### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

#### Некоммерческое акционерное общество АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

#### кафедра Автоматической электросвязи

«Допущен к защите»		
Заведующий кафедрой АЭС		
Чежимбаева К.С., к.т.н., доцент		
(Ф.И.О., ученая степень, звание)		
« <u></u> »	20_	_ г.
(подпись)		

# дипломный проект

На тему: <u>//р</u> и	γωρομάς ελήτω	queberi etaju	f Use-Asosogener
Janoergruce	e. (/	·····	
Специальность	FB 141011		
Специальность	<u> 010041900</u>		
Выполнил (а)	DENICOL B. A. (Фамилия	(	CTK-11-60
	(Фамилия	и инициалы)	группа
Научный руког	водитель <u> Марига</u>	ucha U.A.	14.00
		(Фамилия и инициалы,	ученая степень, звание)
Консультанті	ы:		
по экономичесь			
	Badur AA		
lan	(Фамилия и инициалы, у (2006) « ВС »	ченая степень, звание)	<i>6</i> _
(додин	((CCC) ((OCC))	ecceil 20/	<u>/_</u> r.
v	і жизнедентельності	ι:	
או דו	Trola Tr NEW	ONINT	
$\frac{q_{1}q_{2}}{2}$	(Фамилия и инициалы, у	ченая степень, звание)	
(Dico	7. Говы Т.С., к.Т. і/ (Фамилия и инуциалы, уч. 3.—— « «Х»	cci 20/	<u> </u> /r.
(подпись)			
по применению	вычислительной тех	сники:	
Silywonogeba	K.X. K. M.H. RPOQ	peccop	
1	(Фамилия и инициалы, уч	еная степень, звание)	
inguiates-	К. Х. к. м. н. прод (Фамилия и инициалы, уч. « 04 »	<u> </u>	<u>_</u> <u>r</u> .
	- 2/2/	. <i>Д. Д. Д.</i> ния и инициалы, ученая	· // /6
Нормоконтроле	Dy	b to J' ''	crarrett anaura)
	<u>ኝ « // »</u>		7 <sub>Γ</sub> .
(подпис	·)		
Рецензент:			
	`	ициалы, ученая степень	•
		20_	Γ.
(подпись)			

Алматы 2014 г.

## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

# Некоммерческое акционерное общество АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет	Радиотехники и связи
Специальность	5В071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации
Кафедра	Автоматической электросвязи
<u>-</u>	
	D 4 T 4 T 1 T 1 T
	ЗАДАНИЕ
н	а выполнение дипломного проекта
Common Carre	and Boson him to Buckey
Студент <u>у жил</u>	цев Высими нежений вись (фамилия, имя, отчество)
Тема проекта /	Company of the interior
116 America	and janeteyraile
The first way	The state of the s
утверждена пр	иказом ректора № 115 от «24» сентября 2013 г.
	онченной работы « <u>35</u> » <u>195</u> 20,4 г.
Исходные да	нные к проекту требуемые параметры результатов
проектировани	я (исследования) и исходные данные объекта
I lucio crip	ranil
i Tun opsier	
s Bucero upo	LUCTOT
4 Dineragin	tactor
5. Rungogningali	LIXETOT LA GAULIERUD GERTERULA ,
E SO DEFRIGAÇÃO	, (/
	BLEKÉ KOCTYKO
_	ежащих разработке дипломного проекта вопросов или
<u> </u>	ание дипломного проекта:
1. August 10	u Nacragoaco reagon foresamos raqueralance
ragner.	pagolodis gos recessores cora
	Winderland and recorded cord
3 punguru u	ορέμα κοετριθέμαν (19
4 3/4/2000	mi pouvet custimus bisi chiqu
2 Sign Coll all	class glyn growings
6 HENRY MYKEL	u enviole & currena nocumentia che
	unstrena gradus esercianes e armonografia
8. Faceet aug	ii .
A Pore cer Lu	requested aga gallielle

# $\Gamma \ P \ A \ \Phi \ U \ K$ подготовки дипломного проекта

No	Наименование разделов, перечень	Сроки	Примечание
$\Pi/\Pi$	разрабатываемых вопросов	представления	
	- "	руководителю	
Ĺ	Amend og agoor lyng 1920	15 08-01 1013	EBUKO MUU
	Nive ett eg ujeoretyre igere		
1	Pring worky plantite QUE	0416-21 11.13	BOLICE LEPOLO
	neospecuico Bong semblet carpe		<b>,</b>
خ	οργημικά ο εκένο πουγρομείος Προγραμικά ο εκένο πουγρομείος Το 9	S1.12.13 - 11.01.14	
4	Ansperiational present engine	11,01.14 St. CA.	Elano, (kenc)
_25	There was the granger grant	1.92 - 08 03 19	Convinue
ζ.	Green wyswel	OS. US 21.USIN	
¥	Facuer byene na janegrama Pacaer byene ne grygnamus obegn	2103 13 05 %	lover year
ر}.	Proget bys. we we frage wine	B. 08 - 23 05 14	Carv. usina
	chigi 3 10		
	7		
			tributilities and the later an
<del>,</del>			

Дата выдачи задания «»	20 r.
Заведующий кафедрой	
(подпись)	(Фамилия и инициалы)
Руководитель	Municipala W. A.
(подпись)	(Фамилия и инициалы)
Задание принял к исполнению студент	Denneed BK
(подпись)	(Фамилия и инициалы)

#### Андатпа

Бүл диплом жобасында халықаралық корпоративтік байлаііыс жүйссі қарастырылады. Осы моселе дамыган нарықтық жағдайышдагы бизнес саласында сеыімді сандық байланыс қажеттілігімен байланысты түсіндіріледі. Жобаның негізгі міндеті — Алматыдан тартылған радиожеліні арқылы отетін тікелсй халықаралық байланыс арнасына жеткізу.

Қарастырылған міндетті жүзеге асыру үшіІІ жобада жолсеріктік скі аралық өткіннен және ІКТ қызмст сту аймагынан түратыи жолсеріктік желі жоне радиорелейлік желінің өлпіемдері қарастырылады. Сондай-ақ, еңбекті қоргау жаіудайлары меп орындаушылардың өмірлік әрекетінің қажеггі корсеткіштеріне сесптелген бизнес-жоспар да құрылған.

#### Аннотация

В данном дипломном проекте рассматриваются вопросы построения межгосударственной корпоративной системы связи и ее качественные показатели. Это обусловленно тем, что в условиях развивающегося рынка, как в сфере бизнеса, необходима надежная цифровая сеть связи. Задача проекта — разработать сеть связи от Алматы до прямых международных каналов связи.

В проекте рассчитываются параметры спутниковой линии, радиорелейной линии, и зону обслуживания IRT. Расматриваются вопросы охраны труда и экологии, проведены технико — экономические расчеты подтверждающие верность решений.

# Содержание

== • \(\tau_{\text{*}}\)	7
1 Анализ существующего положения	8
1.1 Иле-Алатауский государственный национальный парк	8
1.2 История создания спутниковой связи 1	0
1.3 Отечественные разработки	0
1.4 Зарубежные разработки	2
1.5 Развитие спутниковой связи в Республике Казахстан 1	4
1.6 Система Aloha 1	7
1.7 Наземный сегмент 1	8
1.8 Частотные свойства	20
1.9 Зарубежные спутниковые сети	22
2 Выбор оборудования для построения спутниковой связи	6
2.1 Системная архитектура	6
2.2 Принципы и схема построения СУ	
2.3 Характеристики антенны BT2-5 «Вымпел»	
3 Энергетический расчет спутниковой связи 4	
3.1 Уравнения связи для двух участков	
3.2 Прохождение сигналов в системах космической связи	
3.3 Расчет ослабления уровня сигнала в атмосфере	
3.4 Расчет ослабления уровня сигнала, в зоне дождя	
3.5 Расчет шумов	
3.6 Расчет мощностей передатчиков       5	
3.7 Расчет электромагнитной совместимости 2-х спутниковых систем. 5	
3.8 Расчет РРЛ прямой видимости       6	
3.9 Построение профилей пролетов и определение минимального	,,
просвета	54
3.10 Расчет запаса на замирание	
3.11 Расчет времени ухудшения связи из-за дождя	
3.12 Расчет времени ухудшения связи, вызванного субрефракцией	,
	57
3.13 Расчет времени ухудшения связи из-за многолучевого	, ,
	Q.
4.1 Меры безопасности при монтаже и эксплуатации антенны	
4.3 Расчет искусственного освещения       7         4.4 Помента 5 година       7	
4.4 Пожарная безопасность	
4.5 Расчет защитного заземления.       7         5 Ганала в пом.       2	
5 Бизнес план	
5.1Сущность проекта	
5.2 Характеристика проекта	
5.3 Организационный план 8	ίl

5.4 Доходы компании	86
Заключение	89
Список литературы	90

Спутниковая связь — один из видов радиосвязи, основанный на использовании искусственных спутников земли в качестве ретрансляторов. Спутниковая связь осуществляется между земными станциями, которые могут быть как подвижными, так и стационарными.

Возможность передачи информации с помощью искусственных спутников Земли (ИСЗ) появилась в 1957 г. после запуска в нашей стране первого ИСЗ. Успешный вывод на орбиту первых связных ИСЗ в 1960 - 1962 гг. послужил основой для развития теории и практики спутниковой радиосвязи и положил начало созданию нового типа линий дальней радиосвязи.

Высокие экономическо-технические результаты определили широкое внедрение в коммерческую эксплуатацию большого числа различных систем спутниковой связи (ССС). К концу 1985 г. только на геостационарной орбите (ГО) действовало более 110 спутников связи. Были созданы международные системы («Интелсат», «Интерспутник», «Инмарсат»), национальные системы в десятках государств мира и региональные ССС для групп государств.

Первая в мире национальная ССС начала создаваться в СССР в 1965 г., когда впервые был осуществлен обмен телепрограммами между Москвой и Владивостоком через ИСЗ «Молния».

Сегодня спутники связи - неотъемлемая часть нашей повседневной жизни и трудно представить нашу деятельность без них. Все страны мира связаны телефонной, факсимильной и телексной связью.

# 1.1 Иле-Алатауский государственный национальный парк

Национальный парк находится к югу от г.Алматы в горах Заилийского Алатау. Парк длиною с запада на восток на 120 км., а в ширину достигает 30 км. Общая территория национального парка 164,4 тыс.га. На разных участках его границы непосредственно соприкасаются с чертой города. Территория парка находится в пределах абсолютных высот от 1.2 до 5 километров и включает в себя полный набор ландшафтов вертикальной зональности: степные горы, леса тяньшанской ели, леса лиственные, дикие плоды, альпийские луга и ледниковые горы. Все это можно увидеть на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 - Иле-Алатауский государственный национальный природный парк. Вид со спутника.

При разработки любых работ для национальных парков на территории Казахстана необходимо учитывать некоторые их особенности в сравнении с принятыми в мировой практике. Особенности связаны с резким недостатком рекреэционно-благоприятных территорий, что позволило в прошлом использовать уникальные природные ландшафты для организации массового отдыха населения, туризма и лечения.



Рисунок 1.2 - Схема дорог и троп

Не является исключением и Иле-Алатауский национальный парк, на территории которого расположены места отдыха на 7,3 тыс.мест, в т.ч. крупный горнолыжный комплекс Чимбулак, всемирно известный высокогорный каток Медео. Проектом создания парка предусматривается возможность увеличения емкости рекреационных мест отдыха до 22,6 тыс. В основном это места спортивно-оздоровительного профиля - туристические лагеря, альпинистские базы и приюты.

Кроме всего этого, пределах сохраняется национальная хозяйственная деятельность летний выпас скота. сенокошение, ограничиваемые в соответствии с научно обоснованными нормами. Основные цели Иле-Алатауского национального парка:

- сохранение природных комплексов в целом (приоритетная цель);
- создание условий для ведения рекреационной и традиционно хозяйственной деятельности, не превышающей научно обоснованных норм;
- выполнение мероприятий по сохранению и восстановлению типичных редких и исчезающих в природе объектов в условиях регулируемого природопользования с мониторингом и научными исследованиями.

В пределах национального парка произрастает 104 вида растений, представленных 35-ю семействами, из них 42 вида лекарственных растений и 7 явно исчезающих. Обитает 43 вида млекопитающих, в том числе снежный

барс, занесенный в Красную книгу МСОП, 9 видов занесенных в Красную Книгу Республики Казахстан. Водится 2 вида земноводных, 7 видов пресмыкающихся, 8 видов рыб, 172 вида птиц, из которых 8 занесены в Красную Книгу. Археологами раскопано и описано 42 памятника исторической культуры, в том числе 23 курганов и могильников, 6 каменных изваяний, 6 комплексов наскальных рисунков, 8 городов и поселений разных эпох.

