приемной антенной вашего телевизора.

Примерно до 1967 года важная государственная задача охвата телевизионным вещанием всего населения страны решалась путем строительства мощных радиопередающих телевизионных центров (5…50 кВт) и ретрансляторов малой мощности (1…100 Вт). Пока эти станции строились в густонаселенных районах страны, ввод каждой из них означал значительный прирост числа телезрителей. На 1 января 1961 года в стране было построено 100 мощных телевизионных передатчиков и около 170 маломощных ретрансляторов, обеспечивавших телевизионным вещанием примерно 35 % населения. В последующие пять лет число мощных станций и ретрансляторов возросло соответственно до 170 и 480, а прирост числа телезрителей составил лишь 20 %. Стало ясно, что дальнейшее увеличение числа передающих телевизионных станций экономически нецелесообразно. Расчеты показали, что для охвата телевизионным вещанием 95 % населения страны потребовалось бы более 1000 мощных телецентров, многие тысячи

километров кабельных и радиорелейных линий для обмена программами, что связано с огромными капитальными затратами.

Единственным реальным средством решения задачи стопроцентного охвата населения страны телевизионным вещанием в сжатые сроки оказалось использование спутниковых систем. 23 апреля 1965 года в Советском Союзе был произведен запуск спутника связи «Молния-1» на высокую эллиптическую орбиту с апогеем в северном полушарии и перигеем в южном. Начальный период обращения спутника был близок к половине суток и составил 11 ч 48 мин. Такой период обращения выбран не случайно: спутник должен появляться над обслуживаемой территорией всегда в одно и то же время, скажем в часы вечерних телепередач. На борту спутника была установлена ретрансляционная аппаратура для передачи программ телевидения и дальней двусторонней многоканальной телефонной, фототелеграфной и телеграфной радиосвязи. Первый прямой телевизионный обмен телевизионными программами между Москвой и Владивостоком состоялся.

На выборе орбиты спутника следует остановиться особо. Орбита представляет собой сильно вытянутый эллипс» в одном из фокусов которого находится центр Земли. Плоскость орбиты наклонена к плоскости экватора под углом около 65°, причем апогей орбиты - наиболее удаленная от Земли точка - находится в северном полушарии. Высота апогея составляет около 40000 км, а высота перигея - всего около 500 км. В соответствии с законами Кеплера, которым подчиняются все движущиеся небесные тела, спутник пролетает приближенную к Земле часть орбиты, включающую точку перигея, очень быстро. Ретранслятор спутника на этом отрезке орбиты, расположенном в южном полушарии, выключается. Зато удаленную от Земли часть орбиты, включающую точку апогея, спутник проходит медленно, он как бы «зависал» на несколько часов над Сибирью и Дальним Востоком. В это время и велась ретрансляция телевизионных программ. Поскольку период обращения спутника равен 12 ч, в течение суток он совершал два витка вокруг Земли. На первом витке в течение девяти часов обеспечивалась связь между любыми пунктами как на территории СССР, так и других стран Европы и Азии. Во время второго витка в течение трех часов была возможна связь между европейской частью СССР и Центральной и Северной Америкой. В настоящее время по эллиптической орбите движутся спутники связи, освещающие районы Северного и Южного полярных полюсов и работающие по принципу спутника Молния.

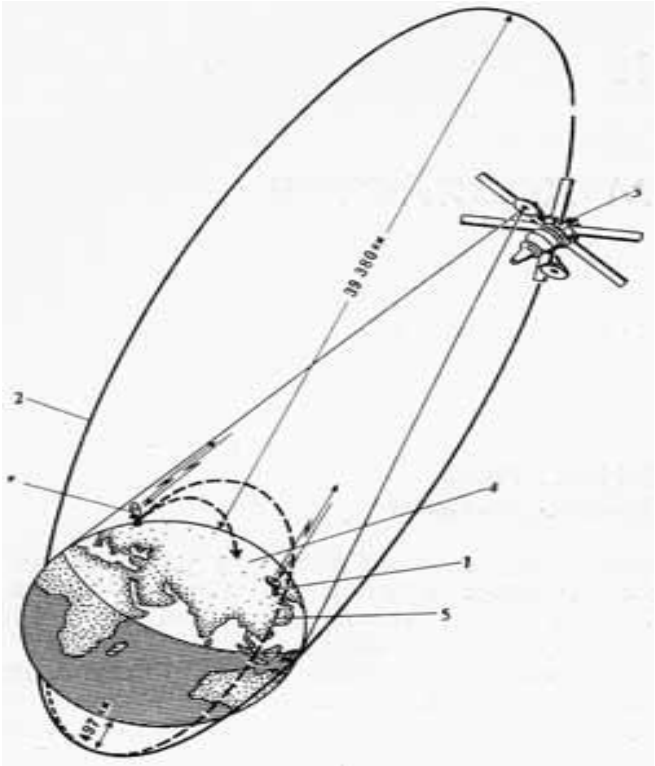


Рисунок 2.2 - Эллиптическая орбита

В 1967 году, к 50-летию Великого Октября, вступила в регулярную эксплуатацию спутниковая телевизионная сеть, работающая со спутниками типа «Молния» и насчитывающая 20 наземных станций «Орбита». К 1983 голу число их приблизилось к сотне. Приемная станция «Орбита» представляет собой комплекс сооружений, состоящий из большой поворотной параболической антенны диаметром 12 м, установленной на круглом железобетонном здании, и приемного устройства, размещенного внутри здания. Зеркало антенны изготовлено из специального алюминиевого сплава, масса зеркала составляет 5,5 т, а вместе с опорно-поворотным устройством — около 50 т. Для уменьшения уровня внутренних шумов, а следовательно, и повышения чувствительности приемного устройства на его входе установлен малошумящий параметрический усилитель, охлаждаемый жидким азотом. Полученная на станции телевизионная программа передастся далее на местный телецентр или ретрансляционную станцию и излучается в эфир в стандартных телевизионных каналах.

В Казахстане в городе Алма-Ата в 1967 начала работать станция космической связи «Орбита», которая использовала «Молния-2». Недостатком такой системы являлось длительность сеанса связи в течении 12 часов, т.к спутник имел скорость большую, чем скорость вращения Земли. Приходилось постоянно настраивать антенну на спутник и связь прекращалась, когда спутник уходил за горизонт. С 1974 года основная часть станций сети «Орбита» переведена в диапазон 4 ГГц для работы с новыми поколениями спутников «Молния-2» и «Молния-3». Эти же станции могут работать и с геостационарными спутниками типов «Радуга» и «Горизонт»,

Что такое геостационарный спутник, следует пояснить особо. Его запускают на очень высокую круговую орбиту, расположенную в плоскости экватора Земли. Высота геостационарной орбиты составляет около 36000 км. при этом период обращения спутника вокруг Земли в точности равен одним суткам, т. е. совпадает с периодом собственного вращения Земли. Вращаясь в ту же сторону, что и вся планета, геостационарный спутник как бы зависает над одной и той же точкой экватора. Антенну наземной станции достаточно навести на геостационарный спутник один раз. Сеанс связи длился 24 часа. Это очень удобно, затруднения возникают лишь в полярных районах, из которых геостационарный спутник «виден» слишком низко над горизонтом. Поэтому полярные районы по-прежнему обслуживаются спутниками, летающими по вытянутым эллиптическим орбитам.

Стоимость сооружения наземной станции «Орбита» довольно высока. Поэтому строительство их экономически оправдано лишь в крупных населенных пунктах с числом жителей не менее пятидесяти тысяч. Когда все такие пункты были оснащены приемными станциями, развитие сети «Орбита» приостановилось и была поставлена задача создания новых, гораздо более дешевых спутниковых систем телевизионного вещания.

В настоящее время развито цифровое телевещание. Геостационарные спутники(IntelSat,Экспресс и т.д) способны в одном стволе передавать от 8 до 12 телевизионных программ. Станция КС «Орбита» в городе Алма-Аты служит для приема телевизионных программ с 15 геостационарных спутников. После приема и контроля качества сигнала информация передается по оптической линии связи в Казахтелеком, который затем продает телевизионные программы компаниям, занимающимся кабельным телевидением(Alma-TV,OTAU TV,Digital и т.д).

Развитие космической связи привело к созданию международных спутниковых систем связи. 15 ноября 1971 года представители девяти социалистических государств: Болгарии, Венгрии, ГДР, Кубы, Монголии, Польши, Румынии, Советского Союза и Чехословакии подписали соглашение о создании международной организации «Интерспутник». Она предназначена для удовлетворения потребности стран в обмене телевизионными и радиовещательными программами, телефонно-телеграфными сообщениями и другими видами информации с помощью системы космической связи. Впоследствии членами «Интерспутника» стали Социалистическая Республика Вьетнам, Народная Демократическая Республика Йемен и Демократическая Республика Афганистан. Организация пока не имеет своих спутников. Она арендует на льготных условиях отдельные каналы и стволы спутников связи, принадлежащих различным странам, которым принадлежат Земные станции.

Как же видоизменялись и развивались спутники связи я странах Запада? Первый англо-американский спутник связи, запущенный в конце 50-х годов, «Эхо-1» был крайне прост. После вывода на орбиту крошечного неуправляемого спутника открывался клапан помещенного в нем баллончика со сжатым газом и надувалась пластиковая оболочка, покрытая тонким слоем

алюминиевой пудры. Получался шар-отражатель диаметром 30 м. Никаких активных ретрансляторов на спутнике не было. Сигнал с Земли излучался мощными передатчиками с остронаправленными антеннами, и такими же огромными антеннами были оснащены сверхчувствительные приемники, охлаждаемые жидким азотом для уменьшения собственных тепловых шумов. Спутник «Эхо-1» имел одно неоспоримое достоинство: пропускная способность его была неограниченна, ведь пассивному отражателю безразлично, сколько и каких сигналов от него отражается. Просуществовав на орбите недолгое время, легкая оболочка затормозилась даже в крайне разреженном газе верхней атмосферы и сгорела, войдя в более плотные слои. С 1965 года страны Запада используют серию связных спутников «Интелсат», размещаемых на геостационарных орбитах над Тихим, Атлантическим и Индийским океанами. Спутники обслуживают систему глобальной связи между любыми двумя точками земной поверхности, за исключением полярных областей. Международный консорциум спутниковой связи «Интелсат». образованный в 1964 году, к 1972 году имел в эксплуатации 72 наземные станции, размещенные в 48 странах. А вот как примерно за те же годы изменялись параметры спутников. Первая цифра относится к спутнику «Интелсат-1», запущенному в 1965 году, а вторая — к спутнику четвертого поколения «Интелсат-4». Пропускная способность возросла с 240 телефонных каналов и одного телевизионного до 9000 телефонных и 12 телевизионных. Энерговооруженность спутника возросла с 46 Вт до полкиловатта, а срок активного существования увеличился с полутора до семи лет. «Интелсат-4» представляет собой внушительное сооружение цилиндрической формы диаметром около 2,5 и высотой около 3 м. Масса его близка к полутора тоннам, включая заряд твердого топлива для собственного двигателя и 120-килограммовый запас гидразина для работы малых реактивных двигателей ориентации и коррекции орбиты[1].

Для вывода в космос этого тяжелого спутника нужна мощная ракета-носитель «Атлас-Центавр». Но и она выводит его только на промежуточную эллиптическую орбиту с высотой в перигее 640 км и в апогее 35900 км. На конечную геостационарную орбиту спутник переходит с помощью собственного двигателя. Ретрансляционная радиосистема спутника работает на прием в диапазоне частот 5932…6418 МГц, а на передачу — 3707…4193 МГц. Используемая ширина полосы ретранслируемых частот достигает 432 МГц. Поскольку сразу всю эту полосу передать трудно, система содержит двенадцать 750-канальных ретрансляторов, работающих в смежных частотных диапазонах с шириной полосы 36 МГц. Этой полосы как раз достаточно для передачи одного канала цветного телевидения. При телефонной связи для каждого канала отводится полоса частот 4 кГц. В телефонных каналах можно передавать и цифровую информацию.

Антенное хозяйство спутника «IntelSat» содержит шесть антенн. Четыре рупорные антенны две передающие и две приемные — постоянно подключены к своим ретрансляторам. Диаграмма направленности рупорных

антенн захватывает всю видимую со спутника поверхность земного шара. Еще две антенны с параболическими зеркалами-рефлекторами имеют более узкую диаграмму направленности с шириной луча около 4,5.Таким образом, можно обеспечить ретрансляцию сигналов между двумя странами или двумя регионами одной страны. Большие спутники-ретрансляторы с мощными передатчиками, например «Релей», «Синхом», «Телстар» и уже упомянутый «IntelSat», позволяют не только передавать огромную информацию на межконтинентальные расстояния, но решают и ряд других задач. Одна из важнейших - обеспечение постоянной и устойчивой связи с малыми подвижными объектами кораблями, самолетами или лаже геологической партией. Для решения этой задачи можно использовать УКВ, но только на малых расстояниях, в пределах прямой видимости. На УКВ работают, например, служба скорой помощи, такси. Но это в городах, где дальность связи не превышает 10…15 км. Как быть, скажем, в тайге или в океане? Раньше выход был один - короткие волны. Но условия прохождения их неустойчивы, помех много, нужны большие мощности и длинные антенны. Тут уж не до портативности. Сейчас передать сигнал па связной спутник можно с помощью карманной радиостанции с короткой штыревой антенной. Не верите? Мне самому трудно было поверить, пока я не послушал сигналы радиолюбительских станций, ретранслируемые через ИСЗ. Приемник был самодельным, размером чуть больше карманного фонарика, а антенной служил отрезок провода длиной 2,5 м.

Теперь свои спутники имеют даже радиолюбители. И аппаратуру для ретрансляции сигналов они изготовили сами в студенческих конструкторских бюро московских институтов и в лабораториях клубов ДОСААФ. Первые два спутника «Радио-1» и «Радио-2» были отправлены «попутным грузом» с очередным исследовательским ИСЗ «Космос-1045» и выведены на орбиту 26 октября 1978 года. Доступ к ретрансляторам радиолюбительских спутников открыт для всех, кто имеет позывной и личную радиостанцию. Многие зарубежные радиолюбители не замедлили установить радиосвязи через наш спутник, точно так же, как и наши радиолюбители «работали» через американские спутники серии «Оскар». Читатели, которые захотят подробнее познакомиться с радиолюбительскими ИСЗ, могут прочесть о них в первых номерах журнала «Радио» за 1979 год. Радиолюбительство, это, конечно же, очень интересно, но ИСЗ решают и чрезвычайно важные народнохозяйственные задачи.