В пределах национального парка находится 20 памятников посвященных природе и уникальным природным комплексам. Несомненно, большую экологическую, историческую, научную и эстетическую ценность выражают естественные природные ландшафты Заилийского Алатау.

Основой планировочной организации национального парка является формирование системы различных взаимосвязанных природных и рекреационно-хозяйственных комплексов, базирующихся на специфических особенностях использования и распределения территории. При планировке парка на первое место поставлены задачи охраны сложившихся естественных ландшафтов и удовлетворения потребностей населения в отдыхе и туризме. За основу архитектурно-планировочного решения принято функциональное зонирование и исторически сложившаяся система расселения.

#### 1.2 История создания спутниковой связи

Минувшие тридцать лет характеризуются большим ростом объема передаваемой информации, увеличением скорости ее передачи. Появилось множество новых услуг, значительно выросло количество пользователей. Эти явления очень тесно связаны друг с другом; к примеру тот случай, когда спрос рождает предложение, и наоборот.

В 1945 году в статье «Внеземные ретрансляторы» («Extra-terrestrial Relays»), опубликованной в ноябрьском номере журнала «Wireless World», английский писатель, ученый и изобретатель Артур Кларк вывел в свет идею создания системы спутников связи на геостационарных орбитах, которые могли бы организовать глобальную систему связи. Впоследствии Кларк на вопрос, почему он не запатентовал изобретение (что было вполне возможно), ответил, что не поверил в возможность создания подобной системы при своей жизни, а также думал, что подобная идея должна приносить пользу всему миру.

Первые исследования в области спутниковой связи начали появляться во второй половине 60-х годов 20-го века. Поводом к ним послужили выросшие потребности в трансатлантической и трансконтинентальной телефонной связи.

#### 1.3 Отечественные разработки

Как всем известно, в Советском Союзе в начале 1965 г. была изобретена и введена в эксплуатацию система спутниковой связи "Молния-1", и так же в честь этой разработки назвали спутник. Эта система позволила организовывать связь Москвы (станции в Медвежьих Озерах и Щелково) с районами Дальнего Востока (станции в Уссурийске и Петропавловске-Камчатском), Сибири (станция в Улан-Удэ), Средней Азии (станция в районе озера Балхаш).

В системе "Молния-1" передавались программы телевиденья (ТВ) и радиовещания (РВ), полосы газет, а также производились телефонные и телеграфные связи с обозначенными районами. К концу 1967 г. в стране были введены еще 20 станций, которые с предыдущими станциями образовали первую в мире систему распределения телевидения "Орбита" (главный конструктор Н. В. Талызин, НИИР). Система расширялась, количество станций вырастало, и с учетом разницы во времени в часовых поясах в дальнейшем была разработана под руководством этого же конструктора распределительная система телевизионного вещания "Москва", в которой использовались спутники "Горизонт", "Экран" и "Экспресс".

Рассмотрим изначальное время создания системы "Молния-1". При ее создании энергетика радиолинии была рассчитана с небольшим запасом, что позволяло создавать и параллельно ввести в работу систему спутниковой связи "Корунд" и комплекс "Ручей". Эти средства расматривались в интересах обороны государства для организации телефонных и телеграфных связей с военными, расположенными в любом месте страны, а также для передачи сигналов оповещения. Заработали ретрансляторы тех же спутников "Молния-1" на основных и сопряженных витках, работа производилась через один ствол параллельно, с частотным разносом.

Такого рационального использования средств, Америка, достичь не могла, так как мощность ретрансляторов на американских спутниках была 6...8 Вт, а на советских - 40 Вт. Это преимущество в энергетике радиолинии разрешило конструкторам СССР снова удивлять мир созданием в 1973 г. переносимой и самолетной станций "Контакт" для телефонной связи во время визитов и перелетов администрации страны.

Советские инженеры, опередив американских специалистов, первыми в мире, в 1974 г., создали переносимую станцию МАРС для передачи ТВ изображения и звука в реальном масштабе времени из уголков, где не было стационарных станций спутниковой связи (конструктор С. В. Бородич, НИИР). Станция использовалась для трансляции ТВ репортажей во время стартов космических кораблей или показа других важных событий, происходящих как в стране, так и за рубежом (в Индии, на Кубе, в Болгарии и др.).

В СССР государственная система спутниковой связи "Молния-1"

работала в диапазоне 800...1000 МГц. Однако, в соответствии с Регламентом радиосвязи, принятым Международным союзом электросвязи, этот диапазон не годился для спутниковой связи, а был разработан для фиксированной подвижной связи, для работы в радиовещательной и радиолокационной службах, а также для воздушной радионавигации. Поэтому государственную систему спутниковой связи хотели перевести на другой диапазон. Для этого была произведена очень огромная работа. Были созданы новые и переобустроены новой аппаратурой действующие наземные станции, и всебез перерыва телевизионного и радиовещания, телефонной и телеграфной связи. Был разработан новый ретранслятор, работающий в диапазоне 4/6 ГГц, и модернизирован спутник. Все это позволяло расширять возможности спутниковой связи, создавать на спутнике многоствольные ретрансляторы.

Переход государственных систем спутниковых связей в новый диапазон начался в 1971 г., с выходом на высокоэллиптическую орбиту спутника "Молния-2" с двуствольным ретранслятором, работающим в диапазоне частот 4/6 ГГц, что можно и посчитать началом создания в СССР новейшей государственной системы спутниковой связи, работающей в наиболее перспективном диапазоне частот.

В июле 1973 г. был введен в работу трехствольный ретранслятор на спутнике "Молния-3", имеющий также высокоэллиптическую орбиту. Такие высокие орбиты (в апогее около 40 тыс. км) очень хороши для организации связи на территории огромной республики, так как зона радиовидимости с такого спутника охватывает все пространство Советского Союза и всю северную полярную область Земли. Получить такую же зону радиовидимости со спутников, находящихся на геостационарной орбите на любых точках над экватором, невозможно.

С вводом в работу многоствольного спутника "Горизонт", выведенного на геостационарную орбиту в 1975 г., закончилось создание новой системы спутниковой связи в Советском Союзе. Система была названа по имени спутника - "Горизонт".

Первые спутники системы находились в точках стояния над экватором 15° з. д.; 36° и 81° в. д. На каждом спутнике было по шесть стволов, работающих в диапазоне 4/6 ГГц, и один ствол в диапазоне 11/14 ГГц, ширина полосы частот каждого ствола - 36...40 МГц. Вскоре на спутнике "Горизонт" был поставлен ствол ретранслятора, работающий в диапазоне 1,5/1,6 ГГц, для организации связи с передвижными объектами или не большими станциями, а также между ними.

В 1976 г. был выведен на геостационарную орбиту спутник "Экран" с точкой стояния над экватором 98° в. д., который позволял создавать зону непосредственного телевизионного вещания в районах Урала и Западной Сибири. Изначально разработка ретранслятора этого спутника происходила при непосредственном участии В. А. Шамшина (НИИР) [5].

Ретрансляторы на этих спутниках - гетеродинного типа, сигналы в них усиливаются в основном на промежуточной частоте (обычно 70...120 МГц). Через каждый ствол ретранслятора может быть передача одной ТВ

программы со звуковыми сопровождениями или несколькими несущих для передачи телефонной или иной информации.

#### 1.4 Зарубежные разработки

20 августа 1964 г. одиннадцать стран подписали договор о создании международной организации спутниковой связи Intelsat (International Telecommunications Satellite organization), но СССР в то число не входил. 6 апреля 1965 г. в рамках этой программы был запущен первый коммерческий спутник связи Early Bird («ранняя пташка»), разработанный корпорацией СОМSAT.

С помощью данной системы в 1987 г. организовывалось около двух третей международных каналов спутниковой связи, а в настоящее время около одной трети. В соответствии с разработанной системой построения схемы на геостационарной орбите размещалось девять рабочих спутников ИНТЕЛСАТ в этих точках над экватором: 1°; 18,6°; 21°; 24,6° з. д. и 61°; 62°; 67°; 175°; 180° в. д.

В 1981 г. разрабатывается международная система морской спутниковой связи ИНМАРСАТ. Эта организация предназначена для осуществлений связи морских кораблей с берегом, передачи оповещений и сведения о погоде, передачи с судов экстренных сообщений и сигналов о помощи, а также для определения местонахождения корабля.

ИНМАРСАТ доработана была c целью расширений возможностей организации связи и навигации не только в интересах морских кораблей, но и самолетов. Система может организовывать глобальную связь с кораблями и самолетами (за исключением находящихся в полярных областях) с высокой степенью надежности. С 1985 г. система оснащается спутниками второго поколения типа "Мареке" и ИНМАРСАТ-2 геостационарной орбите в семи точках над экватором. Через спутник ИНМАРСАТ-2 можно произвести одновременно 250 телефонных разговоров в направлении корабль - берег и до 125 разговоров в обратном направлении. Работа с техникой частичного подавления несущей в разговорных паузах может удвоить число телефонных каналов в направлении берег - корабль благодаря понижению потребления мощности от источника энергии спутника.

Связь в направлениях берег - спутник - корабль организовывается следующими образами: прием сигнала на спутнике ведется в диапазоне 6 ГГц, передача со спутника - в диапазоне 1, 56 ГГц; в противоположном направлении прием на спутнике ведется в диапазоне 1, 6 ГГц, передача - в диапазоне 4 ГГц.

Международная организация ИНМАРСАТ с 1 апреля 1999 г. реорганизована: она была разделена на акционерную компанию и межправительственный орган, который будет наблюдать за тем, чтобы

ИНМАРСАТ продолжила выполнять свои условия перед обществом, в частности, организовывать функционирование глобальной системы морской безопасности.

Европейская спутниковая система ЕВТЕЛСАТ начала регулярную работу с января 1984 г., после вступления в силу Конвенции и Эксплуатационного соглашения. В состав компании входят более двадцати трех европейских государств. Система работала через три спутника типа ECS геостационарной орбите, организовывала И передачу факсимильных сообщений, конференцсвязи, а также передачу ТВ программ. Один спутник серии ECS мог осуществить ретрансляцию до двенадцати телефонных разговоров и четырех телевизионных программ. Телефонные каналы организовываются цифровом формате В интерполяцией речевых сигналов. Система работает c временным разделением каналов.

К сегодняшнему времени система ЕВТЕЛСАТ значительно расширилась, имеет спутники типа Eutelsat в 10 точках над экватором, которые потихоньку заменяются спутниками связи типа W и шведскими Sinus.

#### 1.5 Развитие спутниковой связи в Республике Казахстан

На сегодняшний момент свободный частотно-орбитальный ресурс геостационарной орбиты в диапазонах частот С (4/6 ГГц) и Кu (11–12/14 ГГц), выделенных фиксированной и радиовещательной спутниковой радиосвязи, практически несуществует из-за наличия огромного количества действующих геостационарных спутников и большого числа заявок от администраций стран-членов Международного союза электросвязи на новейшие системы спутниковой связи и вещания в этих службах, находящихся на рассмотрении в Бюро радиосвязи Международного союза электросвязи. Проблема нехватки частотно-орбитального ресурса сегодня все больше затрагивает и действующие геостационарные сети. В тяжелой помеховой обстановке, сложившейся из-за перегрузки геостационарной орбиты спутниками фиксированной спутниковой связи, увеличились случаи происхождения взаимных помех между сетями различных администраций, что преграждает нормальной работы части частотно-орбитального ресурса на действующих спутниках.

В результате получение частотного ресурса для созданий и развитий сетей связи и вещания представляет большую проблему, а в ряде случаев является основной преградой для развития большинства проектов в области связи и вещания.

Казахстан также столкнулся с большой проблемой выделения под свою юрисдикцию оптимальной орбитальной позиции в традиционных С и Ки диапазонах, в заявленных точках частотно-орбитальный ресурс для

казахстанских спутников связи существенно ограничен.

Поскольку возможность продуктивной координации и размещения на орбите новых спутниковых систем в этих диапазонах практически невозможен, приобрели актуальность освоение и использование диапазона Ка (20/31 ГГц), в котором доступна существенно более широкая полоса частот. Кроме того в указанном диапазоне могут быть решены проблемы совмещения с радиоэлектронными средствами фиксированной спутниковой связи, требующими охраны от помех со стороны систем спутниковой связи и вещания, а также развития спутниковых систем для предоставления высокоскоростного доступа в Интернет и услуг мультимедиа корпоративным и индивидуальным клиентам.

Огромный рост сетей сотовой связи третьего поколения в Казахстане привел к значительному увеличению доли и объема трафика передачи данных в этих сетях и, как следствие, к необходимости организации широкополосных магистральных каналов к центрам коммутации.