2.3 Другие профессии космической радиоэлектроники

Проблему мониторинга погодных условий Земли решают метеорологические спутники серий «Метеор» (СССР), «Нимбус» (США), и др. Взгляд сверху с большой высоты позволяет прежде всего получать совершенно точное распределение облачности по огромным территориям. Облачность очень хорошо отображает атмосферные процессы: фронты, циклоны, воздушные течения. Датчики ИК излучения, установленные на

спутнике, дают картину теплового баланса планеты, что позволяет заранее обнаруживать очаги возникновения циклонов, ураганов, конфигурацию морских течений, «отапливающих» побережья. Подсчитано, что годовой выигрыш хозяйства страны только за счет долгосрочных прогнозов погоды для транспорта, контроля водных ресурсов, борьбы с паводками и наводнениями, своевременного получения штормовых предупреждений в четырнадцатикратном размере превышает расходы на создание и эксплуатацию метеорологических спутников.

Передача ведется по двум радиолиниям. По одной из них, работающей в диапазоне 460…470 МГц, передается поток комплексной метеорологической и радиометрической информации, по другой, в диапазоне 137…138 МГц, ведется непосредственная передача локальных телевизионных изображений. Прием глобальной информации осуществляется на наземных центрах в Москве, Новосибирске и Хабаровске, Алма - Ате. Имеется и большая сеть автономных приемных пунктов, которые могут находиться в любом пункте страны и даже на судах в море. На них можно получить телевизионное изображение текущего состояния облачного, ледового и снежного покровов в режиме непосредственной передачи при пролете спутника через зону радиовидимости из данного приемного пункта. Все эти данные, разумеется, могут быть приняты и на зарубежных пунктах приема! Основные же массивы глобальной информации подвергаются обработке в наземных центрах. Обработка предусматривает коррекцию геометрических и других нелинейных искажений снимков, их географическую и временную привязку изображений к районам съемки. Изображения, полученные от точных сканирующих устройств с калибровочными сигналами, фотометрируются, преобразуются в цифровую форму и направляются в память ЭВМ.

После первичной обработки массивы информации объемом в сотни миллионов бит выдаются специалистам различных направлений для целевой или вторичной обработки. Метеорологи извлекают из нее данные для прогнозов погоды, гидрологи для контроля паводков, наполнения водохранилищ, определения границы таяния снегов, лесники для контроля за лесными пожарами, и т. д.

Метеорологические спутники непрерывно совершенствуются. Их аппаратура пополняется СВЧ устройствами для всепогодного наблюдения ледового и снежного покровов, определения влагосодержания облачности, обнаружения зон осадков, а также другими полезными приборами. Спутник выводится на приполярную круговую орбиту высотой 1100 км и наклонением к плоскости экватора 80°. С этой орбиты спутник дважды за сутки «осматривает» практически всю поверхность Земли, ведь плоскость орбиты в пространстве сохраняет ориентацию, а Земля поворачивается в соответствии с суточным вращением вокруг оси.

Основное оборудование спутника - три телевизионные камеры с разрешающей способностью на поверхности Земли 900 м. Сигналы камер записываются на бортовой видеомагнитофон и передаются на Землю при

пролете спутника в зоне радиовидимости со станции сложения. Четвертая телевизионная камера с худшей разрешающей способностью (3,2 км) непрерывно передает изображение Земли для любых возможных пользователей. В ночное время изображение облачного покрова Земли получают сканирующим ИК радиометром, работающим в диапазоне длин волн 3,4…4,2 мкм. Всего же на спутнике установлено 11 различных метеорологических приборов. Полный объем информации, «сбрасываемой» за один сеанс связи со спутником, может достигать 150 Мбит.

Перед прогнозом погоды в последних известиях по телевидению и радио иногда сообщают и о стихийных бедствиях, авариях судов и самолетов. Несмотря на наличие самых современных технических средств навигации, число аварий остается значительным: ежегодно в результате кораблекрушений, столкновений и пожаров гибнут сотни судов. Спасение терпящих бедствие остается важнейшей межгосударственной задачей. И здесь свой немалый вклад вносит космическая радиоэлектроника. Запуском советского ИСЗ «Космос-1383» 30 июня 1982 года завершился первый этап создания космической системы поиска аварийных судов и самолетов. Она названа по начальным буквам слов - КОСПАС. Параллельно в США, Канаде и Франции создана аналогичная спутниковая система САРСАТ. Оба проекта объединяются в совместную систему КОСПАС - САРСАТ. Как же действует эта система?

Каждое судно, самолет или другой объект оснащаются небольшими аварийными радиопередатчиками, работающими на специально отведенных для этой цели частотах 121,5 и 406 МГц метрового и дециметрового диапазонов волн. Передатчик включается в случае аварии и автоматически посылает сигнал бедствия на один из ИСЗ, периодически появляющихся в зоне радиовидимости из любой точки поверхности планеты. Принятый спутником сигнал некоторое время хранится в бортовом запоминающем устройстве и при пролете спутника над пунктом приема информации «сбрасывается» уже на частоте линии связи со спутником 1544.5 МГц. Пункты приема, оснащенные отечественной аппаратурой, развернуты в Москве, Архангельске, Владивостоке и Новосибирске. Пункты соединены каналами связи с координационным центром КОСПАС. В его функции входят обработка данных и оповещение поисково-спасательных служб соответствующих стран.

Одновременно с приемом сигнала с ИСЗ определяются и координаты терпящего бедствие объекта, что и обеспечивает быстрое и эффективное оказание помощи. Простейшие аварийные радиобуи АРБ -121,5 передают в эфир немодулированный сигнал на частоте 121,5 МГц. Таких буев установлено уже несколько сотен тысяч. Даже смодулированного сигнала достаточно, чтобы бортовая спутниковая аппаратура определила координаты буя с точностью до 20 км по доплеровскому сдвигу частот. Этого вполне достаточно, поскольку бортовые приемники-пеленгаторы поисковых судов и самолетов могут принять сигнал буя с расстояния в 30 км. Более совершенно

устройство радиобуя АРБ - 406. Он оснащен двумя передатчиками, один из которых на частоте 406 МГц посылает сигнал на спутник, а другой, работающий на частоте 121,5 МГЦ, служит «приводным маяком» для пеленгаторов спасательных средств. На радиобуе имеется и запоминающее устройство, хранящее основную информацию: название судна, государственную принадлежность, координаты, характер аварии. Эта информация передается на ИСЗ и далее — в координационный центр.

Сразу после запуска ИСЗ «Космос-1383» продемонстрировал высокую эффективность системы. Только за первые три месяца работы удалось спасти жизнь двенадцати гражданам Канады, США и Англии. Журнал «Тайм» писал о «чуде космического века». 24 марта 1983 года к первому советскому спутнику-спасателю присоединился второй, «Космос-1447», а 28 марта — американский ИСЗ NOAA-8. Через год на счету космической системы были сотни спасенных жизней, и более 20 стран выразили желание присоединиться к ней.

Немалую роль играют ИСЗ и в деле пополнения наших знаний о геологических, гидрофизических, агробиологических и многих других характеристиках поверхности Земли. Как вы думаете, что раньше было на месте пустыни Сахара? Сейчас — это огромное море песка, кое-где перемежаемого выходами коренных горных пород. Однажды с одной из АМС, удалившейся на расстояние нескольких десятков тысяч километров, было передано телевизионное изображение Земли. Мелких деталей на нем уже не было заметно, а только что упомянутые выходы горных пород оказались расположенными правильным кольцом и очерчивали контуры гигантского древнего горного цирка. О его существовании и не подозревали. Надо было удалиться в космос, чтобы увидеть это древнее геологическое образование. Аналогичные кольцевые структуры были обнаружены и на снимках, сделанных с орбитальных станций. Они помогли геологам найти новые месторождения меди. Снимки Ферганской долины, полученные нашими космонавтами на пилотируемых орбитальных станциях, помогли геологам правильно расположить разведочные буровые скважины, что сэкономило миллионы рублей, ведь каждая скважина обходится очень недешево. Имеется много других примеров чрезвычайной ценности космической информации о Земле. Когда густоту цвета на снимке Каспийского моря сопоставили с картой глубин, получили почти точное совпадение. А один снимок Аральского моря позволил сразу установить степень его обмеления из-за расхода воды рек Сыр-Дарьи и Аму-Дарьи на орошение поливных среднеазиатских земель. Один снимок заменил работу многих экспедиций.

В сельском хозяйстве сразу оценили выгоду использования спутниковой информации. На обнаружение вспышек заболеваний сельскохозяйственных культур и их поражения вредителями исследовательская служба США тратит ежегодно 3 млн. долларов. Ту же работу можно выполнить гораздо дешевле, используя космические снимки. Поля изменяют цвет в зависимости от состояния культуры и степени ее созревания. Важно и то, что контроль

ведется не выборочно, на отдельных участках полей, а сразу по всей площади. Правильное определение сроков созревания крайне важно, поскольку снижение потерь урожая только на 1 % выражается для США суммой в размере 75 млн. долларов. В одной только Калифорнии в 1970 году сэкономили 5 млн. долларов благодаря использованию космической информации для определения степени зрелости винограда.

С орбиты ИСЗ очень хорошо видны лесные пожары, а своевременное их обнаружение очень важно.

Столь очевидные выгоды привели к разработке специализированного спутника для изучения и исследования природных ресурсов. Такой спутник ERTS-1 был запушен в США в 1972 году. Это довольно тяжелый спутник весом около тонны, диаметром 3,05 и высотой 3,35 м. Конструкция его во многом напоминает уже описанный метеорологический ИСЗ, и орбита имеет похожие параметры.

Описанная система позволила получить очень хорошее разрешение на местности: около 60..70 м. На снимках, которые воспроизводятся в виде квадратных кадров размером 100 х 100 миль, можно рассмотреть отдельные корабли в океане или стоящие у причалов, шоссейные и железные дороги, строения, отдельные группы деревьев. После геометрической коррекции искажений и привязки к опорным точкам на местности снимки вполне могут использоваться для целей картографии.

На спутнике установлена и еще одна интересная система сбора информации с наземных и морских платформ. Платформы устанавливают в удаленных и труднодоступных местах, и они регистрируют сейсмические колебания, а главным образом - метеорологические данные

Сейчас разрабатываются и используются более сложные и совершенные спутники и системы. Сообщалось, например, о разработке сканера, работающего в 24 спектральных диапазонах от ультрафиолетовой по дальней инфракрасной области. Все шире используется всепогодная радиометрическая и радиолокационная аппаратура. Радиометр (приемник собственного теплового радиоизлучения Земли), работающий на сантиметровых волнах, позволяет обнаруживать очаги лесных пожаров и вулканической деятельности, составлять карты сельскохозяйственных угодий и определять влажность почвы. Он оказался незаменимым в ледовой разведке, ведь кажущаяся яркостная температура льда оказалась почти на 100° выше температуры открытой воды.

Основной аппаратурой для съемки поверхности Земли остается многоспектральная телевизионная аппаратура с механическим сканированием. Но уже имеются разработки приборов и с электронным сканированием

Космическая информация широко используется в народном хозяйстве нашей страны. Созданы, например, геологические карты в масштабах 1:2500000 и 1:5000000, которые невозможно было бы создать в сжатые сроки другими методами. Немало народнохозяйственной аппаратуры устанавливают

на орбитальных космических станциях. Вот, например, состав такой аппаратуры: многоспектральная аэрофотокамера; ИК спектрометр; многоканальный сканер; СВЧ радиометр и измеритель коэффициента отражения от земных покровов (скаттерометр) трехсантиметрового диапазона; СВЧ радиометр диапазона ДМВ.

Существуют и другие разработки. Например, метеорологический спутник на геостационарной орбите. Он не только каждые 20 мин получает и передает в центр обработки изображение облачного покрова видимой половины Земли, но служит еще и ретранслятором. Обработанные снимки снова передаются на спутник, а оттуда ретранслируются любым возможным пользователям информации.

2.4 Космические службы народного хозяйства РК

Акционерное общество «Национальный центр космических исследований и технологий» АО «НЦКИТ» организовано путем реорганизации Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Центр астрофизических исследований» и его дочерних предприятий на основании постановления Правительства Республики Казахстан № 38 от 22.01.2008г. Основным предметом деятельности АО является осуществление научно-исследовательской, опытно-конструкторской и производственно-хозяйственной деятельности в области космических исследований и технологий. Центр сопровождает и обеспечивает выполнение программ фундаментальных и прикладных исследований.

В состав Центра входят четыре института: Институт ионосферы, Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова, Институт космической техники и технологий и Институт космических исследований им. академика У.М.Султангазина. Свою деятельность институты осуществляют по государственным программам. Так, приоритетными научными направлениями Института ионосферы являются наземно-космический геодинамический и геофизический мониторинг земной коры Казахстана, солнечно-земная физика и прогноз космической погоды. Исследования геодинамических процессов позволяют собрать важную информацию, касающуюся кризисных территорий, подверженных возможным чрезвычайным ситуациям, таким, как сейсмическая активность, движения земной коры, которые могут привести, например, к разрушению трубопроводов, плотин, ирригационных сооружений. Алматы и Алматинская область являются как раз такими территориями, поэтому на ученых лежит большая ответственность по исследованию Северного Тянь-Шаня. Еще одним направлением, по которому работает Институт ионосферы, является изучение с помощью наземно-космических методов взаимовлияния промышленной и высотной застройки и грунтов, особенно в зоне повышенной сейсмической активности. Это важная прикладная и фундаментальная тема, и сейчас в фокусе внимания два крупнейших города Казахстана - Алматы и Астана. Институт дает рекомендации по сейсмической устойчивости вновь возводимых зданий в

этих городах, виду и параметрам фундаментов возводимых сооружений. В Алматы одним из объектов исследований является телевизионная вышка на горе Кок-Тобе.