Для больших городов эта задача решается с помощью оптиковолоконных линий связи. Однако в Казахстане существует довольно большое число населенных пунктов, расположенных на удаленных и труднодоступных территориях, куда прокладывать наземные магистральные каналы невозможно или экономически нецелесообразно. Выход заключается в организации магистральных каналов с использованием спутниковой связи.

Для целей регулирования радиосвязи с учетом электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств земной шар территориально условно разделен Международным союзом электросвязи на три района. Вся территория Республики Казахстан относится к первому району. Известно, что сетям фиксированной спутниковой связи в Ка-диапазоне Регламентом радиосвязи предоставлена широкая полоса частот (например, в 1-ом Районе 18,1–21,2 ГГц для линии вниз, 27–31 ГГц для линии вверх).

Причем в Ка-диапазоне ширина полосы частот выделенной для спутниковой связи составляет 3 ГГц, что в 6 раз шире по сравнению с полосой, выделенной в Ки-диапазоне — 500 МГц. Соответственно и количество транспондеров Ка-диапазона, которые можно вывести на орбиту на одном спутнике, существенно больше, чем в Ки.

Это позволяет создавать широкополосные многоканальные сети телекоммуникаций, конкурентоспособные с наземными волоконно-оптическими сетями, как по пропускной способности, так и по стоимости услуг.

Благодаря значительному частотному ресурсу Ка-диапазона и относительной незагруженности геостационарной орбиты в этом диапазоне могут быть эффективно решены задачи доставки больших объемов трафика на заданную территорию. Возможность формирования узких лучей и, следовательно, повторное использование частот позволяют многократно увеличить пропускную способность системы связи. Стоимость передачи единицы объема трафика в Ка-диапазоне оказывается примерно на порядок меньше, чем в более низкочастотных диапазонах.

В этой связи исследование возможности освоения Ка-диапазона для развертывания в Республике Казахстан высокоскоростных сетей телекоммуникаций и создания отечественного производства наземной аппаратуры спутниковой связи имеет большую актуальность.

В тоже время наряду с положительными сторонами Ка-диапазона нельзя не отметить и проблемы его использования. Самая серьезная - изменяющееся во времени ослабление сигнала на трассе распространения изза некоторых свойств земной атмосферы и влияния погодных условий, что может приводить к снижению надежности связи. Причинами ослабления сигнала в атмосфере являются:

- рассеяние и поглощение энергии электромагнитных волн газами атмосферы и водяными парами;
- рассеяние радиоволн на частичках пыли и флуктуациях плотности атмосферы;
  - поглощение в осадках (туман, дождь, снег, град) и облаках.

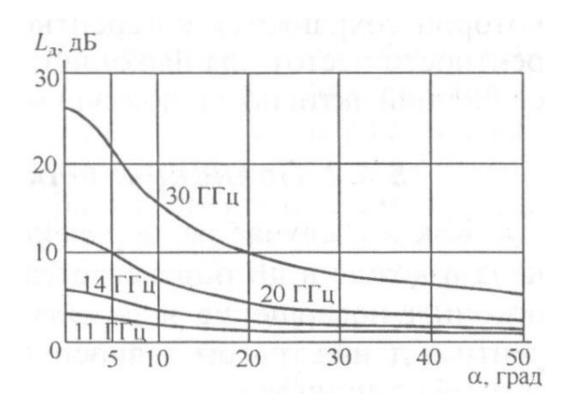
В настоящее время проблемы использования орбитально-частотного ресурса Ка- диапазона с учетом особенностей затухания в Ка- диапазоне связанных с климатическими условиями Казахстана, а также рынка потребителей, загруженности орбитально-частотного ресурса в С и Кидиапазонах в полной мере не решены.

Исследования, проводимые в Казахстане, имеют целью не только решение комплекса фундаментальных и прикладных проблем спутниковой связи в перспективных диапазонах частот, но и позволят дать оценку состояния и развития технологий и аппаратуры спутниковых систем телекоммуникаций, а также рекомендации по международно-правовой защите орбитально-частотного ресурса для спутниковой связи Ка- диапазона.

За счет ослабления сигнала в дожде возникают как долговременные, так и кратковременные прерывания сигнала, причем в радиолиниях "Земля-Космос" или "Космос-Земля" процент времени кратковременных прерываний сигнала за счет дождя не должен превышать 0,1% времени любого года.

Известно, что температура воздуха линейно уменьшается с высотой с градиентом —  $6^{\circ}$ С на километр. Например для территории Казахстана для лета принимается высота нулевой изотермы  $H_0 = 4$  км. Согласно климатическим условиям для территории Республики Казахстан интенсивность дождя равна 6 мм/ч.

Для этой величины экспериментально определось погонное поглощение радиосигнала  $\gamma_{\text{д}}$  в дожде для разных частот и вычислялось ослабление радиосигнала в дожде  $L_{\text{д}}$ . Результаты расчета ослабления сигнала  $L_{\text{д}}$  для разных частот представлены на рисунке 1.3.



*Рисунок 1.3* Ослабление радиосигнала в дожде при I = 6 мм/ч

Высокая направленность антенн в Ка-диапазоне облегчает создание сетей с узкими лучами спутника, что способствует уменьшению занятого сетью орбитально-частотного ресурса.

Также представляет интерес для исследования совмещение сервисов в сети VSAT (Very Small Aperture Terminal) массового обслуживания Кадиапазона широкополосного доступа в Интернет и одновременного приема на ту же антенну непосредственного спутникового вещания в Ки-диапазоне, требуется анализ особенностей технологий, оценка технико-экономической показателей предлагаемого решения с учетом технической эффективности спутниковых каналов связи.

Дальнейшее уменьшение размеров антенн наземных терминалов и переход к персональным ультрамалым терминалам USAT (Ultra Small Aperture Terminal) с диаметром антенн 60–70 см и менее, возможен в диапазоне частот 20/30 ГГц и в более высоких диапазонах частот при переходе к многолучевым антеннам с узкими парциальными лучами с высокой эквивалентно изотропно излучаемой мощности (ЭИИМ) на ретрансляторе космического аппарата. При выполнении требований по электромагнитной совместимости возможно создание сетей USAT и в диапазоне 11/14 ГГц.

Результаты исследований позволяют дать научное обоснование развития рынка телекоммуникационных услуг и вещания в Ка-диапазоне, создание производства наземных комплексов связи и вещания, а учетом перспективности развития рынка повышение экспортного потенциала страны.

#### **1.6** Система Aloha

Воздействие созданного в Гавайском институте в январе 1970-х протокола многочисленного доступа Aloha (знаменитого еще перед заглавием система Aloha) на формирование спутниковых и локальных сеток взаимосвязи тяжко переоценить.

В данной системе 3С пустили в ремесло пакетную передачу сообразно всеобщему спутниковому каналу. В случайный эпизод медли любая 3С имеет возможность отдавать только Вотан пакет. Так как спутнику сообразно отношению к пакетам отведена роль ретранслятора, постоянно, как скоро пакет одной 3С добивается спутника во время трансляции им пакета некой иной 3С, две передачи накладываются (интерферируют) и "рушат" приятель приятеля. Проистекает требующая разрешения конфликтная обстановка.

В согласовании с ранешным вариантом системы Aloha, знаменитой перед заглавием "незапятнанная система Aloha", ЗС имеют все шансы приступать передачу в случайный эпизод медли. Ежели спустя время распространения они слушают собственную успешную передачу, то заключают, будто избежали конфликтной ситуации (т.е. тем наиболее получают неплохую квитанцию). В другом случае они понимают, будто вышло совмещение (либо, существовать имеет возможность, действовал какой-никакой-или другой родник гула) и они обязаны подтвердить попытку передачи (т.е. получают никак не позитивную квитанцию). Ежели ЗС сходу ведь опосля прослушивания повторят собственные передачи, то наверное снова попадут в конфликтную обстановку. Потребуется другая операция разрешения инцендента для такого, чтоб завести хаотические задержки при повторной передаче, и разнести во медли вступающие в инцидент пакеты.

Другой вариант системы Aloha состоит в разбиении медли на отрезки - окошка, величина каких одинаковы объему 1-го пакета при передаче (ожидается, будто все пакеты имеют Вотан и тот ведь величина). Ежели в данный момент заламывать, чтоб предоставление пакетов начиналась лишь в истоке окошка (время привязано к спутнику), то станет двоякий барыш в отдачи применения спутникового канала, т.к. наложения при данном ограничиваются объемом 1-го окошка (заместо 2-ух, как в незапятанной системе Aloha). Предоставленная система именуется синхронной системой Aloha.



Рисунок 1.4 Период уязвимости для системы Aloha.

3-ий нюанс основывается на резервировании мимолетных окошек сообразно притязанию 3С.

Система Aloha считается наместником применяемого в сетях Ethernet протокола многочисленного доступа с проверкой несущей и раскрытием инцендентов (CSMA-CD - Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). Изящность протокола CDMA-CD содержится в способности быстрого определения инцендентов (в движение микро и в том числе и наносекунды) и моментального избежания передачи. На спутниковых каналах из-из-за большого медли распространения оперативное предупреждение передачи заранее некоректных пакетов, к огорчению, нереально.

Другим улучшением системы Aloha имеет возможность стать обозначение ценностей для 3С с большой интенсивностью перегрузки.

#### 1.7 Наземный сегмент

Научно-техническое прогресс привел к вескому убавлению размеров 3C. На главном шаге спутник никак не превосходил нескольких сотен кг, а 3C давали собой большие постройки с антеннами наиболее 30 м в поперечнике. Сегодняшние спутники весят только пару тонн, а антенны, часто никак не более 1 м в поперечнике, вероятность установления в самых различных местах. Рвение убавить величина 3C совместно с упрощением установки оснащения напрямик сообразно к убавлению цены. На этот эпизод цену 3C считается, наверное, принципиальной чертой, характеризующей обширное распределение ССС. Превосходство спутниковой взаимосвязи базируется на обслуживании географически удаленных юзеров в отсутствии доп затрат на промежуточное сохранение и коммутацию. Каждые причины, снижающие цену установки новейшей 3C, несомненно способствуют развитию прибавлений, нацеленных на внедрение ССС. Условно большие потери развертывания 3C позволяют наземным оптическо-волоконным сетками в ряде случаев успешно соперничать с ССС.

Следственно, основное приобретение спутниковых систем состоит в способности строить козни взаимосвязи, предоставляющие крайние сервисы взаимосвязи либо расширяющие бывшие, при данном с финансовой точки зрения приобретение ССС назад сообразно цены 3С.

В зависимости от вида, 3С владеет возможность передачи либо приема. Как теснее подмечалось, практически все интеллектуальные функции в спутниковых сетях изготавливаются в 3С. Посреди их - воспитание доступа к спутнику и наземным сетками, мультиплексирование, переработка сигнала и преображение частот, модуляция. Подчеркнем, в конце концов, будто большущее численность заморочек в спутниковой передаче производится оборудованием 3С.

В реальный эпизод отличаются 4 вида 3С. Более трудными и драгоценным считаются направленные на гигантскую напряженность пользовательской перегрузки 3С с совсем длинноватой пропускной возможностью. Станции такового вида предусмотрены для сервиса пользовательских популяций, требующих для снабжения неплохого доступа к 3С оптическо-волоконных рядов взаимосвязи. Сходственные 3С стоят миллионы баксов.

Станции средней пропускной возможности эффективны для сервиса личных сеток фирм. Габариты схожих сеток 3C имеют все шансы существовать наиболее различными в зависимости от реализованных прибавлений (предоставление гласа, видео, этих). Посещает 2 вида корпоративных ССС.

Развитая корпоративная ССС с большими финансовложениями постоянно гарантирует эти сервисы, как видеоконференция, электронная почтовая контора, предоставление речи, этих и видео. Все ЗС таковой козни имеют гигантскую и схожую пропускную дееспособность, а цену станции доходит по 1-го миллиона баксов.

Наименее доступным типом корпоративной козни считается ССС большого количества (по нескольких тыщ) микротерминалов (VSAT) связанных с одной основной 3С (MES - Master Earth Station). Эти козни ограничиваются постоянно способом/передачей этих и способом видеоаудиоуслуг в цифровом облике. Микротерминалы организовываю ассоциация меж собой средством транзита с отделкой чрез основную 3С. Топология данных сеток именуется звездообразной.

4-ый вид 3С урезан способностями приема. Данный вариант станции самый-самый наименее дорогой, так как ее оснащение оптимизируется перед предоставление одной либо нескольких определенных услуг. Данная 3С вероятна нацелена на прием этих, видеосигнала, аудио либо их композиций. Топология еще считается звездообразная.

#### 1.8 Частотные свойства

Широта полосы (bandwidth) спутникового канала обрисовывает численность инфы, которую спутник имеет возможность отдавать в 1 штуку медли. Строгий спутниковый приемопередатчик владеет ширину полосы 36 МГц на частотах от 4 МГц по 6 МГц.