Большую работу ведут ученые Института ионосферы, наблюдая и изучая геодинамические процессы на территории Прикаспийского региона. Ввиду того, что сейчас здесь идет интенсивная разработка углеводородов, в местах, где откачивается сырье, происходят просадки, разуплотнения в земной коре. Они, в свою очередь, указывают на то, в каких местах разуплотнения может быть найдено углеводородное сырье. То есть в данном контексте институт работает в направлении предотвращения чрезвычайных ситуаций и способствует разведке полезных ископаемых. К сфере деятельности Института ионосферы относится и изучение космической погоды (магнитные бури, солнечная активность и пр.) и ее воздействия на электронные приборы, космические аппараты, спутники, а также на экипажи авиалайнеров и здоровье метеозависимых людей.

Специалисты Института космических исследований им. У.М. Султангазина проводят большой комплекс работ по дистанционному зондированию территории Казахстана - это и прогнозы урожайности, болезней зерновых посевов, учет влагозапасов, мониторинг развития засухи, устойчивости ирригационных систем, водохранилищ. Отработаны методики по прохождению пожаров, что позволяет предсказывать направление их распространения и вовремя предпринимать необходимые меры по предотвращению катастроф. Важным достижением, которое принадлежит Институту космической техники и технологий, является тот факт, что здесь стали самостоятельно изготавливать некоторое оборудование для казахстанской системы высокоточной спутниковой навигации. Уже изготовлено и передано заказчикам 50 станций дифференциальной коррекции. Система высокоточной спутниковой навигации сегодня широко применяется практически во всех сферах человеческой деятельности. Но технология изготовления оборудования относится к секретной информации, поэтому раньше все дорогостоящее оборудование Казахстан покупал за рубежом. Также казахстанские специалисты разработали программно-математическое обеспечение и компьютерные имитационные модели работы приборов полезной нагрузки и служебных подсистем для космического аппарата научного назначения (первого планируемого казахстанского научного спутника), а самый важный и сложный из приборов - солнечный датчик - уже имеет свой опытный образец.

В области прикладных и фундаментальных исследований Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова развивает несколько важных проектов, в числе которых разработка методов астрофизических исследований в ультрафиолетовом диапазоне на основе данных орбитальных телескопов, разработка методов и алгоритмов поиска и сопровождения малоразмерных искусственных объектов на геостационарной орбите и развитие методов и

технологий исследования звезд ранних спектральных классов с инфракрасными избытками.

Казахстанские астрономы вносят большой вклад в общемировые исследования, поскольку их наблюдения охватывают диапазон неба, недоступный обсерваториям Европы, Китая и Японии. К тому же астроклиматические условия, в которых работают наши ученые, значительно лучше, к примеру, чем в России. Но еще больший интерес мирового астрономического сообщества к нашей стране и космическим исследованиям казахстанцев привлечет возможная установка телескопа с диаметром главного зеркала в 3,6 метра, над чем сейчас и работают специалисты Астрофизического института и АО «НЦКИТ». Для сравнения, самые большие телескопы с диаметром зеркала 10,4 м и 11 м стоят на Карибах и в Южной Африке, чуть меньше (от 8 до 10 м) - в Чили и в США (Гавайи и Техас), а в России (Кавказ) самый крупный прибор - альт азимутальный оптический телескоп с 6-метровым первичным зеркалом. Еще одна задача, над которой работает Казахстан, - участие в работе с орбитальными телескопами. Сейчас наша страна участвует в международном проекте - Всемирной космической обсерватории «Ультрафиолет», которую строит Россия с участием еще 9 стран. В АФиФ разрабатывают свою научную программу, что позволит наблюдать именно те объекты, которые интересны казахстанским ученым.

3 Расчетная часть дипломного проекта

3.1 Линия связи для программы «Фобос-08»

Автоматическая космическая станция «Фобос-08» запущена в 2008 г. с космодрома «Аризона» в США для исследования поверхности планеты Марс. Для этого разработана программа «Фобос-08».

Расстояние между Марсом и Землей 380 млн.км.

Автоматическая космическая станция имеет приемопередающее оборудование для передачи КПИ со следующими параметрами:

Несущая частота - 0,7 и 5 ГГц;

Метод модуляции АМ/ФМ;

Индекс модуляции :

Для АМ - 100%

Для ФМ – 0…120°;

Диапазон поднесущих частот несколько килогерц;

Длительность одной команды:

234 с при τ_c = 3 с для ЧК;

56 с при τ_c = 3 с для ФК;

Чувствительность приемника:

-168 дБВт при при τ_c = 3 с;

-162 дБВт при при τ_c = 0,2 с.

Параметры для расчета энергетического запаса $L_и$ для радиосистемы «Фобос-08» приведены в табл. 3.1 и 3.2 при максимальной дальности

Таблица 3.1

Параметры	Значение
Частота, МГц	5885
Мощность передатчика КА, Вт	50
Усиление бортовой антенны диаметром 0,9 м	600
Индекс фазовой модуляции, рад	$\pm 1{,}3$
Кодирование	Сверточный код при скорости R= ½ и длине K=6
Скорость передачи информации, бит/с	16384
Достоверность приема одного бита	10^{-4}
Эффективность наземной приемной системы с антенной диаметром 70 м для $\gamma \geq 30°$, $м^2/К$	80
Удельный расход энергетического потенциала для $p^{б}_{ош}=10^{-4}$	3
Пороговое значение энергетического потенциала по несущей ($2F_{ш}$= 10 Гц) для ФАПЧ, Гц	100
Энергетический запас по информации $L_{и}$	3
Чувствительность приемника 3С,дБ	-185

Таблица 3.2

Параметры	Значение
Частота, МГц	5008
Мощность, кВт	50
Усиление наземной антенны диаметром 70 м для $\gamma \geq 30°$, $S^{прд}_{аф}$=2500 $м^2$, дБ	69,4
Глубина амплитудной модуляции,%	100
Кодирование	Код Хемминга
Скорость передачи информации, бит/с	0,16
Достоверность приема одного бита	10^{-5}
Усиление бортовой антенны	0,5
Чувствительность бортового приемника, дБВт	-168
Энергетический запас по несущей $L_{и}$	1,5

3.2 Расчет линии связи дальнего космоса Земли-КА

Как следует из рис. 3.1, максимальная дальность до КА 380 млн км, максимальная скорость ее изменения 20 км/с, минимальный угол $\psi=0{,}5^{\circ}$. Чтобы обосновать требования к радиосистеме для обеспечения программы «Фобос-08», определим мощность сигналов, принимаемых на КА и на Земле, и оценим энергетические запасы в радиолинии по отношению к пороговым значениям характеристик радиосистемы. Поток мощности на расстоянии R от излучающего источника мощностью P_n , который имеет антенну с коэффициентом усиления $G_{прд}$,

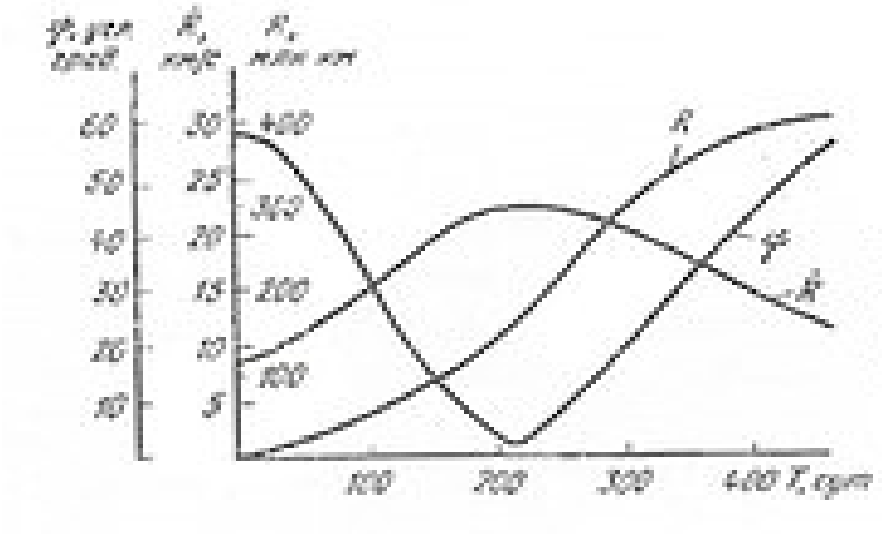


Рисунок 3.1- Зависимость наклонной дальности R, скорости ее изменения R и угла Солнце- Земля- КА ψ от времени перелета для программы «Фобос-08».

1 Плотность потока мощности сигнала ,принимаемого антенной КА

$$Ф=P_n G_{прд}/4\pi R^2 \qquad (3.1)$$

$$Ф=50\cdot 10^3\cdot 10^{6,94}/4\cdot 3{,}14\cdot 380^2\cdot 10^{18}=2{,}4\cdot 10^{-13}\ Вт/м^2$$

2 Мощность, принимаемая антенной ка, эффективная площадь которой $S_{эф}^{прм}$,

$S_{эф}=\frac{1}{6}\pi D^2$, где D=0,9 м - диаметр антенны КА

$$S_{эф}=\frac{1\cdot 3{,}14\cdot 0{,}81}{6}=0{,}42\ м^2 \qquad (3.2)$$

Уровень мощности сигнала, принимаемого антенной КА

$$P_{прм}=Ф\cdot S_{эф}=2{,}4\cdot 10^{-13}\cdot 0{,}42=10^{-13}\ Вт$$

3 Мощность шумов

$$P_ш=N_0\cdot \Delta F, \qquad (3.3)$$

где $N_0=k\cdot T_{экв}$- спектральная плотность теплового шума;

ΔF-эффективная шумовая полоса сигнала

Мощность шумов на входе антенны КА

$$P_ш=1{,}38\cdot 10^{-23}\cdot 500\cdot 6\cdot 10^3=4{,}2\cdot 10^{-17} Вт$$

4 Полагаем, что основной источник помех-тепловой «белый» шум со спектральной плотностью $N_0=k\cdot T_{экв}$ (k- постоянная Больцмана; $T_{экв}$- эквивалентная температура шума приемной системы). При использовании в радиолиниях фазовой модуляции(ФМ) система фазовой автоподстройки частоты(ФАПЧ), имеющая двустороннюю шумовую полосу $2F_ш$, работает при отношении мощности немодулированной части принятого сигнала к мощности шума.

Норма на отношение сигнал-шум на входе приемника КА

$$\left(\frac{P^н_{прм}}{P_ш}\right)^{пор} \geq 10, \qquad (3.4)$$

Где $P^Н_{прм}=К_Н\cdot Э$; Э= -168 дБВт- чувствительность приемника КА.

$$\left(\frac{P^н_{прм}}{P_ш}\right)^{пор}=\frac{0{,}75\cdot 10^{-16{,}8}}{4{,}2\cdot 10^{-17}}= 11{,}2>10$$

Т.о. обеспечивается надежный захват и слежение системой ФАПЧ за фазой входного сигнала.

5 Энергетический запас системы по захвату и слежению системой ФАП за фазой сигнала на несущей частоте

$$L_Н = \left(\frac{P^Н_{прм}}{P_ш}\right)/\left(\frac{P^Н_{прм}}{P_ш}\right)^{пор} \qquad (3.5)$$

$$L_Н = \left(\frac{P^Н_{прм}}{P_ш}\right)/\left(\frac{P^Н_{прм}}{P_ш}\right)^{пор}=\frac{0{,}75\cdot 10^{-13}}{4{,}2\cdot 10^{-17}}/11{,}2= 159$$

Характеризует качество синхронизации по несущей частоте. Это весьма важно для оценки потерь в когерентном детекторе и случайных ошибок в канале измерения радиальной скорости.

6 При передаче телеметрической информации (представленной в виде равномерного двоичного потока со скоростью передачи $C_р$) также можно рассчитать энергетический запас $L_Н$, если определить часть мощности принятого сигнала, расходуемую на передачу информации :

$$P^{н}_{прм} = K^{Н} \cdot P_{прм}, \tag{3.6}$$

$$P^{Н}_{прм} = K^{Н} \cdot P_{прм} = 0{,}25 \cdot 10^{-13} \text{ Вт}$$

Где $K^{Н}$- коэффициент использования мощности сигнала при передаче информации.

7Энергетический потенциал является наиболее удобной характеристикой радиолинии: он не зависит от используемых методов модуляции и кодирования. Энергетический информационный потенциал радиолинии на входе приемника можно определить как

$$H^{И} = P^{И}_{прм}/N_0 \tag{3.7}$$

$$H^{И} = P^{И}_{прм}/N_0 = \frac{0{,}25 \cdot 10^{-13}}{1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 500} = 3{,}6 \cdot 10^{6}$$

8 Коэффициенты $K^{Н}$ и $K^{И}$ связаны с индексом фазовой манипуляции θ, например $K^{И}$=0,25 и $K^{И}$=0,75 для θ=±60°. Тогда удельный расход энергетического потенциала в радиолинии на передачу 1 бит/с

$$\beta = \frac{P^{и}_{прм}}{N_0 C_{ср}}, \tag{3.8}$$

Где $C_{ср}$- скорость передачи информации, бит/сек

$$\beta = \frac{P^{и}_{прм}}{N_0 C_{ср}} = \frac{0{,}25 \cdot 10^{-13}}{6{,}9 \cdot 10^{-21} \cdot 16{,}384 \cdot 10^{3}} = 220$$

9 Пороговое значение $E_б/N_0$ зависит от используемых сигналов и методов кодирования. Для цифровой формы представления сообщений наилучшим показателем качества является вероятность ошибочного приема одного бита $p^{б}_{ош}$. Для используемых типов сигналов, методов кодирования и модели помех существует строгая зависимость $p^{б}_{ош} = \Phi(E_б/N_0)$. Для системы передачи телеметрической информации в радиосистеме ДКС приемлемым является $p^{б}_{ош} \leq 10^{-4}$. Для безызбыточного кода при фазовой модуляции ему соответствует $(E_б/N_0)^{пор}$=4,8. Энергетический запас при передаче информации определяется как

$$L_и = \left(\frac{E_б}{N_0}\right) / \left(\frac{E_б}{N_0}\right)^{пор} \quad (3.9)$$

$$L_и = \left(\frac{E_б}{N_0}\right) / \left(\frac{E_б}{N_0}\right)^{пор} = \frac{220}{4,8} = 45,8$$

Энергетический запас при передаче информации превышает заданный $L_и = 3$.

Таким образом, при определении необходимого значения $L_и$ учитывается отличие реальных методов обработки, используемых при приеме смеси сигнала с шумом, от идеальных, допуски на параметры отдельных элементов радиолинии, а также условия распространения радиоволн.

В командно-программной системе запасы определяются так же, как и в телеметрической системе, только допустимые значения $p^б_{ош} = 10^{-5} \ldots 10^{-6}$.

3.3 Расчет линии связи дальнего космоса КА-Земли

Как следует из рисунка 3.2, максимальная дальность до КА 380 млн км, максимальная скорость ее изменения 20 км/с, минимальный угол ψ=0,5°. Чтобы обосновать требования к радиосистеме для обеспечения программы «Фобос-08», определим мощность сигналов, принимаемых на КА и на Земле, и оценим энергетические запасы в радиолинии по отношению к пороговым значениям характеристик радиосистемы. Поток мощности на расстоянии R от излучающего источника мощностью P_n , который имеет антенну с коэффициентом усиления $G_{прд}$,

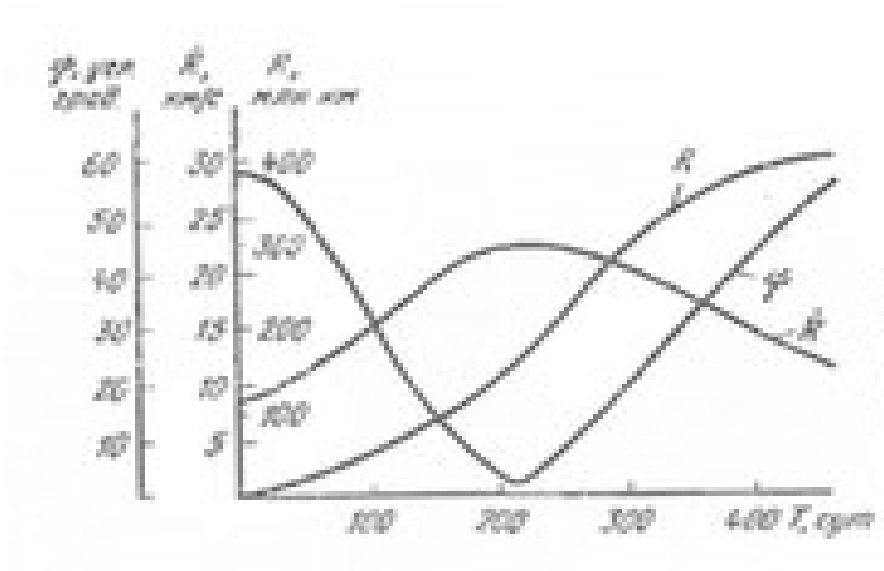


Рисунок 3.2 - Зависимость наклонной дальности R, скорости ее изменения R и угла Солнце- Земля- КА ψ от времени перелета для программы «Фобос-08».

1 Плотность потока мощности сигнала ,принимаемого антенной КА

$$Ф=P_n G_{прд}/4\pi R^2 \quad (3.10)$$

$$Ф=50\cdot 600/4\cdot 3{,}14\cdot 380^2\cdot 10^{18}=1{,}6\cdot 10^{-20}\ Вт/м^2$$

2 Мощность, принимаемая антенной, эффективная площадь которой $S_{эф}^{прм}$

$$P_{прм}= Ф\cdot S_{эф} \quad (3.11)$$

$$P_{прм}= Ф\cdot S_{эф}=1{,}6\cdot 10^{-20}\cdot 2500= 4\cdot 10^{-17} Вт$$

3 Мощность шумов

$$P_ш=N_0\cdot \Delta F, \quad (3.12)$$

где $N_0=k\cdot T_{экв}$- спектральная плотность теплового шума;
ΔF-эффективная шумовая полоса сигнала

$$P_ш= 1{,}38\cdot 10^{-23}\cdot 1500\cdot 10 = 2{,}2\cdot 10^{-19} Вт$$

4 Полагаем, что основной источник помех-тепловой «белый» шум со спектральной плотностью $N_0=k\cdot T_{экв}$ (k- постоянная Больцмана; $T_{экв}$- эквивалентная температура шума приемной системы). При использовании в радиолиниях фазовой модуляции(ФМ) система фазовой автоподстройки частоты(ФАПЧ), имеющая двустороннюю шумовую полосу $2F_ш$, работает при отношении мощности немодулированной части принятого сигнала к мощности шума. Норма на отношение сигнал-шум на входе приемника КА

$$\left(\frac{P_{прм}^{н}}{P_ш}\right)^{пор} \geq 10, \quad (3.13)$$

Где $P_{прм}^{Н}=К_Н\cdot Э$; Э= -168 дБВт- чувствительность приемника КА.

$$\left(\frac{P_{прм}^{н}}{P_ш}\right)^{пор} = \frac{0{,}75\cdot 10^{-18{,}5}}{2{,}2\cdot 10^{-19}} = 10{,}7> 10$$

5 Энергетический запас системы по захвату и слежению системой ФАП за фазой сигнала на несущей частоте

$$L_Н = \left(\frac{P_{прм}^{Н}}{P_ш}\right)/\left(\frac{P_{прм}^{Н}}{P_ш}\right)^{пор} \quad (3.14)$$

$$L_Н = \left(\frac{P_{прм}^{Н}}{P_ш}\right)/\left(\frac{P_{прм}^{Н}}{P_ш}\right)^{пор} = \frac{0{,}75\cdot 4\cdot 10^{-17}}{2{,}20\cdot 10^{-19}}/32{,}5 = 4{,}2$$

6 При передаче телеметрической информации (представленной в виде равномерного двоичного потока со скоростью передачи $C_р$) также можно рассчитать энергетический запас $L_Н$, если определить часть мощности принятого сигнала, расходуемую на передачу информации :

$$P^{н}_{прм} = K^{Н} \cdot P_{прм} \qquad (3.15)$$

$$P^{н}_{прм} = K^{Н} P_{прм} = 0{,}25 \cdot 4 \cdot 10^{-17} = 10^{-17} Вт$$

Где $K^{Н}$- коэффициент использования мощности сигнала при передаче информации.

7 Энергетический потенциал является наиболее удобной характеристикой радиолинии: он не зависит от используемых методов модуляции и кодирования. Энергетический информационный потенциал радиолинии на входе приемника можно определить как

$$H^{И} = P^{И}_{прм}/N_0 \qquad (3.16)$$

$$H^{И} = P^{И}_{прм}/N_0 = \frac{10^{-17}}{2 \cdot 10^{-20}} = 500$$

8 Коэффициенты $K^{Н}$ и $K^{И}$ связаны с индексом фазовой манипуляции θ, например $K^{И}$=0,25 и $K^{И}$=0,75 для θ=±60°. Тогда удельный расход энергетического потенциала в радиолинии на передачу 1 бит/с

$$\beta = \frac{P^{И}_{прм}}{N_0 C_{ср}} \qquad (3.17)$$

$$\beta = \frac{P^{И}_{прм}}{N_0 C_{ср}} = \frac{10^{-17}}{2 \cdot 10^{-20} \cdot 0{,}16} = 125$$

Где $C_{ср}$- скорость передачи информации, бит/сек

9 Пороговое значение $E_б/N_0$ зависит от используемых сигналов и методов кодирования. Для цифровой формы представления сообщений наилучшим показателем качества является вероятность ошибочного приема одного бита $p^{б}_{ош}$. Для используемых типов сигналов, методов кодирования и модели помех существует строгая зависимость $p^{б}_{ош} = Ф(E_б/N_0)$. Для системы передачи телеметрической информации в радиосистеме ДКС приемлемым является $p^{б}_{ош} \leq 10^{-4}$. Для безызбыточного кода при фазовой модуляции ему соответствует $(E_б/N_0)^{пор}$=4,8. Энергетический запас при передаче информации определяется как

$$L_и = \left(\frac{E_б}{N_0}\right) / \left(\frac{E_б}{N_0}\right)^{пор} \qquad (3.18)$$

$$L_и = \left(\frac{E_б}{N_0}\right) / \left(\frac{E_б}{N_0}\right)^{пор} = \frac{3125}{4,8} = 651$$

На основании расчетов можно сделать вывод, что обслуживающие линии космической связи соответствуют техническим характеристикам оборудования, а параметры, определяющие качество передачи информации, превышают заданные.

Таблица 3.3 – Вывод расчетов

Параметр	Линия Земля-КА	Линия КА-Земля
Энергетический запас системы по несущей частоте $L_н$	159/1,5	4,2/3
Энергетический запас по информации $L_и$	45,8/3	651/3
Энергетический потенциал потенциал в линии $H_и$	500/100	$3,6 \cdot 10^6/100$

3.4 Энергетический расчет спутниковой линии связи

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. Кроме этого основного затухания в пространстве, сигнал в линиях спутниковой связи подвержен влиянию и 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 факторов 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. Нормы на некоторые качественные показатели спутниковых каналов (например, отношение сигнал-шум) имеют статистический характер. Необходимо учитывать характер и число передаваемых сигналов, а также характер их преобразования (обработки) в спутниковом ретрансляторе. При передаче телефонных сигналов с многостанционным доступом через бортовой ретранслятор проходит несколько сигналов, разделенных по частоте, времени или форме и оказывающих взаимное влияние, которое должно учитываться при расчете энергетики спутниковых линий.

В настоящей главе приводится расчет спутниковой линии ЗС1 (Алматы) - ИСЗ (Intelsat-804) - ЗС2 (Лондон).

Таблица 3.4 - Исходные данные для расчета

Исходные данные для расчета:	значения
Географическое расположение ЗС 1 (Алматы)	
Широта (Север)	43°13'
Долгота (Восток)	76°54'
Отметка над уровнем моря	+876 м
ЗС 2 (Лондон)	
Широта (Север)	51°30'
Долгота (Восток)	0
Отметка над уровнем моря	+200 м
Вид доступа	МДЧР
Вид модуляции	QPSK
Параметры антенны и волнового тракта ЗС	
Размер антенны	9,3 м
Тип антенны	параболическая двух зеркальная
Стандарт	В
Коэффициент усиления на передаче $О_{пер.з}$, дБ	54
Коэффициент усиления на приеме $О_{пр.з}$, дБ	51
Система слежения	Автоматическая
КПД волнового тракта $ŋ_b$	0.9
Угол места ЗС 1	38,5°
ЗС 2	8°
Эквивалентная шумовая температура приемника обусловленная его внутренними шумами$Т_{прз.}$, К	12
Поляризация на передачу	левая круговая
Поляризация на прием	правая круговая
Параметры ИСЗ Intelsat 804	
Позиция на ГО	44° в.д.
Расчетный срок существования, лет	14-17
Диапазон, ГГц	6/4 14/11
Число стволов: C-band Ku-band	38 6
Номер транспондера	23А
ЭИИМ, дбВт	35
Полоса частот ствола , Мгц	36
Пропускная способность, каналы	22500

Продолжение таблицы 3.4

Коэффициент усиления на передаче $G_{пер.б}$, дБ	18
Коэффициент усиления на приеме $G_{пр.б}$, дБ	18
КПД волнового тракта $\eta_в$	0,9
Эквивалентная шумовая температура приемника, обусловленная его внутренними шумами $T_{пр}$ б, К	30
Суммарное отношение $(Pc/Pm)_{\sum}$, дБ	14,2
Допустимое отношение сигнал/шум, дБ	12

Уравнения связи для двух участков

Эквивалентная изотропно-излучаемая мощность (ЭИИМ) передающей станции.

$$E=P_{пер}\eta_{пер}G_{пер}, \qquad (3.19)$$

где $P_{пер}$ - эффективная мощность сигнала на выходе передатчика;

$\eta_{пер}$ -коэффициент передачи (по мощности) волноводного тракта; (КПД волноводного тракта) между передатчиком и антенной;

$G_{пер}$ -коэффициент усиления передающей антенны относительно изотропного излучателя.

В техническом задании ЭИИМ задана.

$$Lo= 16\pi^2d^2/\lambda^2, \qquad (3.20)$$

где λ - длина волны ($\lambda = c/f$, $c = 3*10^8$ м);

d - наклонная дальность (расстояние между передающей и приемной антеннами)

Найдем значения L_0 для обоих участков. Для этого сначала вычислим расстояние d. Так как спутник геостационарный, то величина d, км, называемая часто наклонной дальностью, рассчитывается по формуле

$$d = 42164\ [1-(0,151266 \cos \Theta)^2]^{1/2}-6378 \sin \Theta, \qquad (3.21)$$

где Θ — угол места антенны земной станции, Θ_1=38,5, Θ_2=8 (находится из графика в приложении Б).

Для участка 1 :

$$d_1=42164\ [1-(0,151266 \cos 38,5)^2]^{1/2} -6378 \sin 38,5 = 37897 \text{ км},$$

$$\lambda_1 = c/f = 3*10^8 / 6383*10^6 = 0{,}047 \text{ м},$$

$$Lo = 16\pi^2 (37897*10^3) / (0{,}047) = 1{,}02*10^{20} \text{ или } 200\text{дБ}.$$

Для участка 2:

$$d_2 = 42164 [1-(0{,}151266 \cos 8)^2]^{1/2} - 6378 \sin 8 = 40800 \text{ км},$$

$$\lambda_2 = c/f = 3*10^8 / 3794*10^6 = 0{,}079 \text{ м},$$

$$L_0 = 16 \pi^2 (40800*10^3)/(0{,}079) = 3{,}98*10^{19} \text{ или } 196\text{дБ}.$$

Здесь и далее величины, относящиеся к участку Земля — спутник, имеют индекс «1», относящиеся к участку спутник — Земля — индекс «2». Кроме этих основных потерь, на трассе присутствуют и дополнительные потери $L_{доп}$, которые будут вычислены в последующих пунктах; полное значение потерь на трассе $L_{\Sigma}=L_0 L_{доп}$.