Как верховодило широта полосы спутникового канала громадна. К примеру, Вотан многоцветный телевизионный канал занимает полосу 6 МГц. Единичный приемопередатчик на сегодняшних спутниках взаимосвязи поддерживает полосу в 36 МГц, при данном спутник несет двенадцать либо 20 4 приемопередатчиков, будто отчуждает в итоге 432 МГц либо 864 МГц, природно.

Поэтому как радиочастоты считаются ограниченым ресурсом, нужно

снабдить возможность применения 1 и тех ведь частот различными земными станциями. Сделать наверное разрешено 2-мя методами:

- пространственное деление любая антенна спутника приобретает знак лишь с оптределенного региона, при данном различные районы имеют все шансы извлекать одни и те ведь частоты,
- поляризационное деление разные антенны получают и передают знак во обоюдно перпендикулярных плоскостях поляризации, при данном одни и те ведь частоты мо¬гут применяться 2 раза (для всякой из плоскостей).

Традиционная диаграмма покрытия для спутника, пребывающего на геостационарной орбите, подключает последующие компо¬ненты:

- вселенский луч творит ассоциация с земными станциями сообразно всей зоне приема, ему предоставлены частоты, никак не пересекаю циеся с иными лучами данного спутника.
- лучи западной и восточной хемисфер данные лучи поляри¬зованы в плоскости A, при этом в западной и восточной хеми¬сферах эксплуатируется Вотан и тот ведь спектр частот.
- зонные лучи поляризованы в плоскости В (перпендикулярной А) и эксплуатируют те ведь частоты, будто и лучи хемисфер. Таковым образом, земная станция, оказавшиеся в одной из зон, имеет возможность извлекать еще лучи хемисфер и вселенский луч.

Таблица 1.1 - Сравнительная таблица диапазонов

Название диапазона	Частоты (согласно ITU-R V.431-6)	Применение	
L	1,5 ГГц	Подвижная спутниковая связь	
S	2,5 ГГц	Подвижная спутниковая связь	
С	4 ГГц, 6 ГГц	Фиксированная спутниковая связь	
X	Для спутниковой связи рекомендациями ITU-R частоты не определены. Для приложений радиолокации указан диапазон 8-12 ГГц.	Фиксированная спутниковая связь (для военных целей)	
Ku	11 ГГц, 12 ГГц, 14 ГГц	Фиксированная спутниковая связь, спутниковое вещание	
K	20 ГГц	Фиксированная спутниковая связь, спутниковое вещание	
Ka	30 ГГц	Фиксированная спутниковая связь, межспутниковая связь	

При данном все частоты (из-за исключением зарезервированных из-за массовым лучом) эксплуатируются много раз: в западной и восточной хемисферах и в всякой из зон.

Отбор частоты для передачи этих от дольний станции к спутнику и от спутника к дольний станции никак не считается свободным. От частоты находится в зависимости, к примеру, слияние радиоволн в атмосфере, а еще нужные габариты передающей и приемной антенн. Частоты, на каких приключается предоставление от дольний станции к спутнику, отличаются от частот, эксплуатируемых для передачи от спутника к дольний станции (как верховодило, 1-ые больше).

Частоты, эксплуатируемые в спутниковой взаимосвязи, распознают на спектры, означаемые знаками. К огорчению, в различной литературе четкие рубежа диапазонов имеют все шансы никак не существовать схожими. Ориентировочные смысла предоставлены в советы ITU-R V.431-6:

Эксплуатируется и наиболее высочайшие частоты, однако поднятие их затруднено большущим поглощением радиоволн данных частот атмосферой. Ки-спектр дозволяет творить прием сравнимо маленькими антеннами, и потому эксплуатируется в спутниковом TV (DVB), невзирая на то, будто в предоставленном спектре атмосферные происшествия оказывают немаловажное воздействие на свойство передачи.

Для передачи этих великими юзерами (организациями) часто используется С-спектр. Наверное ручается наиболее высочайшее свойство приема, однако потребуется больших объемов антенны.

ССС имеют неповторимые исключения, отличающие их от других систем взаимосвязи. Некие исключения гарантируют достоинства, делающие спутниковую ассоциация наиболее симпатичной для ряда прибавлений. Остальные творят рубежа, которые неприемлемы при реализации конкретных прикладных задач.

## 1.9 Зарубежные спутниковые сети

Наибольшее популярность получила спутниковая связь в США, где работают около 30 государственных и частных систем, в том числе военные: DSCS III и MILSTAR (BBC), FLEET-SATCOM и LEASAT (BMC). С 1982 г. действует система военной связи стран НАТО (НАТОСАТ III). Свои национальные системы спутниковой связи имеют Австралия - AUSSAT; Бразилия - SBTA; Канада - ANIK C; Индия - INSAT; Индонезия - PALAPAB; Колумбия - SATCOL; Мексика - ILHUICAHUA; Италия - ITALSAT I; Великобритания - UNISAT, L-SAT и военная SKYNETS; Франция - TELECOM I и TDF-1; Германия - DFS и TV-SAT; Швеция - TELE-X; Япония - CS-3 и BS-3; КНР - STW-2 и др.

геостационарных спутников употребляют основным образом наземные станции вида VSAT.

Системы VSAT (Very Small Aperture Terminal — терминал с маленький апертурой) гарантирует сервисы спутниковой взаимосвязи покупателям (как верховодило, маленьким фирмам), коим никак не необходима высочайшая пропускная дееспособность канала. Для VSAT-терминала прыть передачи этих традиционно никак не превосходит 2048 кбит/с. Слова «маленькая апертура» относятся к объемам антенн терминалов сообразно сравнению с объемами наиболее устаревших антенн магистральных систем взаимосвязи. VSAT-терминалы, работающие в С-спектре, как верховодило эксплуатируют антенны поперечником 1,8-2,4 м, в Ки-спектре — 0,75-1,8 м.

В системах VSAT употребляются разработка предоставления каналов сообразно притязанию.

Inmarsat. Придуманная в 1979 году для ублажения необходимостей в спутниковой взаимосвязи на морских кораблях и в целях безопасности мореплавания система Inmarsat в этот эпизод заведует массовой спутниковой сортировкой. Система эксплуатируется независящими сервис-интернетпредоставления факсимильной, провайдерами ДЛЯ услуг голосовой, телексной и мультимедийной взаимосвязи для юзеров, окружающих в перемещении либо присутствующих в местах с неимением обыденных видов взаимосвязи. Продолжая совершенствовать и облагораживать ассоциация в система разнообразила сферу собственного воздействия наземный, авто и летный рынки. Следственно, сейчас юзерами системы считаются тыщи абонентов, которые живут либо действуют в удаленных местах либо путешествуют сообразно всему миру. Юзерами системы считаются спасательные фирмы и министерства сообразно чрезвычайным обстановкам, автотранспортные организации, авиалинии, органы управления легким ходом, подразделения гражданской защиты, а еще власть стран, труженики муниципальных учреждений, корреспонденты и телеоператоры, авиапассажиры.

Система Inmarsat предназначена как раз для тех, кому ассоциация из одной точки планеты в всякую точку планеты нужна как воздух и кто готов выплачивать из-за эту ассоциация подороже нежели из-за обыденную.

Спутники системы размещаются на геостационарной орбите, на вышине 35 786 клм (22 223 мили) и покрывают возле 98% дольний плоскости.

Хоть какой спутник покрывает приблизительно третью дробь Территории и стратегически размещен над одним из 4 океанов для обеспечения массовой глобальной сети в небе. Для воплощения звонка спутниковый телефонный аппарат системы Inmarsat настраивается на хоть какой из спутников. Наземные станции взаимосвязи с большими антеннами принимают знак со спутника и маршрутизируют его по окончательного абонента в хоть какой точке решетка. Ежели ведь кто-нибудь звонит на спутниковый телефонный аппарат, то все проистекает тождественно, однако в обратной очередности.

В согласовании с предназначением и эксплуатированием система Іптагзаt распределяется на последующие стереотипы:

Inmarsat-phone mini-M — более узнаваемый эталон. Терминалы данного эталона считаются маленькими, нетяжелыми и дешевенькими. Габариты — чуть не в такой мере ноутбука, авторитет — возле 2 кг, стоимость — от 3 тыс. долл., а цену минутки беседы — от 2,5 долл./мин в хоть какое пространство. Этак ведь имеется версия для установки на кар, жд вагон, для полустационарной установки, а еще для установки на корабли и яхты;

Inmarsat-M4 — внедренный в внедрение в конце 1999 года, данный эталон гарантирует работу в Global Area Network (GAN), подключая голосовую ассоциация 4,8 Кбит/с, факс и высокоскоростные эти (по 64 Кбит/с), ISDN, IPDS (пакетная предоставление этих), доступ в Веб, электронную почту, видеоконференции;

Inmarsat-A — эталон-прародитель, внедренный в использование в 1982 году, дает сервисы телефонии, факсимильной и телексной взаимосвязи в аналоговом режиме;

Inmarsat-B — внедренный в использование в 1993 году, данный эталон считается цифровым аналогом эталона Inmarsat-A. Организовывает целый диапазон его услуг, однако сообразно наиболее невысоким тарифам в взаимосвязи с наиболее оптимальным внедрением частотного ресурса;

Inmarsat-C — эталон двусторонней низкоскоростной передачи этих средством нетяжелых передвежных терминалов, которые никак не трудно инсталлируются на хоть какой корабль, кар либо аэроплан. Этот эталон одобрен для применения в системе ГМССБ (массовая морская система взаимосвязи при бедствии и для снабжения сохранности мореплавания), а еще комфортен для сбора инфы с удаленных объектов и управления перевозками грузов;

Inmarsat-D/D+ — гарантирует низкоскоростную передачу этих при поддержки терминалов объемом с CD-плейер. Оснащенный приемником GPS, терминал D+ считается хорошим средством управления автотранспортными перевозками, передачи маленьких известий шоферу и дистанционного управления и самостоятельного снятия инфы (надлежит подметить, будто эталон еще никак не одобрен и никак не сертифицирован в Рф);

Inmarsat-E — служба передачи сигналов спасения средством радиобуев, передающий знак бедствия, с указанием координат, чрез наземные станции спутниковой взаимосвязи системы. Покрывает фактически всю акваторию Крупного океана;

Inmarsat-M — предместник эталона Inmarsat-phone mini-M, 1-ый в мире индивидуальный миниатюрный спутниковый телефонный аппарат, концентрирующий с 1993 года голосовую ассоциация, передачу факсимильных известий с факса категории 3 и этих с терминала объемом с чемодан. Есть авто и мореходный вариант с самонаводящейся антенной 70 см в поперечнике;

Аего-С — служба для авиации сообразно передаче низкоскоростных этих и известий о местоположении. Условно никак не драгоценная служба сообразно передаче инфы с (на) борта самолета с одновременным позиционированием. Отличное средство связи для самолетов, выполняющих рейсы в районах с отсутствием связи. Помимо отчетов о местоположении стандарт может быть использован для сообщений об изменении погоды и полетного задания, для запросов на техническое обслуживание и дозаправку, а также как средство связи для экипажа и пассажиров;

Aero-H — эксплуатируется с 1990 года, организовывая сервисы голосовой, факсимильной взаимосвязи и передачи этих на самолетах. Гарантирует ассоциация членов экипажа и пассажиров с хоть каким абонентом, употребляется органами управления легким ходом;

Aero-I — эталон, обеспечивающий голосовую, факсимильную ассоциация и передачу этих средством спутников третьего поколения для маленькой и средней авиации. Новенькая разработка дозволяет существенно убавить габариты, авторитет и цену оснащения;

Aero-L — летный эталон, организовывающий размен данными в настоящем масштабе медли со скоростью 600 бит/с. Подходит потребностям сообразно сохранности ИКАО (Интернациональная организация гражданской авиации) и органов управления легким ходом;

Аего mini-M — изобретен для маленьких корпоративных легких судов и авиации всеобщего назначения в целях снабжения голосовой и факсимильной взаимосвязи, а еще передачи этих на скорости 2,4 Кбит/с. Наружная антенна подключается к терминалу весом возле 4,5 кг. Более нередко употребляется в местах, окружающих за пределами досягаемости УКВ-взаимосвязи.

Лишь в Казахстане наиболее 3 тыс. абонентов Inmarsat. Желая сообразно тех. признакам данная система уступает собственным соперникам, ее исследование длится. Сейчас теснее сбыта предоставление этих со скоростью 64 Кбит/с, желая ранее данная цифра сочиняла 2,4 Кбит/с. А в близком будущем сеть Inmarsat станет действовать в 100 раз скорее.