Когда параметры антенны заданы в виде эффективной площади ее аппаратуры $S_{пр}$, связанной с коэффициентом усиления соотношением.

$$G_{пр} = 4\pi S_{пр} / \lambda^2,$$

$$P_{пер} = 4 \pi d^2 L_{доп} P_{пр} / G_{пер} S_{пр} \eta_{пер} \eta_{пр} \qquad (3.22)$$

Формула (3.22) позволяет определить необходимую мощность передатчика по заданному значению мощности сигнала на входе приемника. Отметим, что в нее не входит длина волны. Следовательно, когда передающая антенна имеет постоянный коэффициент усиления на всех частотах, а приемная — эффективную постоянную площадь аппаратуры (может эффективно работать по мере возрастания частоты), мощность сигнала на входе приемника в первом приближении не зависит от частоты (в действительности некоторая зависимость от частоты имеется, так как $L_{доп}$ в значительной степени определяется диапазоном частот). При расчете линии часто оказывается заданной не мощность сигнала на входе приемника, а отношение сигнал-шум на входе приемника $(P_c/P_ш)_{вх}$, тогда в формулу (3.22) следует подставить

$$P_{пр} = P_ш (P_c/P_ш)_{вх}, \qquad (3.23)$$

где $P_ш$ - полная мощность шума на входе приемника. Поскольку в диапазонах частот, где работают спутниковые системы, шумы, создаваемые различными источниками, имеют аддитивный характер, их суммарная мощность выражается формулой.

$$P_ш = кT_{\Sigma}\Delta Fш, \qquad (3.24)$$

Где к = 1,38 * 10^{-23} Вт/Гц*град - постоянная Больцмана;

T_{Σ} - эквивалентная шумовая температура всей приемной системы с учетом внутренних и внешних шумов;

$\Delta F_ш$ - эквивалентная (энергетическая) шумовая полоса приемника.

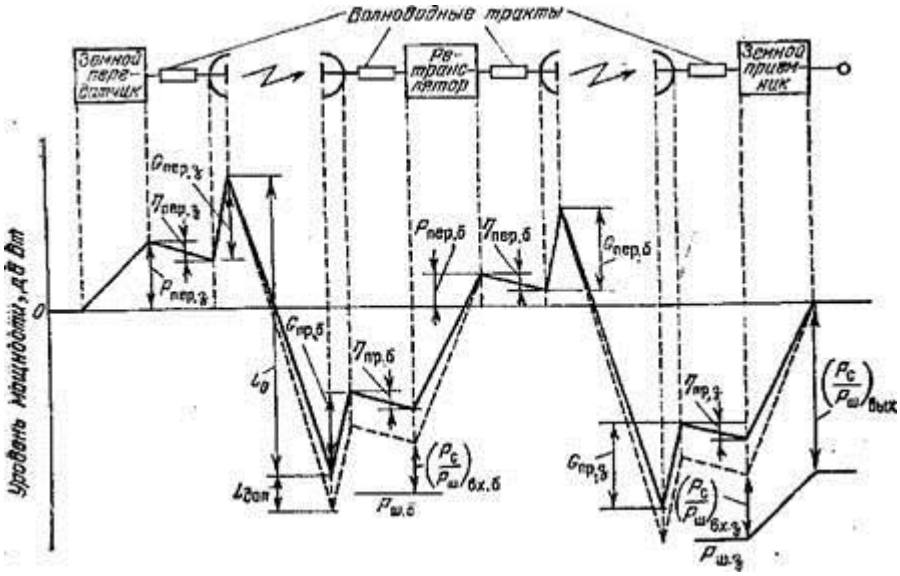


Рисунок 3.3 - Структурная схема и диаграмма уровней линии связи из двух участков.

Воспользовавшись формулами , для этих участков можно записать следующие соотношения: для участка Земля - спутник:

$$P_{пер}=(16\pi^2 d_1^2 L_{1доп} P_{ш.б}/\lambda_1^2 G_{пер.з.} G_{пр.б.} ŋ_{пер.з.} ŋ_{пр.б.})(P_c/P_ш)_{вх.б}, \qquad (3.25)$$

$$P_{ш.б.}=кT_{\sum б}\Delta f_{ш.б.}; \qquad (3.26)$$

Для ЗС $P_{пер}=16\cdot 3{,}14^2\cdot 3{,}79^2\cdot 10^{14}\cdot 1{,}58\cdot 1{,}38\cdot 10^{-23}\cdot 1500\cdot 36\cdot 10^6\cdot 1{,}58\cdot 15.8\cdot 10^6/47^2\cdot 10^{-6}\cdot 10^{-5,4}\cdot 10^{1,8}\cdot 0{,}9\cdot 0{,}9=59$ Вт

$$P_{пер\ б}=(16\pi^2 d_2^2 L_{2доп} P_{ш.з}/\lambda_2^2 G_{пер.б.} G_{пр.з.} ŋ_{пер.б.} ŋ_{пр.з.})(P_c/P_ш)_{вх.з}, \qquad (3.27)$$

$$P_{ш.з.}=кT_{\sum з}\Delta f_{ш.з}. \quad (3.28)$$

Для КС $P_{пер}=16\cdot3,14^2\cdot16\cdot10^{14}\cdot1,58\cdot1,38\cdot10^{-23}\cdot1300\cdot36\cdot10^6\cdot1,3\cdot15.8/79^2\cdot10^{-6}\cdot10^{5,1}\cdot10^{1,8}\cdot0,9\cdot0,9=31$ Вт

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Анализ условий труда

Помещение, для которого будут производиться расчеты, представляет собой операторскую комнату. Операторская находится на первом этаже здания, которая имеет размеры 5·3,5·2,8 (м). На южной стороне операторской расположены 2 окна, каждое площадью 1,2 м^2. Для обеспечения искусственного освещения используются люминесцентные лампы. Также имеется кондиционер для поддержания необходимого микроклимата. В операторской находится 3 рабочих стола, на которых расположены персональные компьютеры, необходимые для работы операторов. На рисунке 4.1 приводится план помещения.

На предприятии установлена восьмичасовая продолжительность рабочего дня. В соответствии со статьей 1 Закона РК “О труде в РК” , рабочее время - это время, в течение которого работник в соответствии с актами работодателя и условиями индивидуального трудового договора выполняет трудовые обязанности. Актами работодателя или коллективным договором может быть установлена 5-дневная или 6 дневная рабочая неделя. При шестидневной рабочей неделе продолжительность ежедневной работы не может превышать 7 часов, а при пятидневной рабочей неделе - 8 часов. Рабочий день нормальной продолжительности рассчитан на рабочих и служащих, работающих в условиях, не требующих повышенного физического и нервно- интеллектуального напряжения.

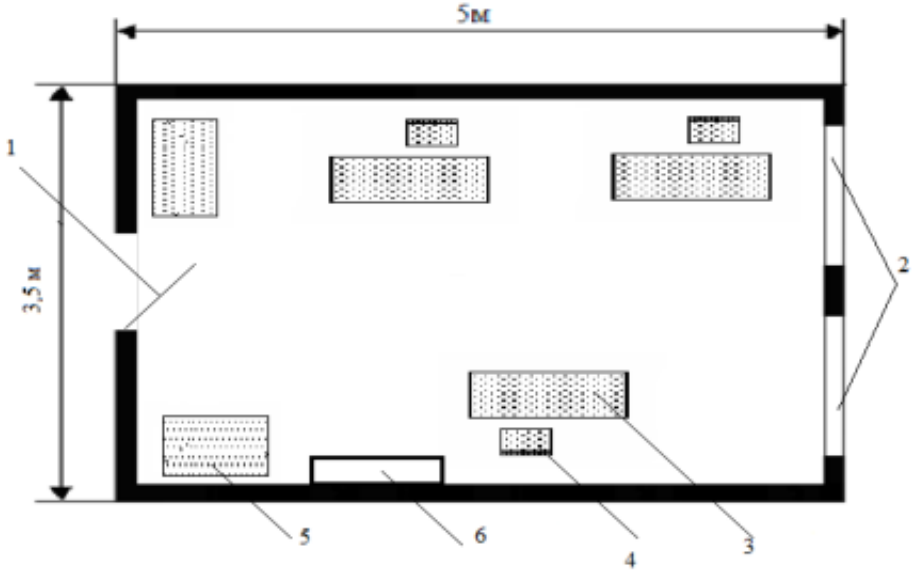
Зрительные работы на персональном компьютере имеют разряд IV (б). Кроме того на длительную работоспособность влияет состояние воздушной среды в рабочем помещении. Организм человека постоянно находится в режиме теплового обмена с окружающей средой. На тепловое состояние организма оказывают влияние параметры микроклимата, а также физическая нагрузка – величина и интенсивность мышечной работы, связанной с трудовой деятельностью. Тяжесть физической работы определяется общими энергозатратами. Для широко внедряемых ныне операторских профессий энергозатраты в единицу времени составляют 80…200 Вт. В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 при работах средней тяжести, 1 (б), температура воздуха на

рабочем месте должна составлять 17 - 23 °С, относительная влажность воздуха

- не более 75 %, скорость движения воздуха - не более 0,3 м/с. Для поддержания микроклимата на производстве используется кондиционер. Система кондиционирования воздуха, помимо выполнения задач вентиляции и отопления, позволяет создать благоприятный микроклимат в летний, жаркий период года, благодаря использованию в своем составе фреоновой холодильной машины. Задача кондиционирования воздуха состоит в поддержании таких параметров воздушной среды, при которой каждый человек благодаря своей индивидуальной системе автоматической терморегуляции организма чувствовал бы себя комфортно, то есть не замечал влияния этой среды.

Проанализировав условия труда технического персонала операторского отдела, в данном разделе мы будем решать следующие задачи:

- Произведем расчет естественного и искусственного освещения;
- Устройство и расчет системы кондиционирования воздуха



1 - дверь, 2- окна, 3 - стол, 4 - стул, 5 - шкаф, 6 - кондиционер

Рисунок 4.1 - План помещения

4.2 Выбор и расчет системы производственного освещения

Расчет естественного освещения

При проектировании новых помещений, при реконструкции старых, при проектировании естественного освещения помещений судна и других объектов необходимо определить площадь световых проемов, обеспечивающих нормированное значение КЕО в соответствии с требованиями СниП РК 2.04-05-2002 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» .

Рассчитаем систему общего искусственного освещения для операторской

Комнаты, площадью S=5·3,5=17,5 м 2 , высотой Н = 2,8 м, с побеленным потолком и светлыми стенами с закрытыми белыми шторами. Рабочая поверхность расположена на высоте hраб = 0,8 м. Источники света газоразрядные лампы. Номинальная мощность - 40 Вт, номинальный световой поток - 3120 лм. Освещение считаем по методу коэффициента использования светового потока, который предназначен для расчета общего освещения горизонтальных поверхностей при отсутствии крупных затеняющих предметов. Высота начала окна h н.ок = 1 м. Разряд зрительной работы IV, б. Расстояние до рядом стоящего здания Р = 18 м. Высота окна h ок = 1,5 м, высота начала окна h н.ок . = 0,8 м.

Расчет заключается в предварительном определении площади световых проемов при боковом и верхнем освещении по следующим формулам:
при боковом освещении:

$$100 \cdot \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_n K_з \eta_0}{\tau_0 r_1} K_{зд}\ , \qquad (4.1)$$

при верхнем освещении:

$$100 \cdot \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_н K_з \eta_ф}{\tau_0 r_2 K_ф} K_{зд}\ , \qquad (4.2)$$

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

S_n- площадь пола помещения, $м^2$;

$e_Н$ - нормируемое значение КЕО;

$K_з$ - коэффициент запаса, принимают по таблице 3.11 в ;

η_0 - световая характеристика окон, принимают по таблице 3.2 в [6];

τ_0- общий коэффициент светопропускания;

r_1- коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении, благодаря свету, отраженному от поверхности помещения и подстилающего

$K_{зд}$ - коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями, принимают по таблице

$S_ф$- площадь световых проемов (в свету) при верхнем освещении, $м^2$;

$\eta_ф$ - световая характеристика фонаря или светового проема в плоскости покрытия, принимают по таблице

r_2 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении, благодаря свету, отраженному от поверхности помещения, принимают по таблице ;

$K_ф$ - коэффициент, учитывающий тип фонаря, принимают по таблице. Определим площадь пола помещения:

$$S_N = L \cdot B \qquad (4.3)$$

$$S_N = 5 \cdot 3{,}5 = 17{,}5\ м^2$$

Нормируемое значение КЕО, e_N , для зданий, располагаемых в различных районах, следует определять по формуле:

$$e_N = e_H \cdot m_N, \quad (4.4)$$

где m_N - коэффициент светового климата.

Учитывая заданный световой пояс, приняв ориентацию световых проемов на Юг, определим:

$m_N = 0,65$

По таблице 4.12 в [6], учитывая IV разряд зрительных работ, найдем

$e_N = 1,5$

Следовательно:

$$e_N = 1,5 \cdot 0,65 = 0,975$$

Учитывая тип помещения, найдем коэффициент запаса с помощью таблицы 4.11 в :

$К_1 = 1,2$

Для определения световой характеристики η_0 необходимо рассчитать отношение длины помещения (L) к его глубине (l = B-1) и отношение глубины помещения к расчетной высоте ($h_{расч}$):

$$\frac{L}{B-1} = \frac{5}{3,5-1} = 2, \text{ м}$$

Найдем $h_{расч}$:

$$h_{расч} = h_{ок} + h_{н.о} - h_{р.пов}, \quad (4.5)$$

Где $h_{ок}$-высота окна;

$h_{н.о}$-расстояние до начала окна;

$h_{р.пов}$-высота рабочей поверхности.

$$h_{расч} = 1,5+0,8-0,8 = 1,5 \text{ м}$$

Тогда отношение глубины помещения к расчетной высоте будет равно:

$$\frac{B-1}{h_{расч}} = \frac{3,5-1}{1,5} = 1,7$$

Учитывая найденные отношения примем световую характеристику η_0 по таблице 4.2 из :
η_0 = 9

Общий коэффициент светопропускания, τ_0 , рассчитывают по формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 \qquad (4.6)$$

где τ_1 - коэффициент светопропускания материала, принимаемый по таблице 6 из [7]. Так как в качестве светопропускающего материала используется листовое тройное стекло, то: τ 1 =0,75;

τ_2- коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема. τ 2 определяется с помощью таблицы 7 из [7] с учетом использования деревянных раздельных переплетов: τ 2 =0,6;

τ_3- коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях железобетонной и деревянной формы равен 0,8;

τ_4-коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, при убирающихся регулируемых жалюзях и шторах он равен 1.
Следовательно:

$$\tau_0 = 0,75 \cdot 0,6 \cdot 0,81 = 0,36$$

Коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении, благодаря свету, отраженному от поверхности помещения и подстилающего слоя, примыкающего к зданию, r 1 , определяют по таблице 3.9 из [7]. Для этого следует учесть:
- Отношение глубины помещения к расчетной высоте (1,7, м);
- Отношение длины помещения к глубине (2, м);
- Отношение глубины помещения к ширине (0,7, м);
- Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола
$\rho_{ср}$ = 0,5.
r_1=1,7
Учитывая отношение:

$$\frac{P}{H} = \frac{18}{5} = 3,6,$$

где Р - расстояние между рассматриваемым и противостоящим зданием,

Н - высота здания.