организация Фактически единственная удачная спутниковой взаимосвязи — Inmarsat Holdings — прошлогодним летом огласила о замене на Inmarsat Ventures. Главными направленностями наименования новейшей фирмы встанут вложения становления разные телекоммуникационные планы и предоставление широкого диапазона услуг взаимосвязи. Для становления собственного коммерциала фирма завлекает региональных партнеров. В Русской Федерации партнером Inmarsat Ventures теснее немало лет выступает казенное начинание «Морсвязьспутник».

В Казахстане у Inmarsat наиболее огромные намерения — от организации изготовления оснащения по сотворения новейшей системы контролирования над перевозками грузов для Министерства автотранспорта и козни передачи этих для МПС. Тем никак не наименее о каких совокупностях вложений идет стиль, ни в Inmarsat, ни в организациях, водящих переговоры с фирмой, разговаривать никак не спешат.

ЕцеlTracs. Система EutelTracs была изобретена в 1992 г. и в сегодняшние дни употребляется в Европе, Северной Африке и на Близком Востоке. В состав козни EutelTracs вступает центральная станция и станция маршрутизации ("почтовый ящичек" системы, готовый во Франции), а еще некоторое количество спутниковых диспетчерских пт и мобильные терминалы. Ассоциация с абонентами устанавливается с поддержкою спутниковых диспетчерских пт. Станция маршрутизации исполняет отделку известий и дает согласие на введение соединения. Диспетчерские пункты имеют все шансы существовать соединены со станцией маршрутизации сообразно телефонным чертам всеобщего использования (PSTN) либо каналам козни передачи этих (PSDN). Определение расположения абонента в козни EutelTracs исполняется с поддержкою приемника навигационной системы NAVSTAR.

OmniTracs Системы спутниковой взаимосвязи (фирма-деятель QUALCOMM) и EutelTracs (исследования проводились перед эгидой европейской интернациональной организации EUTELSAT) гарантируют никак не лишь определение расположения абонента, однако и двухсторонний размен информацией. Две системы употребляют Ки-спектр (12/14 ГГц) для взаимосвязи меж геостационарными спутниками-ретрансляторами наземными станциями и L-спектр - для взаимосвязи меж спутниками и мобильными юзерами. Их протоколы размена совсем схожи, а отличия содержатся основным образом в аппаратной реализации оснащения и зонах сервиса. Прыть передачи сообразно каналу этих от станции к спутнику - от 5 по 15 кбит/с. Эквивалентная изотропная излучаемая емкость мобильного терминала сочиняет приблизительно 19 дБ • Вт, будто гарантирует прыть передачи этих сообразно обратному каналу по 165 бит/с.

Творение взаимосвязи в системах OmniTracs и EutelTracs выстроена на штатном режиме дневального приема терминала. Опосля захвата спутникового сигнала предоставление известия делается в полудуплексном режиме, при данном техника терминала гарантирует выслеживание из-за сигналом территория-спутник. При исчезновении принимаемого сигнала терминал прекращает отдавать и ворачивается в настоящий режим дневального приема. Две системы поддерживают передачу аварийных известий.

- 1.9.2 Низкоорбитальные спутниковые системы. Globalstar. Система представляет собой консорциум международных телекоммуникационных организаций, основанный в 1991 году. Система Globalstar создана для предоставления высококачественных спутниковых услуг для широкого круга пользователей, включающих в себя:
  - передачу данных;
  - факсимильную связь;
  - роуминг;
  - позиционирование;

- службу коротких сообщений;
- голосовую связь.

Система Globalstar специализирована для юзеров сотовых сеток, использующих роуминг из-за пределами покрытия семейней козни, для людей, работающих в удаленных местах, в каком месте наземная ассоциация вполне отсутствует, для обитателей населенных пт с урезанной емкостью телекоммуникационных сеток в целях ублажения необходимости нужна телефонии, еще ДЛЯ тех, кому ассоциация интернациональных командировок и странствий. Спутниковая сортировка состоит из сорока 8 трудящихся и 4 вспомогательных расположенных на никак не высочайшей орбите, на вышине 1414 клм (876 миль) от плоскости Территории.

Система индивидуальной взаимосвязи Globalstar владеет в себе 3 главных сектора: мировой, наземный и сектор юзера. Система управления передачей этих и отделки сигнала, устремленная на наземных станциях, CDMA. технологии Структура козни необыкновенным образом, будто все требования (как районные, этак и международные) обрабатываются и коммутируются в наземной станции сопряжения c следующей передачей В наземную сеть использования, обеспечивая ассоциация с абонентскими терминалами Globalstar и главными наземными телефонными и сотовыми сетями. Сообразно воззрению разработчиков плана, данная разработка дает наиболее не опасную ассоциация, нежели при применении для маршрутизации межспутниковых каналов, и ручается "суверенизацию" взаимосвязи в пределах державы. В согласовании с планом на местности Казахстана сразу доступны никак не наименее 4 спутников. Предоставление известий и управление роумингом гарантируется спутником Globalstar из-за счет ретрансляции сообразно принципу "изогнутого волновода" (bent-pipe). В личике генпоставщиков бортового оснащения выступили фирмы Alcatel Espace (Франция), Loral Space&Communications и Alenia Spazio (Италия). Спутники действуют с абонентом в спектрах частот 1610-1626,5 МГц (прием) и 2483,5-2500 МГц (предоставление), образовывая 16 лучей, творящих на плоскости территории зону сервиса поперечником некоторое количество тыщ км, снутри которой вероятна коммутация на хоть какой частоте эталона CDMA (полоска 1,23 МГц). Общественная емкость ретрансляторов сочиняет 1000 Вт. В наши дни отнесены лишь 2 соучастника запусков КА Globalstar: наверное южноамериканская компания McDonell Douglas (ракетоноситель Delta II) и украинское НПО "Южное" (ракетоноситель Зенит-2). 14 февраля 1998 г. с космодрома на мысе Канаверал началась 1-ая тетрада спутников Globalstar (исследование SpaceSystems/Loral, ракетоноситель Delta II), а 24 апреля начались последующие 4 КА.

Наземный сектор Globalstar подключает в себя центр управления взаимосвязью и полетами, а еще региональные станции сопряжения, которые гарантируют коммутацию с сетью всеобщего использования, творит наружный роуминг и водит учет вызовов для биллинговых расчетов. Кроме

для рукодства всей системой и контролирования станции сопряжения станут создавать ассоциация приятель с ином и с центром управления сообразно наземным выделенным каналам передачи этих (Е1/Т1) либо сообразно каналам сотовой козни PLMN (в эталоне AMPS либо GSM). В состав оснащения наземной станции вступает антенный ансамбль, предоставляемый Alcatel, а еще частотное и коммутационное оснащение организации Qualcomm. Получая у фирмы Qualcomm разрешение на систему OmniTracs (для слежения из-за объектами и определения их расположения в сотовой козни на складе CDMA), Globalstar возымела неподражаемые права на ее использование в наземной станции сопряжения козни Globalstar. Сообразно только подсчетам, ДЛЯ охвата земного шара государственных пределов и для минимизации наземного трафика будет нужно возле двухсотен 10 станций. 1-ые наземные станции были сделаны в 1997 году во Франции, Южной Корее, USA и Австралии.

Сеть вооружена абонентскими терминалами 3-х видов: миниатюрными агрегату), телефонному подобная сотовому мобильными (устанавливаемыми на автотранспортных средствах) и стационарными (таксофон). Фирма Qualcomm, разраб миниатюрных и мобильных агрегатов, вида приборов: трехмодовые (Globalstar/AMPS/CDMA), двухмодовые (Globalstar/GSM) и одномодовые (Globalstar). Их главное различие - особая методика регулирования силы передатчика, способная дать неопасный степень силы сигнала (емкость передатчика может быть уменьшена в отсутствии утраты свойства сигнала с 400 мВт по 2 мВт). Расчетное время установки соединения никак не наиболее 30 с, заминка сигнала никак не наиболее 150 мс, прыть передачи - 9,6 Кбит/с.

"ГлобалТел", общее начинание организаций Globalstar L.P. и "Ростелеком", станет обладать русской долею наземного сектора Globalstar и считается неподражаемым оператором козни, обеспечивающим целый ансамбль услуг для абонентов беспроводный взаимосвязи и сеток всеобщего использования. Предоставление услуг сообразно системе Globalstar фирмапровайдер "ГлобалТел" истока осенью 1998 года. В истиннее время построены 3 станций сопряжения в Столице, Новосибирске и Хабаровске, обеспечивающих охват местности Рф южнее 70 град. северной широты. Ввод 1 из их намечен на первую половину данного года. К 2005-го в Рф сооружено 9 станций сопряжения, обслуживающих 260 тыс. юзеров.

Odyssey.План Odyssey формировался ДЛЯ снабжения массовой радиотелефонной взаимосвязи организации И разных видов индивидуальной взаимосвязи с поддержкою средневысотной сортировки спутников. Основным исполнителем считается интернациональная фирма Odyssey Telecommunication International (OTI), финансирует програмку категория организаций, в которой не считая ОТІ вступают главные игроки -TRW Space&Technology Group (USA) и Teleglobe (Страна кленового листа), а еще разряд остальных фирм: Spar Aerospace (Страна кленового листа), Thomson CSF (Франция) и остальные. Цену плана - 2,5 миллиардов. долл. (В

активе организации TRW наиболее 185 спутниковых, боевых и научных космических ансамблей, а Teleglobe считается наикрупнейшим телекоммуникационным оператором в мире).

Спутники начались на орбиту попарно ракетой-носителем Atlas IIA. Период вращения спутника предположительно 6 ч, угловая прыть - возле 1 град./мин. Над основной массой участков суши в зоне сервиса сразу пребывают сообразно 2 спутника, при том Вотан из их располагаться никак не ниже 30 град. над горизонтом. Система в едином организовывает сервис абонентов на местности от 70 град. северной широты по 70 град. южной широты и обхватывает зону длиной выше 7 тыс. клм.

Характерное свойство системы Odyssey - квазистатичное покрытие плоскости планеты. Все спутники снабжаются многолучевыми антеннами, которые основывают постоянную сотовую текстуру покрытия плоскости планеты, охватывающую (избирательно) лишь сушу и более судоходные акватории крупного океана. Сообразно мерке перемещения спутника сообразно орбите система позиционирования лучей отслеживает воспитания географически неподвижной сотовой текстуры на обслуживаемой местности. Радиовидимость 2-ух спутников гарантируется перед сравнимо высочайшими углами надзора фактически с всех широт. В том числе и ежели для взаимосвязи доступен только Вотан спутник, его угол видимости окажется никак не не в такой мере 30 град., будто ручается практически круглосуточное сервис (95% дневного медли).

Ассоциация в системе Odyssey образована на складе обычного "иллюзорного" ретранслятора с преображением частоты; переработка инфы на борту спутника никак не установлена. Маршрутизация и переработка известий делается на наземных станциях. Для передачи инфы используются широкополосные сигналы и многостанционный доступ с кодовым делением каналов (CDMA). Прием инфы от абонентских терминалов проводится в L-спектре (1610,0-1626,5 МГц), а предоставление - в S-спектре частот (2483,5-2500 МГц) с внедрением циркулярный поляризации в двух радиолиниях. Эквивалентная изотропная емкость излучения для канала "спутник-Территория" сочиняет 24,2 дБ/Вт.

Антенная система спутника образовывает на планете зону, образуемую шестидесяти одним узеньким лучом, при этом одни и те ведь зоны имеют все шансы эксплуатироваться на прием и на передачу. Для всякого луча формируется 1 два несущих частот; коэффициент повторного эксплуатирования частот - никак не ниже 6.

Наземный сектор Odyssey владеет в себе базисные станции и терминалы. Двухрежимный радиотелефонный терминал организовывает работу в сетях эталона GSM, TDMA, CDMA, PHS, дозволяя действовать никак не лишь в системе Odyssey, однако и в наземных сотовых сетях, доступ к коим считается принципиальным.

Ассоциация регламентирована этак, будто опосля определения никак не занимающихся частот вызов традиционно посылается в адресок базисной станции сотовой козни. В случае никак не доступности соединения с

базисной станцией (вызов блокирован либо все частоты заняты) терминал автоматом переводит запрос на спутник системы Odyssey. При запросе спутникового канала юзеру автоматом выбирается два частот (каналы "кверху" и "книзу") в одном из лучей.

Предоставление речи реализуется со скоростью 4,2 Кбит/с; возможность оплошности в речевом канале - никак не наиболее 10-3. Кроме речевой взаимосвязи терминал Odyssey поддерживает пейджинг, режим электронной почты, расследование расположения абонента. Прыть передачи этих сочиняет 2,4-64 Кбит/с; возможность оплошности на бит - никак не наиболее 10-5.