Из таблицы 4.8 в [8] найдем коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями, $К_{зд}$= 1

Зная значение всех параметров, рассчитаем площадь боковых проемов при естественном освещении по следующей формуле:

$$S_0 = \frac{S_n \cdot e_n \cdot К_з \cdot \eta_0}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} \cdot К_{зд} \qquad (4.7)$$

В офисном помещении с параметрами 5·3,5·2,8 для обеспечения нормированного значения КЕО, e_N = 0,975 при IV характеристике зрительных работ требуется площадь световых проемов равная 3 м 2 . Так как высота окна - 1,5 м, то длина окна будет равна:

$$L_{ок} = \frac{3}{1,5} = 2, \text{ м}$$

что соответствует длине помещения - 5 метрам. Здесь имеется ввиду общая длина окон на одну сторону здания. А там соответственно можно расположить нужное количество окон. Вывод: существующая площадь окон составляет 2,4 м 2 , что на 0,6 меньше вычисленной площади. Это освещение является недостаточным для работы в операторской. Поэтому необходимо произвести расчет искусственного освещения.

4.3 Расчет искусственного освещения

Для помещений, в которых предусматривается общее равномерное освещение горизонтальных поверхностей, освещение рассчитывают методом коэффициента использования светового потока**.**

По этому методу расчетную освещенность на горизонтальной поверхности определяют с учетом светового потока, падающего от светильников непосредственно на поверхность и отраженного света от стен, потолка и самой поверхности. Так как этот метод учитывает долю освещенности, создаваемую отраженным световым потоком, его применяют для расчета помещений, где отраженный световой поток играет существенную роль, т.е. для помещений со светлыми потолками и стенами при светильниках рассеянного, отраженного света.

Индекс помещения рассчитывается из выражения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)}, \qquad (4.8)$$

где А - длина освещаемой поверхности, А = 5, м;

В - ширина освещаемой поверхности, В = 3,5,м;

h - высота свеса 0 т.к. h = 2,8 м.

$$h_р = h - h_{раб} - h_{св} \quad (4.9)$$

$$h_р = 2,8 – 0,8 – 0 = 2 \text{ м}$$

Тогда

$$i = \frac{5 \cdot 3,5}{2 \cdot (5+3,5)} = 1,03$$

Исходя из данных коэффициент отражения потолка и пола по данным СНиП РК 2.04.-05.2002 $\rho_{ср}$ = 70%, т.к. потолок беленный и также стены с закрытыми белыми шторами и далее выбираем коэффициент использования светового потока, учитывая индекс помещения i = 1,03, коэффициент использования светового потока η = 0,47.

Количество ламп рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot К_з}{Ф_Д \cdot \eta \cdot n}, \quad (4.10)$$

где Е - освещенность, для IV (б) разряда работ нормируемая освещенность по таблице 3.12 - 200 лк;

n – количество ламп в светильнике, n = 2;

Фл - номинальный световой поток одной лампы, используются светильники типа ПВЛМ 2х40, Фл = 3120 лм;.

η - коэффициент использования светового потока. При коэффициентах отражения $\rho_{пот}$= 70%, $\rho_{ст}$= 50%, $\rho_{пол}$= 30%, при индексе помещения

i = 1,03,

η = 47%;

S - освещаемая площадь, S = 17,5, м²;

z - коэффициент неравномерности освещения, z = 1,1.

Для помещений общественных зданий при искусственном освещении газоразрядными лампами, коэффициент запаса К з = 1,2.

Подставляя цифровые значения, получаем:

$$N = \frac{200 \cdot 1,1 \cdot 17,5 \cdot 1,2}{3120 \cdot 2 \cdot 0,47} = 2$$

Рассчитаем расстояние между светильниками по формуле:

$$L_{A,B} = \lambda \cdot h_p \quad (4.11)$$

Пример $\lambda = 1,2$, тогда:

$$L_A = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м}$$

Далее найдем расстояние до стены по следующей формуле:

$$l_{а,в} = (0,3 \div 0,5)\, L_{A,B} \quad (4.12)$$

$$l_а = 0,5 \cdot 2,4 = 1,2 \text{ м}$$

Расстояние L_b в нашем случае отсутствует , так как имеется всего 2 светильника. Расстояние l_b примем равным 1,9 м, так как длина светильника составляет 1,2 м, а ширина помещения равна 3,5 м. Схема размещения светильников приведена на рисунке 4.2.

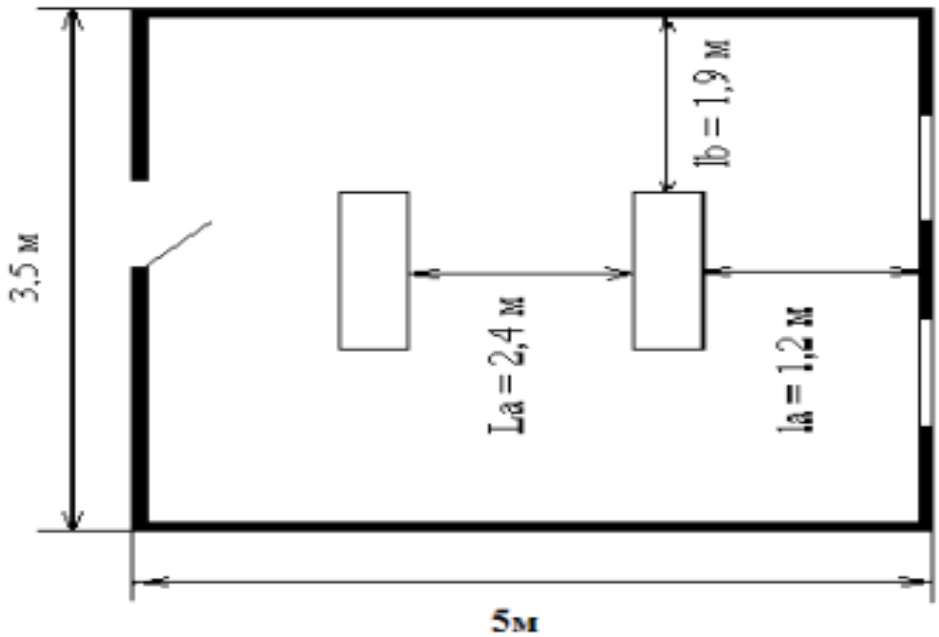


Рисунок 4.2 - Схема размещения светильников

Вывод: операторская комната имеет небольшую площадь, равную 17,5 м^2,поэтому как видно из расчетов, для обеспечения освещенности 200 лк

достаточно 2 светильника типа ПВЛМ 2х40. Таким образом, при недостаточном естественном освещении, в вечернее время, искусственное освещение будет обеспечивать необходимую освещенность.

4.4 Расчет системы кондиционирования воздуха

В операторском помещении находится 3 рабочих места (мужчин - 2, женщин-1). Для поддержания необходимого состояния воздушной среды используется система кондиционирования воздуха. Для правильного выбора кондиционера необходимо:

- Рассчитать тепловые нагрузки в помещении внутренние и наружные;
- Рассчитать количество воздуха, необходимого для подачи в помещение;
- По найденному значению количества воздуха подобрать соответствующую модель кондиционера.

Определим внутренние тепловые нагрузки в помещении. В первую очередь определяем теплопоступления от оборудования. В операторской имеется 3 персональных компьютера (ПК) мощностью 0,5 кВт/ч.

Теплопоступления определим по формуле:

$$Q_{об} = P_{об} \cdot \eta \,, \qquad (4.13)$$

где $P_{об}$ - мощность, потребляемая оборудованием кВт/ч;

η - коэффициент перехода в помещение тепла, для ПК $\eta = 0{,}86$.

Общая мощность равна:

$$P_{об} = 3 \cdot 0{,}5 = 1{,}5, \text{ кВт}$$

Теплопоступления от оборудования:

$$Q_{об} = 1{,}5 \cdot 0{,}86 = 1{,}29, \text{кВт}$$

Теплопоступления от ламп определяются по формуле:

$$Q_{об} = \alpha \cdot N_{осв} \cdot \beta \cdot \cos\varphi \,, \qquad (4.14)$$

где α - коэффициент перехода электрической энергии в тепловую, для люминисцентных ламп $\alpha = 0{,}7$;

$\cos\varphi = 0{,}7$;

$N_{осв}$ - мощность лампы, хорошего освещения помещений

$N_{осв}$= 40 Вт/м 2 ;

$Q_{об}$ = 40· 2·2·0,7·0,7·1 = 78,4 Вт

Теплопоступления от людей определим следующим образом:

$$Q_л = n \cdot q_{явн}, \quad (4.15)$$

где $q_{явн}$ - явное тепло от человека, принято считать, что женщины выделяют 85 % тепла от нормы тепло выделений взрослого мужчины (положение сидя) для теплого периода - 61 Вт, для холодного периода - 82 Вт (таблица 8 в [8]);

n - количество людей (мужчин - 2; женщин - 1)

На летний период теплопоступления от людей будут равны:

$$Q_л = (2 \cdot 61 + 1 \cdot 61 \cdot 0{,}85) = 0{,}234 \text{ кВт}$$

Определим теплопоступления от через остекление по формуле:

$$Q_р = m \cdot F(q^I + q^{II})\beta \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (4.16)$$

где m - количество окон в помещении, 2;

F - площадь окон, F = 3 м 2 ;

β- коэффициент теплопропускания для штор и жалюзей - 0,15 (таблица 4 в [8]);

q^I,q^{II}- тепловые потоки от прямой и рассеянной радиации Вт/м 2 , принимаются для расчетного часа суток в зависимости от географической широты, равны соответственно для Ю – 288 и 85 ;

K_1 - коэффициент затемнения остекления деревянными переплетами - 0,65;

K_2- коэффициент для умеренного загрязнения остекления, 0,9 .

$$Q_р^{Ю} = 2 \cdot 3 \cdot 0{,}15 \cdot 0{,}65 \cdot 0{,}9 \cdot (288+85) = 0{,}196, \text{ кВт}$$

Теплопоступления и теплопотери в результате разности температур:

$$Q_{отд} = V_{пом} \cdot X_0 \cdot (t_в - t_н) \quad (4.17)$$

где $t_в$ - температура внутреннего помещения, 20 ° С;

$t_н$- наружная температура воздуха, (-26) °С;

$V_{пом}$ - объем помещения, м^3 (длина-5, ширина-3,5 м, высота-2,8 м);

X_0– удельная тепловая характеристика, 0,42 Вт/м^3 ° С.
$Q_{отд}$ = 0 - для теплого периода времени.

$$Q_{отд} = 5 \cdot 3{,}5 \cdot 2{,}8 \cdot 0{,}42 \cdot (20-(-26)) = 0{,}947, кВт$$

Определим тепловой баланс в помещении:

$$Q_{изб} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_{л} + Q_{р} - Q_{отд} \quad (4.18)$$

Для летнего периода тепловой баланс равен:

$$Q_{изб\ летн} = 1{,}29+0{,}0784+0{,}174+0{,}196-0 = 1{,}738, кВт$$

Для зимнего периода:

$$Q_{изб\ зимн} = 1{,}29+0{,}0784+0{,}234+0{,}196-0{,}947 = 0{,}851, кВт$$

Теплонапряженность воздуха:

$$Q_{н} = \frac{Q_{изб} \cdot 860}{V_{н}} \quad (4.19)$$

$Q_{н} \leq 20$ ккал/м^3 → Δt = 6°С;
$Q_{н} > 20$ ккал/м^3 → Δt = 8°С.

Учитывая, что $Q_{изб\ летн}, > Q_{изб\ зимн}$, то для расчета будем использовать $Q_{изб}$, для летнего периода:

$$Q_{н} = \frac{1{,}738 \cdot 860}{49} = 30{,}5 \text{ ккал/м}^3$$

Так как $Q_{н}$ = 30,5 > 20 ккал/м^3 → Δt = 8°С;
Количество тепла, необходимого для поступления (удаления) воздуха в помещение.

$$L = \frac{(Q_{изб} \cdot 860)}{c \cdot \Delta t \cdot \Upsilon}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.20)$$

где С - теплоемкость воздуха, 0,24 ккал/кг °С;

Δt - выбираем в зависимости от теплонапряженности воздуха $Q_н$;
γ- удельная масса приточного воздуха, 1,206 кг/м^3.

$$L= \frac{(1,738 \cdot 860)}{0,24 \cdot 8 \cdot 1,206} = 645,5, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Определяем кратность воздухообмена по следующей формуле:

$$n = \frac{L}{V_н} \quad (4.21)$$

$$n = \frac{645,5}{49} = 13/\text{ч}$$

По рассчитанному значению расхода воздуха выбираем один настенный кондиционер фирмы DELONGHI серии CP40 .

Управление работой настенного кондиционера производится с дистанционного пульта, который позволяет задать режим работы кондиционера: обогрев, охлаждение, осушку, вентиляцию, ночной режим; задать требуемую температуру, которую должен поддерживать автоматически; выбрать режим работы кондиционера: настроить таймер, который включит или выключит кондиционер в заданное время; автоматически регулировать положение направляющих шторок и изменить, таким образом, направление воздушного потока.

Приведем его параметры:

- Электрическое питание: 230/1/50;
- Расход воздуха внутреннего блока: макс. – 640;
- Производительность по холоду: 5073 Вт;
- Потребляемая электрическая мощность: 1603 Вт;
- Удаление влаги(max): 2,2 л/4;
- Производительность по теплу: 5542 Вт;
- Размеры: высота – 967 мм, ширина – 300, глубина – 195.

Расположение кондиционера приводится на рисунке 5.1.

В данной главе согласно расчетам, для создания удовлетворительного климата и обеспечения благоприятных условий воздушной среды в операторской, подходит кондиционер сплит-системы. Преимуществом таких кондиционеров является относительная простота конструкции, позволяющая получить достаточно низкую стоимость при быстрой и легкой установке кондиционера. Недостатком является невозможность подачи в помещение свежего воздуха.

5 Бизнес-план

5.1 Резюме

Целью данного проекта является экономическое обоснование проектирования спутниковой линии, построенной на оборудовании системы SAFCFM между городами Алматы – Лондон компании ТОО «Telsat». Система SAFCFM является надежной и доступной беспроводной системой соединения точка-точка, работающей в диапазонах частот 7, 8 , 13, 15, 18, 23, 26, и 38 ГГц. Система обеспечивает передачу голоса и данных как в городской, так и в сельской местности, покрывая расстояние до 60 км между двумя точками. CFM предлагает скорость передачи данных 4, 8, 16 и 34 Мбит/с. Расстояние между городами составляет 46 км.

5.2 Маркетинговый план

По сравнению с проводными беспроводными или РРЛ системами спутниковыми сети должны позволить операторам и сервис-провайдерам экономически эффективно охватить не только новых потенциальных пользователей, но и расширить спектр информационных и коммуникационных технологий для пользователей, уже имеющих фиксированный (стационарный) доступ.

Беспроводные технологии более гибки и, как следствие, проще в развертывании, так как по мере необходимости могут масштабироваться.

Простота установки как фактор уменьшения затрат на развертывание сетей в развивающихся странах, малонаселенных или удаленных районах.

Система SAFCFM обеспечивает:

1 превосходную надежность;

2 широкую совместимость интерфейсов данных и голоса;

3 отличные технические параметры для модемов для передачи данных;

4 привлекательные цены;

5 компактный и удобный дизайн;

6 низкое энергопотребление.

5.3 Производственный план

В данном проекте будет произведен расчет затрат на покупку, доставку, установку и осуществление спутниковой линии связи с помощью системы SAFCFM

Наименование необходимого оборудования и его стоимость приведены в таблице 5.1

Таблица 5.1 - Состав необходимого оборудования [11]

Наименование оборудования	Число единиц, шт	Цена за единицу, тенге	Общая цена,тенге
Оконечные станции	2	250 000	500 000
Коммутаторы	2	25 000	50 000
Соединительные шнуры	1	1000	10 000
Антенны	2	20 000	40 000
Резервное оборудование	2	40 000	80 000
ПК	2	120 000	240 000
Лазерная линейка	1	21 000	21 000
Спутниковый модем	2	50 000	100 000
Итого	-	-	1 041 000

5.4 Финансовый план

Финансовый план является частью бизнес-плана, который включает в себя расчет общих капитальных затрат, доходов, эксплуатационных расходов, прибыли, рентабельности и срока окупаемости.

Целью данной разработки является получение максимальной прибыли, при минимальных издержках и высоком качестве предоставляемых услуг, с учетом того, что бы цена была приемлемой для пользователей. Далее представлены расчеты, показывающие стоимость внедрения, экономическую эффективность использования и срок окупаемости.

5.4.1 Капитальные затраты

Капитальные затраты определяются по формуле:

$$К = Ц + К_{тр} + К_{мон} + РС \qquad (5.1)$$

где Ц – капитальные вложения на приобретение оборудования (линейных, стационарных и других);

$К_{тр}$ – стоимость перевозки к месту монтажа;

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

РС – стоимость рабочих станций;

Стоимость оборудования и всех комплектующих приведены в таблице 5.1 составляет:

$$Ц = 1\ 041\ 000 тг.$$

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

$$К_{тр} = Ц \cdot 0{,}02 = 1\ 041\ 000 \cdot 0{,}02 = 20\ 820 тг.$$

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

$$К_{мон} = Ц \cdot 0{,}05 = 1\ 041\ 000 \cdot 0{,}05 = 52\ 050 тг.$$

Стоимость рабочих станций (РС) – это стоимость рабочих мест операторов и системы управления. Предусмотрено шесть рабочих мест: место оператора, место инженера , место программиста, место системы управления, место управляющего, место бухгалтера которые включают в себя наименования указанные в таблице 5.2.

Стоимостям и можно пренебречь, так как они не значительны.

Таблица 5.2 – Расчет затрат на организацию рабочего места[11]

Наименование	Цена, тенге	Кол-во	Стоимость, тенге
Компьютер (системный блок, монитор)	85 000	2	170 000
Лазерный принтер	30 000	2	60 000
Шкаф	9 000	2	18 000
Стул на колесиках	8 000	2	16 000
Телефонный аппарат	15 000	4	60 000
Стол офисный	25 000	2	50 000
Итого:	-	-	374 000

В таблице 5.3 приведены затраты, которые входят в состав капитальных затрат

Таблица 5.3 - Капитальные затраты

Наименование затрат	Стоимость, тенге
Стоимость оборудования, (Ц)	1 041 000
Стоимость перевозки к месту эксплуатации, (Ктр)	20 820
Стоимость монтажа платформы на месте, (Кмон)	52 050
Стоимость рабочих станций, (РС)	374 000
Итого	1 487 870

5.4.2 Расчет годовых эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы определим по формуле:

$$ЭЭ = ФОТ + Сн + М + Эл + А + Н, \quad (5.2)$$

где ФОТ – фонд оплаты (основная и дополнительная заработная плата);

Сн – социальный налог (11 % от ФОТ);

М – материальные затраты и запасные части. (Расходы на запасные части и текущий ремонт составляют 0,5% от капитальных вложений);

Эл – затраты на электроэнергию;

А – амортизационные отчисления;

Н – накладные расходы (косвенные расходы, сюда можно отнести все неучтённые расходы – административно-управленческие, хозяйственные, затраты за обучение кадров, транспортные расходы). Примем 30 % от себестоимости.

Для вычисления заработной платы приведем среднемесячные оклады обслуживающего персонала, которые сведем в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Заработная плата обслуживающего персонала [12]

Наименование	Заработная оплата Тенге	Число рабочих
Инженер	150 000	2
Электромонтер	85 000	2

Основная заработная плата за год составит:

$$ФОТ_{осн} = 12 \cdot (2 \cdot 115\,000 + 2 \cdot 75\,000) = 4\,560\,000 \text{ тг.} \quad (5.3)$$

В годовой фонд заработной платы включается дополнительная заработная плата в размере 30% от основной заработной платы

$$ФОТ_{доп} = ФОТ_{осн} \cdot 0{,}3 = 4\,560\,000 \cdot 0{,}3 = 1\,368\,000 \text{ тг.} \quad (5.4)$$

Заработная плата складывается из основной и дополнительной заработной платы:

$$ФОТ = ФОТ_{осн} + ФОТ_{доп}, \quad (5.5)$$

ФОТ = 4 560 000+1 368 000= 5 928 000 тг.

Отчисления в пенсионный фонд составляют 10% от общей заработной платы:

$$С_Н = ФОТ \cdot 0{,}1 = 5\ 928\ 000\ \cdot 0{,}1 = 592\ 800 \text{ тг.} \quad (5.6)$$

Социальный налог составляет 11% от общей заработной платы с учетом отчислений в пенсионный фонд:

$$С_Н = ФОТ \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}11 = 5\ 928\ 000 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}11 = 586\ 872 \text{ тг.} \quad (5.7)$$

Амортизационные отчисления для отрасли связи составляют 25% в год от суммы капитальных затрат

$$А = 0{,}25 \cdot К, \quad (5.8)$$

где К - сумма капитальных затрат, 1 041 000тг.

$$А = 0{,}25 \cdot 1\ 041\ 000 = 260\ 250 \text{тг.}$$

Расходы на материалы и запасные части составляют 0,5 % в год от суммы капитальных затрат

$$Р_м = 0{,}005 \cdot К, \quad (5.9)$$

$$Р_м = 0{,}005 \cdot 1\ 041\ 000 = 5\ 205 \text{тг.}$$

Затраты на электроэнергию рассчитаем по следующей формуле:

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

где W – потребляемая мощность станций, W = 10 кВт;
T – количество часов работы оборудования в год, 8760;
S – стоимость киловатт-часа электроэнергии, S =23,5 тг/кВт час.

$$Р_{эл} = 10 \cdot 8760 \cdot 23{,}5 = 2\ 058\ 600 \text{тг.}$$

Накладные расходы составляют 70 % от основных расходов

$$Р_{накл} = 0{,}7 \cdot Р_{осн} \quad (5.11)$$

Накладные расходы определяются по формуле:

$$Р_{накл.} = 0,7(ФОТ + С_н + А + Р_м + Р_{эл}), \quad (5.12)$$

$Р_{осн.}$= 5 928 000 +586 872+ 260 250+5 205+2 058 600= 8 838 927тг.

$$Р_{накл} = 0,7 \cdot 8\ 838\ 927 = 6\ 187\ 249тг.$$

Годовые эксплуатационные расходы:

$$Э_{год} = Р_{накл.} + А + Р_{эл} + Р_м + ФОТ + С_н, \quad (5.13)$$

$Э_{год}$= 6 1870249 + 260 250 + 2 058 600+ 5 205 + 586 872+ 5 928 000 = 15 026 176 тг.

Расчеты эксплуатационных расходов сведем в таблицу 5.5

Таблица 5.5 - Эксплуатационные расходы

Статьи затрат	Сумма затрат, тенге
Фонд оплаты труда	5 928 000
Социальный налог	586 872
Амортизационные отчисления	260 250
Расходы на материалы и запасные части	5 205
Расходы на электроэнергию	2 058 600
Накладные расходы	6 187 249
Итого	15 026 176

5.5 Доходы и экономическая эффективность

Годовая сумма доходов

$$Д = Q \cdot Ц_{ак} \cdot k, \quad (5.14)$$

где Q –количество потоков, 50;

$Ц_{ок}$-цена одного потока Е1,90000тг/мес; [13]

k - количество часов в году на сдачу каналов в аренду.

Определим доход от аренды каналов в год

$$Д = 50 \cdot 90000 \cdot 12\ 0,30 = 16\ 200\ 000\ тг.$$

Чистый доход от хозяйственной деятельности определяется по формуле

$$ЧД = Д \cdot Э_{год}, \quad (5.15)$$

$$ЧД = 16\ 200\ 000 – 15\ 026\ 176 = 1\ 173\ 824 тг.$$

Налог с прибыли (20% в бюджет) рассчитаем по формуле

$$Н_п = 0,2 \cdot ЧД, \quad (5.16)$$

$$Н_п = 0,2 \cdot 1\ 173\ 824 = 234\ 765 тг.$$

Чистая прибыль предприятия

$$ЧП = ЧД - Н_п, \quad (5.17)$$

$$ЧП = 1\ 173\ 824 – 234\ 765 = 939\ 059 тг.$$

Коэффициент общей (абсолютной) экономической эффективности капитальных вложений

$$Е = ЧП/К, \quad (5.18)$$

$$Е = 939\ 059/1\ 041\ 000 = 0,9$$

Период окупаемости для проекта

$$Т = К/ЧП = 1/Е, \quad (5.19)$$

$$Т = 1/0,9 = 1,1 \text{ года}$$

Таблица 5.4 – Экономические показатели проекта до дисконтирования

Наименование показателя	Величина
Капитальные затраты, тг.	1 041 000
Годовая сумма доходов, тг.	16 200 000
Чистый доход, тг.	1 173 824
Чистая прибыль, тг .	939 059
Коэффициент экономической эффективности	0,9
Срок окупаемости, лет	1,1

5.6 Расчет показателей эффективности инвестиций

При анализе инвестиционных проектов используются следующие показатели эффективности инвестиций:

- чистая приведенная стоимость проекта (NPV);
- дисконтированный срок окупаемости инвестиций (DPP).

Чистая приведенная стоимость проекта

NPV - это разность между текущей стоимостью денежных поступлений по проекту или инвестиций и текущей стоимостью денежных выплат на получение инвестиций, либо на финансирование проекта, рассчитанная по фиксированной ставке дисконтирования. Значение NPV можно представить как результат, получаемый немедленно после принятия решения об осуществлении данного проекта, так как при расчете NPV исключается воздействие фактора времени, то есть если значение показателя:

-NPV > 0 – проект принесет прибыль инвесторам;

-NPV = 0 – увеличение объемов производства не повлияет на получение прибыли инвесторами;

-NPV < 0 – проект принесет убытки инвесторам.

NPV рассчитывается по формуле:

$$NPV = \sum \frac{PV_i}{(1+\mathrm{E})^i} - I_0 \qquad (5.20)$$

PV1= 939 059/$(1 + 0{,}2)^1$= 782 549 тг.

PV2=939 059/$(1 + 0{,}2)^2$= 652 124 тг.

где E – норма дисконта, равная 20%;

I_0 – сумма первоначальных затрат, т.е. сумма инвестиций на начало проекта – 721 000 тг.;

i – количество периодов

$$NPV = 782\,549 + 652\,124 - 1\,041\,000 = 393\,673.$$

Индекс рентабельности (доходности) инвестиций (PI). Индекс рентабельности представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине инвестиционных затрат. Индекс рентабельности (PI) рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{i=l}^{n} \frac{PV_i}{(1+E)^2} / I_0, \qquad (5.21)$$

Очевидно, что если: PI> 1, то проект следует принять;

PI< 1, то проект следует отвергнуть;

PI = 1, то проект прибыльный, не убыточный.