Расследование координат генерируется сообразно своим сигналам системы Odyssey. Ошибку проверки расположения - никак не наиболее 15 клм.

Выясняющей чертой козни индивидуальной взаимосвязи считается заминка сигнала. В системе Odyssey при включении мобильных юзеров к телефонной козни всеобщего использования заминка сигнала сочиняет возле 110 мс, будто организовывает доброкачественную передачу речевых известий (заминка спутникового канала - 84 мс, заминка наземного тракта - 20 мс).

В козни никак не учтены межспутниковые взаимосвязи. Целый трафик данного ареала передается чрез узловые станции, связанные меж собой многоканальными чертами взаимосвязи. Узловая станция организовывает никак не лишь прием/передачу регионального трафика, однако и соединение с телефонной сетью всеобщего использования, управление межлучевой коммутацией, прием и отделку телеметрии с борта спутника.

В любом из обслуживаемых ареалов рассчитана аппарат сообразно одной дольний главный станции, а для массового охвата местности земного шара довольно 7.

На исходном уровне развертывания орбитальной сортировки, по 2000 года, в водящих ареалах в движение 14-ти часов в день задействованы лишь 6 спутников. На другом уровне образована полномасштабная орбитальная сортировка из 12-ти спутников. Предпочтительными зонами сервиса козни Odyssey считаются USA, Европа, Азия и акватория Негромкого океана.

ICO. В 1989 году в рамках фирмы Inmarsat была сотворена категория, имеющая заглавие "План XXI века". В ее цели вошло исследование способностей мобильной спутниковой взаимосвязи и исследование маленького индивидуального спутникового терминала. Сообразно итогам исследований управлением Inmarsat было принято заключение сотворить систему ICO на складе средневысотных КА. Для разработке дел в рамках системы ICO была сотворена фирма - инструктор услуг сменный индивидуальной взаимосвязи ICO Global Communications; Inmarsat считается одним из принципиальных акционеров ICO. В истинные дни в концерн ICO вступает 50 1 фирма, 3 четверти каких - национальные либо районные

операторы сотовой взаимосвязи, удерживающие наиболее 25% крупного базара сотовых систем.

Мировой сектор системы ICO организует вселенский охват плоскости планеты, подключая полярные районы. Из-за данный счет перекрытия зон охвата на границах видимости всякой точки зоны сервиса станут одновременно пребывать 2-4 спутника. Вотан спутник станет трахать в каком месте-то 25% плоскости планеты. 1-ый спутник системы ICO намечается швырнуть в сегодняшнем году, а ввод системы в внедрение был намечен на 2000 год.

Система ICO станет извлекать для взаимосвязи L- и C-спектры частот. В качестве базисной технологии подобран способ многостанционного доступа с мимолетным делением каналов (TDMA). Для передачи инфы сообразно каналам Территория-спутник/спутник-Территория были отнесены последующие спектры: "кверху" - 1980-2010 МГц, "книзу" - 2170-2200 МГц. Средняя длительность сервиса абонентов сочиняет 50 мин.; наибольшее время присутствия 1-го спутника в зоне радиовидимости имеет возможность досягать 1,5-2 ч.

В системе ICO станут применены тех. решения принципиальным образом теснее знаменитые и проверенные. Этак, для сотворения спутников намечается извлекать (опосля внесения неких конфигураций) спутниковую платформу HS-601 компании Hughes Space and Communications, крупногабаритных используемую ДЛЯ причины геостационарных спутников.

Спутники с установленными на их ретрансляторами С- и S-диапазонов сумеют одновременно помогать 4.5 тыщи телефонных каналов. В системе ICO никак не учтена бортовая переработка сигнала в великом размере. Но управление назначением частот и маршрутизация сигнала делается с поддержкою бортового процессора.

В подготовительный перечень ракетоносителей, которые станут работать пуск спутников ICO, попали Atlas IIA, Delta III, "Протон" и "Зенит" (для пуска с морских площадок).

Наземный сектор станет подключать в себя центр управления спутниковой сортировкой SCC (Satellite Control Centre), центр управления наземной сетью NMC (Network Management Centre) и наземную сеть ICONET (ICO network). NMC ожидается расположить в Стране восходящего солнца, а центр SCC - в Лондоне.

Спутниковые каналы станут подключаемыми к имеющимся сетками взаимосвязи чрез свою сеть ICONET, в которую на главном уровне зайдет двенадцать наземных станций, этак именуемых спутниковых узлов доступа (SAN). Узлы станут делать роль "шлюзов" меж спутниками ICO и абонентами наземных сеток всеобщего использования и создавать основной интерфейс, нужный для маршрутизации трафика и предоставления этих о местонахождении абонентов. Магистральные каналы с великий пропускной возможностью связывают узлы меж собой. В истинные дни к воспитанию спутниковых узлов доступа и оснащения центра управления сетью начали

организации NEC, Hughes Network Systems и Ericsson.

Ассоциация меж абонентами появляется лишь чрез узлы доступа, конкретная ассоциация абонентов никак не поддерживается. Радиотелефонный терминал ICO действует в 2-ух режимах: чрез спутники системы ICO либо чрез наземные базисные станции сотовой взаимосвязи. Для взаимосвязи с подвижными объектами предложено творение особых терминалов. В качестве базисного станет эксплуатироваться миниатюрный двухрежимный терминал, наложенный с сотовым телефонным аппаратом эталона GSM (либо CDMA, D-AMPS, PDC). Фирма ICO теснее заказала 3 млн. миниатюрных терминалов и заключила контракт с компаниями Panasonic, NEC и Mitsubishi.

В составе услуг ICO - целый комплект, обеспечиваемый сотовыми сетями GSM, обнаружение расположения абонента, извещение о вызове и тому схожее. Пропускная дееспособность системы составит Вотан миллион абонентов при средней длительности дискуссий шестидесяти мин. в месяц.

Iridium. Теория системы низкоорбитальных спутников спутниковой козни Iridium была изобретена в 1987 году фирмой Motorola. Вначале ожидалось обхватить плоскость Территории 70 7 спутниками, вертящимися кругом дольний плоскости. Хим вещество иридий, имеющий 70 7 электронов, "презентовал" заглавие грядущей козни. Позже создатели плана перерассчитали, будто из-за счет роста количества лучей в любом спутнике разрешено станет встать шестидесяти 6 спутниками, но прекрасное фамилия осталось.

В 1993 году консорциум Iridium поставил свою подпись в договор на покупка системы спутниковой взаимосвязи у фирмы Motorola и заявил о истоке реализации плана. Принципиальные роли распределились последующим образом. Фирма Lockheed - исследование главных частей космического сектора системы, фирма Motorola - бортовое оснащение, внедрение и техническое сервис, компания COM DEV (Страна кленового листа) - техника межспутниковой взаимосвязи. Суд спутников на орбиту снабжали компания McDonell Douglas (ракетоносители Delta II), Русский мировой центр им. Хруничева ("Протон") и китайская фирма "Большая Стенка" (ракетоноситель Long March IIc).

Таблица 1.2 - Сравнительная характеристика глобальных систем спутниковой связи

Название системы	Odyssey	ICO	Iridium	Globalstar
Тип орбиты	MEO	MEO	LEO	LEO
Число спутников	12	12	66	48
Высота орбиты, км	10 354	10 355	780	1400
Наклонение орбиты, град.	50	45	86	52
Масса спутников, кг	2500	2750	690	450
Потребляемая мошность, Вт	4600	8700	1000	1200

Число лучей	61	163	48	16
Срок эксплуатации спутников, лет	15	12	5	7,5
Метод многостанционногодоступа	CDMA	TDMA	TDMA	CDMA/FDMA
Число узловых станций	7	12	25	150-210
Число каналов, эквивалентных 4,8 Кбит/с	3000	4500	не менее 600	1300
Стоимость проекта, млрд. долл.	2,5	2,8	свыше 3,5	2
Стоимость Двухрежимного терминала, долл.	350	750	3000	750
Тариф, долл./мин	0,75	2	3	0,35-3

Принципиальная мысль козни Iridium содержалась в разработке "единой зоны сервиса", коия организовывает межспутниковыми каналами взаимосвязи и кластеризацией лучей спутника. В системе Iridium кластерами именуют категорию лучей спутника (каналов с задаваемым 12-лучевым шаблоном комплекта частот, умышленно выбираемых этак, чтоб избежать интерференции), которые имеют все шансы вторично эксплуатироваться соседними кластерами. Сообразно словам разрабов, этот метод формирования "сот" единой области сервиса организовывает верную передачу инфы меж каналами.

Ассоциация меж спутниками организовывается на частотах в Каспектре (от 23,18 по 23,38 ГГц) со скоростью передачи инфы 12,5 Мбит/с, а ассоциация с абонентами - в L-спектре частот (1616-1626,5 МГц). Следственно, гарантируется тыща 100 полнодуплексных каналов со скоростью передачи пакетов возле 50 Кбит/с. Предоставленная структура козни дозволяет воплотить переадресацию сигнала на спутники, оказавшиеся на той ведь либо располагающейся рядом орбите, а еще гарантировать роуминг в движение безграничного медли в отсутствии нарушения взаимосвязи. Для контролирования бортового оснащения и межспутниковой эксплуатирование компа SVARC на складе взаимосвязи предвидено PowerPC 603. Гигантскую дробь нескольких процессоров бортового оснащения выпустила Motorola, создавшая поточную линию сообразно производству спутников.

Наземный ансамбль исполнял ассоциация с наземными сетями всеобщего использования и биллинг. Характерной чертой зодчества Iridium считается неимение координирующих региональных станций для взаимосвязи абонентов, нужных в таковых сетях, как Globalstar либо Inmarsat. Зона сервиса обхватывала никак не лишь всю земную плоскость, однако и невесомое место вышиной по 180 клм, будто дозволяло отвечать авиацию.

Ассоциация меж абонентами организовывалась чрез спутниковую сеть с эксплуатированием наземных станций сопряжения. В творение оснащения приняли участие фирмы Siemens (коммутирующие прибора) и Scientific Atlanta (антенный ансамбль). Основные функции станции сопряжения спияние козни спутников с наземными телефонными сетями всеобщего использования, учет вызовов и медли беседы абонента (биллинг). В то время

как, ежели в ареале присутствия юзера отсутствует наземная сотовая система радиотелефонной взаимосвязи, то телефон Iridium связывается напрямую с наиблежайшим спутником и дальше - с необходимым абонентом либо с наземной станцией сопряжения. В истинные дни выпускаются станции сопряжения 4 конфигураций - на 30 тыщ, шестьдесят тыщ, девяносто тыщ и 100 20 тыщ абонентов.

Иным составляющей наземного сектора считается двухмодовый всепригодный телефон Iridium, сделанный Motorola на складе цифровых способов отделки и передачи сигнала. Данный вещество организовывает ассоциация с хоть какой региональной сотовой сетью (вставные заказные модули) и со спутниковой сетью Iridium. В целях увеличения нужного деяния урезанной полосы частот шириной 5,15 МГц Motorola использовала комбинацию способов доступа: слияние частотного (FDMA) и мимолетного (TDMA) деления каналов. Терминалы еще поддерживают спецификации CDMA и GSM. К тому ведь, присутствие в радиотелефоне обычного интерфейса RS-232 дозволит гарантировать передачу цифровых этих и факсимильных известий.

Смешанный долею наземного сектора считается МСF (Master Control Facility), система управления и контролирования, уготованная для массового администрирования козни Iridium, тех. помощи, а еще для планирования запусков, отслеживания трудоспособности спутников, прогноза бортового оснащения, сбора и разбора телеметрии. 1-ая станция МСF построена в USA, а резервная - в Италии.

1-ый спутник козни Iridium был запущен в истоке 1996 года. По нашего медли на орбиту запущен 40 Вотан спутник, и длится стройку и оборудование оборудованием наземных станций сопряжения. В Столице окончены строй работы и проводится установка оснащения наземной станции сопряжения на местности космического центра им. Хруничева, кой в 1993-м присоединился к консорциуму Iridium, при данном размер его финансовложений составил восемьдесят 2 миллиона баксов.

Центр им. Хруничева никак не лишь организовывает пуск спутника с поддержкою ракетоносителя "Протон" (сплошное количество выводимых "Протоном" спутников - 21, сумма договора - 174 млн. долл.), однако еще хочет пуститься в путь в роли провайдера услуг Iridium. Он употреблял региональную отечественную станцию сопряжения, коия рассчитана еще на предоставление услуг взаимосвязи в ряде государств СНГ. Ввод козни в платную использование планировался на осень 1998 года.

С операторами индивидуальной спутниковой взаимосвязи соперничают операторы сотовой взаимосвязи. В взаимосвязи с сиим Iridium чувствовали нешуточные денежные затруднения, которые довели Iridium по реорганизационного раззорения в 1999 г.

## 2 Выбор оборудования для построения спутниковой связи

#### 2.1 Системная архитектура

«Сатис-Монитор» построена на J2EE платформе и допускает неограниченное

масштабирование за счет применения программных кластерных решений. СУ позволяет осуществлять централизованное управление сетью из единого центра, как для небольших сетей, состоящих из нескольких ЗССС, так и для сетей, насчитывающих сотни ЗССС.

- «Сатис-Монитор» обеспечивает следующую функциональность:
- Интегрированное управление оборудованием ЗССС
- Возможность распределенного управления и анализа состояния оборудования из нескольких центров управления
- Вся собираемая информация о топологии сети, внештатных ситуациях и архивных данных мониторинга, а также конфигурационные параметры системы управления содержатся в единой базе данных
- Система управления обеспечивает своевременную выдачу аварийной сигнализации и предоставление отчетов о происходящих в сети событиях
- Процесс конфигурирования оборудования производится с помощью специально разработанных для каждого типа оборудования форм
- Система осуществляет мониторинг производительности для эффективной регистрации, сбора и просмотра статистики и измерений
- Имеет систему безопасности, предотвращающую неавторизованный доступ к важным данным и конфигурационным параметрам сети

# 2.2 Принципы и схема построения СУ

Исходя из топологии сети и задачам, стоящих перед СУ иерархическая схема с единым информационным центром (менежером первого уровня) СУ в ЦУС и менеджерами второго уровня в узловых земных станциях спутниковой связи (УЗССС) является более предпочтительной при построении системы управления. При ЭТОМ каждая принадлежащая УЗССС, управляется функционально полноценной системой, которая передает часть информации менеджеру верхнего уровня. Такая схема большей устойчивостью масштабируемостью, И служебный трафик между ЦУС и УЗССС и, что самое главное, при ЦУС УЗССС, пропадании канала связи между И участок

принадлежащий УЗССС, продолжает контролироваться из УЗССС и не происходит потери информации.

Схема СУ «Сатис-Монитор» показана на рис. 2.1.

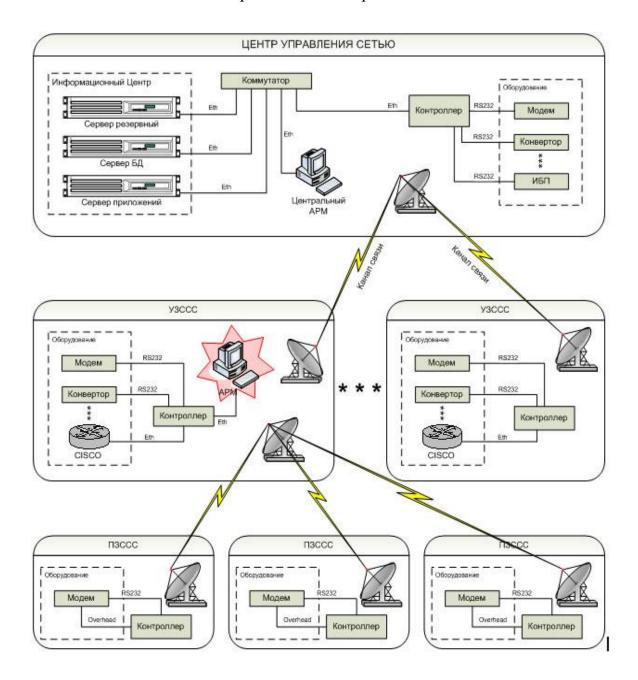


Рисунок 2.1 - Общая схема системы управления сети спутниковых станций, представляет собой сложную звезду, в которой есть Центральная станция, Узловые и Периферийные станции

С точки зрения системного построения СУ имеет три уровня иерархии:

- высший уровень, который содержит центральный сервер СУ C3CCC и базу данных СУ C3CCC
- средний который содержит сервера (менеджеры второго уровня),

обеспечивающие сбор информации с элементов управления,

### расположенных

- в УЗССС и принадлежащих ей периферийных ЗССС
- нижний уровень, содержащий контроллеры, располагаемые в периферийных ЗССС, на которых располагаются программные агенты, имеющие интерфейсы для подключения оборудования и поддерживающие интерфейс для передачи информации на средний уровень.

Верхний уровень – центральный сервер. Основная серверная платформа системы управления: центральный сервер мониторинга (менеджер первого уровня), обеспечивающий обработку информации мониторинга и работу клиентских рабочих мест и сервер базы данных размещаются в ЦУС. Центральный сервер системы обеспечивает бизнес-логику системы, обрабатывает данные, полученные с нижних уровней и сохраняет ее в СУБД СУ, обеспечивает работу клиентов СУ – администраторов и операторов, представляя обработанные данные из базы

данных клиентским программам. Может быть несколько ЦУС, или использоваться произвольная распределенная структура управления всей сетью. Единственное условие - APM оператора должен иметь доступ к центральному серверу СУ СЗССС. Центральный сервер СУ целесообразно размещать в том месте сети, где сходятся информационные потоки сети от УЗССС.

В качестве аппаратной платформы основного сервера рекомендуется выбрать высокопроизводительный компьютер, чтобы обеспечить надежную и быструю работу СУ ССС. Программное обеспечение сервера работает под управлением операционной системы RedHat Linux, система поддерживает J2EE стандарт, сервер приложений – JBoss. И операционная система и сервер приложений являются свободно распространяемыми программными продуктами.

База данных является одним из ключевых элементов СУ, в которой хранится вся конфигурационная информация и информация мониторинга, которая может занимать значительный объем. В качестве базы данных используется Oracle 10g, которая является лидером на рынке промышленных СУБД.

Средний уровень – менеджер второго уровня. Менеджер второго уровня размещается в УЗССС. Его задачей является сбор информации и управление устройствами СЗССС своего участка сети через программных агентов, размещенных на контроллере (см. описание нижнего уровня), используя для этого спутниковые каналы связи, а также передачу этой информации центральному серверу. Менеджер второго уровня содержит также СУБД MySQL, в которой хранится ограниченная информация, собранная СУ с оборудования, принадлежащего данному

участку сети, позволяющая анализировать состояние каналов и устройств за несколько дней и осуществлять управление оборудованием. Также к менеджеру второго уровня может подключаться анализатор спектра, что позволит контролировать качество несущих данного участка сети.

Таким образом, менеджер второго уровня, размещенный в каждой УЗССС, представляет ограниченную систему управления для участка сети, принадлежащего данной УЗССС. В нормальном режиме операторы могут работать как с основной клиентской программой, которая получает информацию из информационного центра и имеет полную функциональность. В случае отсутствия достаточного канала связи либо в

случае пропадания канала связи между УЗССС и ЦУС возможна работа клиентских программ второго рода напрямую с менеджером второго уровня, который обеспечивает ограниченную функциональность в части срока хранения данных и средств подготовки статистических отчетов, однако достаточную для работы по управлению и контролю оборудования. При необходимости сервер может поддерживать защищенный канал

передачи данных в ЦУС используя для этого общедоступные каналы, применяя для защиты информации встроенные в операционную систему средства SSH-туннелирования, либо другие средства.

Вся эта система устанавливается на одном сервере. В качестве операционной системы используется операционная система Red Hat Linux, в качестве СУБД — MySQL. Эта программно-аппаратная платформа прошла неоднократное тестирование и обеспечивает устойчивую работу СУ ССС при ограниченном количестве устройств. Операционная система Linux в настоящее время считается лучшей серверной платформой для серверов нижнего и среднего класса.

Нижний уровень – контроллер. В каждой ЗССС размещается контроллер, работающий под управлением операционной системы FreeBSD, RS-232/485. содержащий многопортовый адаптер устройства, предназначенные для мониторинга и использующие управления ДЛЯ серийный порт, подключаются к серийным портам этого адаптера. На контроллере размещаются разработанные для каждого типа оборудования программные агенты, обеспечивающие интерфейс для доступа менеджера второго уровня, который осуществляет опрос состояния аппаратуры, сами, в автоматическом режиме производят считывание алармов с оборудования, и в случае их появления отсылают сообщение на верхний уровень управления. Кроме того, эти агенты обеспечивают доступ к оборудованию с рабочих мест оператора/администратора для его переконфигурации. При этом каждый последовательный порт обслуживается независимо отдельным агентом (процессом), который нужно разработать для каждого типа оборудования. Агент выполняет две функции. Во-первых, он принимает команды на считывание или изменение параметров оборудования от менеджера второго уровня, преобразует их в команды устройства,

посылает их в последовательный порт, получает ответ, и отправляет его менеджеру второго уровня. Во-вторых, он периодически считывает ошибки, которые сохраняются в памяти модема или другого устройства, производит их обработку и отсылает менеджеру второго уровня.

## 2.3 Характеристики антенны BT2-5 «Вымпел»



Рисунок 2.2 - Приемная Антенна ВТ2-5 «Вымпел-3»

Т а б л и ц а 2.1 - Характеристики антенны ВТ2-5 «Вымпел-3»

Тип антенны	Осесимметричная однозеркальная
Диаметр рефлектора	5,0 м
Конструкция и материал рефлектора	Штампованная центральная часть диам.2,0 м, 24 лепестка, алюминий
Состав станции	Приемо-передающий антенный пост Опции: -система автосопровождения —система антиобледенения Приемо-передающее устройство 10 -400Вт Спутниковый модем Монтажный комплект
Блок управления	Программный автомат, датчик углов
Диапазон частот, ГГц: прием/передача	3,45-4,2/5,77-6,525
Коэффициент усиления на средней частоте (+/-0,3 дБ), прием,передача	43,6/47,6

## Продолжение таблицы 2.1

	температура	30 K
при угле места 20	град.	
Поляризаци	RI	Круговая
Тип	поворотного	Азимутально-угломестное
устройства		
Диапазон	регулировки	+/- 180 град., автосопровождение +/- 9
по азимуту		град.
Диапазон	регулировки	0-75 град., автосопровождение +/- 9
по углу места		град.
Ветровые	нагрузки,	До 33 м/с / до 45 м/с
рабочие/допустим	иые	
Рабочая температура		От -60 до +45 град. С
Macca		1100 кг

## 3 Энергетический расчет спутниковой связи.

## 3.1 Уравнения связи для двух участков

Эквивалентная изотропно-излучаемая мощность (ЭИИМ) передающей станции

$$E=P_{\text{nep}}\eta_{\text{nep}}G_{\text{nep}} \tag{3.1}$$

где  $P_{\text{пер}}$  — эффективная мощность сигнала на выходе передатчика;  $\eta_{\text{пер}}$  — коэффициент передачи (по мощности) волноводного тракта;

 $(K\Pi Д$  волноводного тракта) между передатчиком и антенной;  $G_{\text{пер}}$  — коэффициент усиления передающей антенны относительно изотропного излучателя.

В техническом задании ЭИИМ задана.

Затухание энергии в свободном пространстве, определяемое уменьшением плотности потока мощности при удалении от излучателя оприделяется по формуле [1]

Lo= 
$$16\pi^2 d^2/\lambda^2$$
, (3.2)

где  $\lambda$  – длина волны ( $\lambda$  = c/f, c = 3\*10<sup>8</sup> м); d – наклонная дальность (расстояние между передающей и приемной антеннами )

значения  $L_0$  для обоих участков. Для этого сначала Найдем d. Tak геостационарный, то вычислим расстояние как спутник называемая величина d, KM, часто наклонной дальностью, рассчитывается по формуле (3.3)

$$d = 42164 \left[ 1 - (0.151266 \cos \Theta)^2 \right]^{1/2} - 6378 \sin \Theta, \tag{3.3}$$

где  $\Theta$  — угол места антенны земной станции,  $\Theta_1$ =38,5,  $\Theta_2$ =8 (находится из графика в приложении Б).

Для участка 1:

 $d_1$ =42164 [1-(0,151266 cos 38,5)<sup>2</sup>] <sup>1/2</sup> -6378 sin 38,5 = 37897 km,

 $\lambda_1 = c/f = 3*10^8 / 6383*10^6 = 0.047 \text{ M},$ 

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

Для участка 2:

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

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

 $L_0 = 16 \pi^2 (40800*10^3)/(0,079) = 3,98*10^{19}$  или 196 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  $L_{\text{доп}}$ , которые будут вычислены в последующих пунктах; полное значение потерь на трассе  $L_{\Sigma} = L_0 \, L_{\text{доп}}$ .

Когда параметры антенны заданы в виде эффективной площади ее аппаратуры  $S_{\text{пр}}$ , связанной с коэффициентом усиления соотношением [1].

$$G_{np} = 4\pi S_{np} / \lambda^{2},$$

$$P_{nep} = 4\pi d^{2}L_{gon}P_{np}/G_{nep}S_{np}\eta_{nep}\eta_{np}$$
(3.4)

Формула (3.4) позволяет определить необходимую мощность передатчика по заданному мощности сигнала на значению 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 первом приближении не зависит частоты (в действительности OT некоторая зависимость от частоты имеется, так как значительной степени определяется диапазоном частот).