PI =393 673 /782 549= 0,5

Логика критерия PI такова: он характеризует доход на единицу затрат. В

отличие от чистого приведенного эффекта индекс рентабельности PI является относительным показателем.

5.7 Дисконтированный срок окупаемости инвестиций

DPP является одним из наиболее распространенных и понятных показателей оценки эффективности инвестиционного проекта.

Дисконтирование, по сути, характеризует изменение покупательной способности денег, то есть их стоимости, с течением времени. На его основе производят сопоставление текущих цен и цен будущих лет.

Рассматривая механизм формирования показателя периода окупаемости, следует обратить внимание на ряд его особенностей, снижающих потенциал его использования в системе оценки эффективности инвестиционных проектов.

Дисконтированный период окупаемости определяется по формуле

DPP = t, при котором PtI;

где P_t – чистый денежный поток доходов.

Коэффициент дисконтирования или барьерная ставка это показатель, используемый для приведения величины денежного потока в n-периоде оценки эффективности инвестиционного проекта, другими словами ставка дисконтирования это процентная ставка, используемая для перерасчета будущих потоков доходов в единую величину текущей стоимости.

Дисконтированный период окупаемости для проекта

$$T = 1+\frac{1\,041\,000-782\,549}{782\,549} = 1{,}33 \text{ года} \qquad (5.22)$$

5.8 Оценка результата

В первый период эксплуатации модернизированного участка возможны некоторые риски предприятия при ухудшении экономической ситуации в Республике Казахстан, недобросовестности и низкой квалификации работников, при резком ухудшении технического состояния трассы или качества передачи. Это возможно также при неоплате аренды каналов со стороны арендаторов или при неустойчивом спросе на предоставляемые услуги связи.

В заключение можно отметить, что несмотря на возможные риски предприятия, расчетный срок окупаемости данного проекта составляет 1,33 года, что не превышает нормативных показателей.

Заключение

В настоящее время темпы развития космической отрасли очень высокие, и уже давно стало ясно, что исследования и использование космического пространства немыслимы без широкого и взаимовыгодного международного сотрудничества. Во многом благодаря сотрудничеству появилась возможность разработать и создать долговременные обитаемые научные станции и лаборатории на околоземной орбите, с помощью которых человечество получило возможность значительно расширить научно-исследовательскую деятельность в космическом пространстве. Сейчас нашей главной задачей остается обеспечение сбалансированного развития существующих космических систем, а также комплексов нового поколения, использование для них современной проектной базы, наземной инфраструктуры, которые обеспечат их эффективное применение для решения на требуемом уровне задач в интересах науки и социально-экономической сферы государства.

При выполнении дипломной работы рассмотрен анализ средств, используемых в космической технологии, историю развития устройств исследования космоса. Проведен теоретический расчет линии дальнего Космоса и энергетики спутниковой линии связи Алматы - IntelSat - Лондон. Кроме этого проведен экономический расчет окупаемости проекта и разработаны мероприятия по охране безопасности и жизнедеятельности.

Список условных сокращений

АЛС - Автоматическая лунная станция
АМС - Автоматическая межпланетная станция
ИСЗ - Искусственный спутник Земли
КА - Космический аппарат
СВЧ - Сверхвысокая частота
ЭВМ - Электронная вычислительная машина

Список литературы

1 Поляков В.Т. Посвящение в радиоэлектронику - М: Радио и связь, 1988 г. - С . 317- 347.

2 Клочковская Л.П., Закижан З.З. Организация и технология оказания спутниковых и радиорелейных услуг телекоммуникационных компаний. Методические указания к выполнению практических занятий - Алматы: АИЭС, 2010 г. - С .5-18.

3 Клочковская Л.П, Самоделкина С.В. Организация и технология оказания спутниковых и радиорелейных услуг телекоммуникационных компаний. Сборник задач - Алматы: АУЭС, 2013 г. - С. 26-31.

4 Клочковская Л.П, Самоделкина С.В. Организация и технология оказания спутниковых и радиорелейных услуг телекоммуникационных компаний Методические указания к выполнению расчетно - графических работ - Алматы: АУЭС, 2011 г. - С. 9-15.

5 Евсеенко Г. Н. Цифровые системы передачи: Учебное пособие - Ростов-на-Дону: 2009. - С 86 - 100.

6 Дюсебаев М.К. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах для студентов всех форм обучения. - Алматы: АИЭС, 2009 г. - С. 27-30.

7 Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Расчет производственного освещения» для всех специальностей. – Алматы: АИЭС, 2009 г. - С. 20-31.

8 Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды. - М.: Радио и связь, 2009 - С. 45- 65.

9 Волков О.И. Экономика предприятий связи- М.: Экономика 2011 - С. 11-27.

10 Стоимость оборудования.URL:http://www.ebay.com(дата: 30.05.2016).

11Средняя зарплата технического отдела.URL: http://mojazarplata.kz/main/zarplatny-kalqkuljator (дата : 30.05.2016).

12 Тарифы на связь. URL: http://almatytarif.kz (дата : 30.05.2016).

13 Аренда помещений. URL: http://www.krisha.kz (дата : 30.05.2016).

Приложение А
Расчет в программе Mathcad 2014

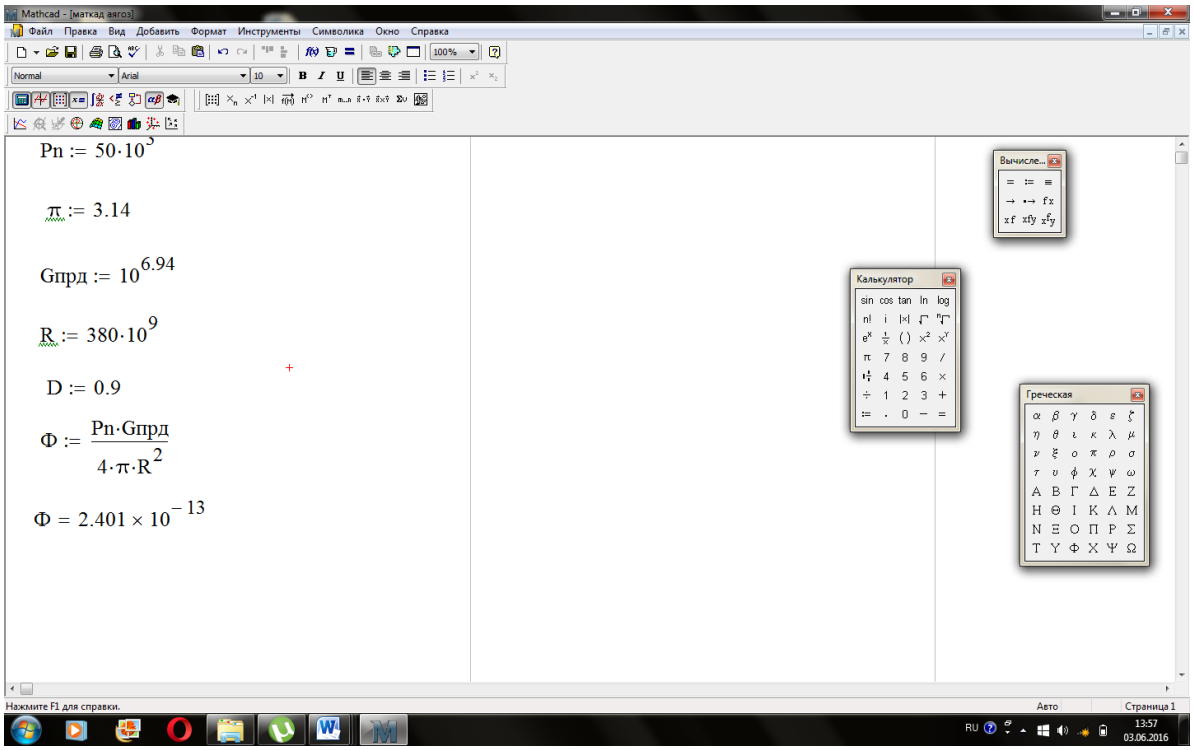


Рисунок А1- Плотность потока мощности сигнала ,принимаемого антенной

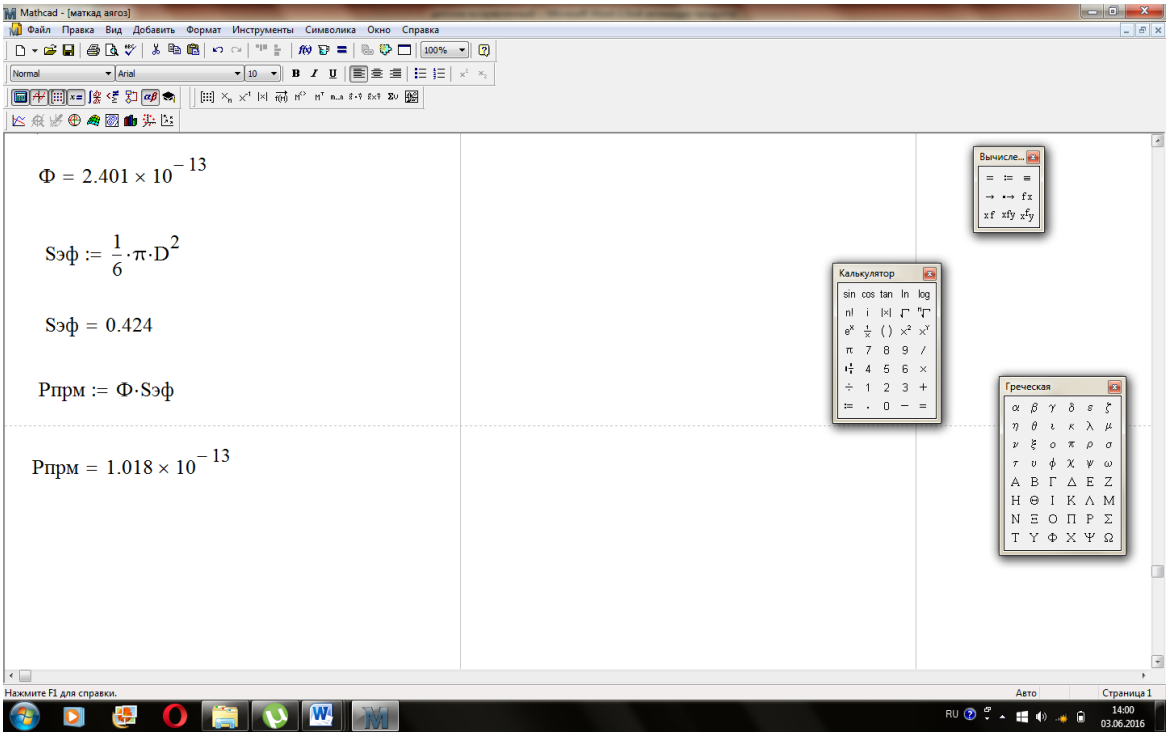


Рисунок А2 - Мощность, принимаемая антенной, эффективная площадь которой $S_{эф}^{прм}$

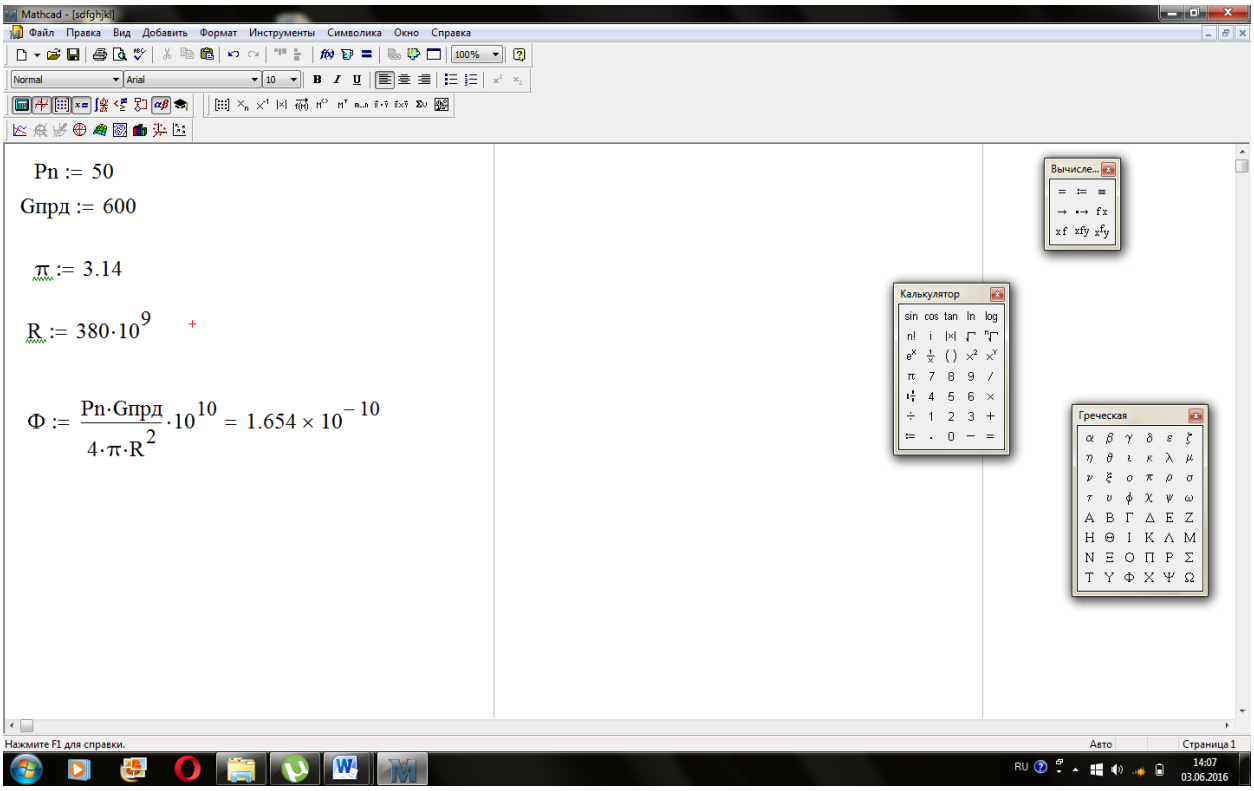


Рисунок А3 - Плотность потока мощности сигнала ,принимаемого антенной