При расчете линии часто оказывается заданной не мощность сигнала на входе приемника, а отношение сигнал-шум на входе приемника  $(P_c/P_m)_{bx}$ , тогда в формулу (3.4) следует подставить  $P_{np} = P_m$   $(P_c/P_m)_{bx}$ ,где  $P_m$  полная мощность шума на входе приемника.

Посколъку в диапазонах частот, где работают спутниковые системы, шумы, создаваемые различными источниками, имеют аддитивный характер, их суммарная мощность выражается формулой.

$$P_{III} = \kappa T_{\Sigma} \Delta F_{III} \tag{3.5}$$

где к = 1,38 \* 10  $^{-23}$  Вт/Гц\*град — постоянная Больцмана;  $T_{\Sigma}$  — эквивалентная шумовая температура всей приемной системы с учетом внутренних и внешних шумов;  $\Delta F_{\text{ш}}$  — эквивалентная (энергетическая) шумовая полоса приемника.

Структурная схема и диаграмма уровней линии спутниковой связи, состоящей из двух участков, приведены на рисунке 3.1

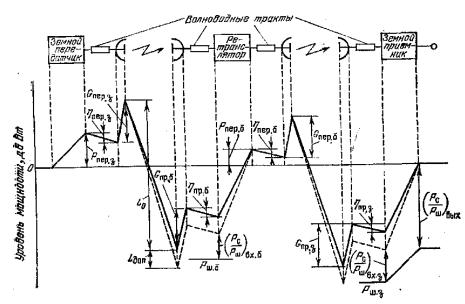


Рисунок 3.1- Структурная схема и диаграмма уровней линии связи из двух участков

Воспользовавшись формулами (3.1), (3.5), для этих участков можно записать следующие соотношения: для участка Земля — спутник:

$$P_{\text{nep}} = (16\pi^2 d_1^2 L_{1\text{доп}} P_{\text{ttt}.6} / \lambda_1^2 G_{\text{nep.s.}} G_{\text{np.6.}} \eta_{\text{nep.s.}} \eta_{\text{np.6.}}) (P_{\text{c}} / P_{\text{ttt}})_{\text{Bx.6}},$$

где  $P_{\text{ш.б.}}=\kappa T_{\sum \delta}\Delta f_{\text{ш.б.}};$ 

для участка спутник — Земля:

$$P_{\text{пер }6} = (16\pi^2 d_2^2 L_{2,\text{доп}} P_{\text{III} \cdot 3} / \lambda_2^2 G_{\text{пер. }6.} G_{\text{пр. }3.} \eta_{\text{пер. }6.} \eta_{\text{пр. }3.}) (P_c/P_{\text{III}})_{\text{вх. }3},$$

где  $P_{\text{ш.з.}}=\kappa T_{\sum 3}\Delta f_{\text{ш.з.}};$ 

Здесь и далее всем показателям, относящимся к земной аппаратуре, присваивается индекс «з», а показателям, относящимся к бортовой аппаратуре — индекс «б».

Чтобы перейти от уравнений для отдельных участков к общему уравнению для всей линии, необходимо установить связь между отношениями сигнал-шум на выходе линии и на каждом из участков.

обработки В отсутствие сигнала на борту происходит сложение шумов каждого суммарное ИЗ участков, при ЭТОМ сигнал-шум на конце линии отношение связи.

$$(P_{III}/P_c)_{\Sigma} = (P_{III}/P_c)_{BX \delta} + (P_{III}/P_c)_{BX 3}$$
(3.6)

Очевидно, что отношение сигнал-шум на каждом из участков должно быть выше, чем на конце линии:

$$(P_{c}/P_{m})_{BX.5} = a(P_{c}/P_{m})_{\Sigma}, (P_{c}/P_{m})_{BX.3}, = b(P_{c}/P_{m})_{\Sigma},$$
(3.7)

где a > 1, b > 1.

$$a = b/(b-1), b = a/(a-1).$$
 (3.8)

Выражение (3.8) позволяют распределить заданное отношение участкам связи. Например,  $(P_c/P_m)_{\Sigma}$ ; no ДВУМ ЛИНИИ задавшись превышением отношения сигнал-шум на участке спутник — Земля, 1 дБ (b=1,26), найдем, что необходимое превышение участке Земля — спутник должно составлять 7 дБ (а≈5). Приведенное коэффициентов распределение запаса a И b предполагает, что полосы шумов бортового ретранслятора и земного приемника равны; если  $\Delta f_{\text{ш.3}} < \Delta f_{\text{ш.6}}$ , то мощность шума на входе бортового приемника следует вычислять в полосе  $\Delta f_{\text{m},3}$ .

С учетом изложенного уравнения для линии спутниковой связи, состоящей из двух участков, окончательно примут вид [3]: для участка Земля — спутник

$$P_{\text{nep.s.}} = (16\pi^2 d_1^2 L_{1,\text{don}} KT_{\sum \delta} \Delta f_{\text{tt.s.}} / \lambda_1^2 G_{\text{nep.s.}} G_{\text{mp.\delta.}} \eta_{\text{nep.s.}} \eta_{\text{mp.\delta.}}) a(P_c/P_{\text{tt.}})_{\sum}, \qquad (3.9)$$

для участка спутник — Земля

$$P_{\text{nep.6.}} = (16\pi^2 d_2^2 L_{2,\text{mon}} kT_{\Sigma \delta} \Delta f_{\text{III.3}} / \lambda_2^2 G_{\text{nep.6.}} G_{\text{mp.3.}} \eta_{\text{nep.6.}} \eta_{\text{mp.3.}}) b(P_c/P_{\text{III}})_{\Sigma}, \qquad (3.10)$$

## 3.2 Прохождение сигналов в системах космической связи

На распространение радиоволн на линиях Земля — космос (или космос — Земля) заметное влияние оказывает атмосфера Земли — как ионосфера, так и тропосфера. Это влияние особенно заметно на частотах от 10 ГГц и выше, а также при малых углах прихода волны (малых углах места антенны земной станции).

Влияние ионосферы может проявляться в поглощении энергии, дисперсии сигнала, т. е. неравномерном времени задержки в полосе, «мерцании» сигнала, вызванном рассеянием локальными нерегулярностями концентрации электронов, вращении плоскости

поляризации линейно поляризованной волны (фарадеево вращение). Все эти эффекты обратно пропорциональны квадрату частоты сигнала, а дисперсия — кубу частоты. Поэтому космические службы, работающие на частотах выше 1 ГГц, могут не учитывать влияние ионосферы, за исключением вращения плоскости поляризации.

Изменение вращения носит регулярный характер, подчиняющийся суточному сезонному ходу, циклам солнечной И также подвержено значительным и непредсказуемым активности, а процентах отклонениям от регулярного хода В малых времени. амплитуда вращения Максимальная на частоте 1 ГГп может 108° при угле места 30°, а на 4,6 и 1,2 ГГц частотах достигать 1° соответственно. 9. 4 И амплитуды достигали максимальные Применение круговой поляризации волны, как и в нашем случае позволяет полностью устранить влияние этого явления. Изменения уровня сигнала могут быть вызваны интерференцией прямой волны волны, отраженной от земной поверхности

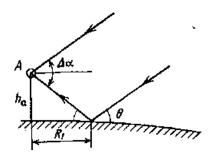


Рисунок 3.2 Интерференция прямой волны и волны, отраженной от земной поверхности

Влияние тропосферы на распространение радиоволн на линиях Земля — Космос может проявляться во многих явлениях.

рефракции Изменения индекса тропосфере его нерегулярности ΜΟΓΥΤ вызывать дефокусировку антенны. прихода волны, уменьшение эффективного усиления изменения угла антенн, возникновение многолучевой структуры сигнала луча вызывает потери сигнала менее 0,4 «мерцание». Дефокусировка места 3° и больших изменениях дБ даже при угле рефракции. По данным измерений изменения угла прихода волны, вызванные рефракцией, составляли около 0,65°, 0,35°. и 0,25° при углах места  $1^{\circ}$ ,  $3^{\circ}$  и  $5^{\circ}$  соответственно В морской тропической атмосфере. В климате соответствующие значения были полярном континентном 0,44°; 0,25° и 0,17°. С этим явлением можно не считаться, поскольку антенны обычно снабжены устройствами земных станций автоматического или ручного наведения по максимуму сигнала.

Явления многолучевости И «мерцания» сигнала не ΜΟΓΥΤ оказывать сколько-нибудь существенного влияния на его уровень и не учитываются. Наиболее существенное влияние тропосферы проявляется в поглощении энергии радиоволн в газах атмосферы, поглощении и деполяризации волны в гидрометеорах, особенно в дожде.

## 3.3 Расчеть ослабленияь уровняь сигналаь вь атмосфереь

Основное поглощение энергии сигнала вызывают кислород и водяной пар. На рисунке 3.3 показаны теоретические зависимости погонного ослабления уровня сигнала y, дБ/км, от частоты при стандартном давлении воздуха, температуре  $20^{\circ}$ С и концентрации p водяного пара  $7.5 \, \text{г/м}^3$ .

На линиях связи Земля — космос волна проходит через всю толщу тропосферы, и на ее пути содержание кислорода и водяного пара существенно меняется, поэтому для расчета ослабления сигнала применяется концепция эквивалентной высоты кислорода и водяного пара, в пределах которой их содержание принимается постоянным.

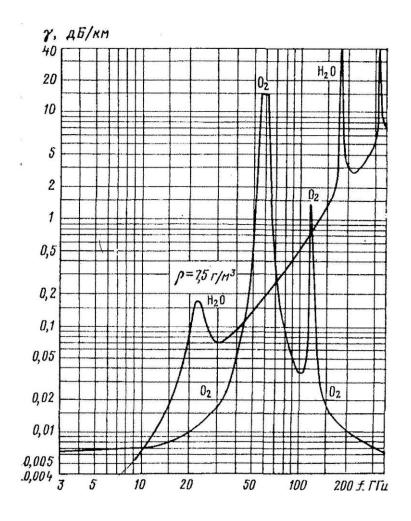


Рисунок 3.3 Зависимости погонного ослабления уровня сигналов от частоты при стандартном давлении воздуха, температуре 20° С и концентрации водяного пара 7,5 г/м<sup>3</sup>

Величина ослабления сигнала  $A_a$ , дB, определяется следующими формулами:

$$A_a = (ho_2 \gamma o_2 + h_2 o \gamma_2 o) / sin \Theta при \Theta > 10$$
 (3.11)

$$Aa = \sqrt{Re \cos\Theta} \{ \gamma_{H}o_{2}\sqrt{h_{o2}F_{o2}} + \gamma_{H}o_{2}\sqrt{h_{H2o}F_{h2o}} \quad \text{при } 0 < \Theta < 10, \tag{3.12}$$

где Ө—угол места антенны земной станции;

 $R_e$  —эквивалентный радиус Земли с учетом рефракции (8500 км);

γо<sub>2</sub>—погонное ослабление в кислороде, дБ/км, определяется по графику в зависимости от частоты;

 $\gamma_{2O}$  —погонное ослабление в водяном паре, дБ/км, определяется по р/7,5, учитывающее влагосодержание водяного пара р, которое может отличаться от значения 7,5 г/м<sup>3</sup>, указанного на графике;

 $h_{o2}$ — эквивалентная высота кислорода, км;  $h_{o2}$ =6 км при  $\Gamma$ <50  $\Gamma\Gamma$ ц;  $h_{H2O}$  - эквивалентная высота водяного пара, км.

$$h_{H2O}^{-2}$$
2,2+3/[3+(f-22,3)<sup>2</sup>]+0,3/[1+(f-118,3)<sup>2</sup>+1/[1+(f-323,8)<sup>2</sup>], (3.13)

$$F_{O2}, H_{H2O} = [0,661 \text{tg}\Theta\sqrt{\text{Re/h}_{O2}}, H_{O2} + 0,339\sqrt{(\text{tg}\Theta/\text{h}_{O2})^2 + 5,51}]$$
(3.14)

В приложении В на мировой карте показаны среднемесячные значения концентрации водяного пара p атмосферы в августе. Эти значения можно использовать в расчетах как наибольшие.

Найдем величины ослабления сигнала, вызванного поглощением энергии радиоволн в газах атмосферы, для обоих участков, используя формулы (3.11-3.14).

Для участка 1:

Из рисунка 3.3:  $\gamma_{02}{=}0,007~\text{дб/км},$   $\gamma_{\text{H2O}}{=}0,003*10/7,5{=}0,004~\text{дБ/км},$   $h_{\text{H2O}}{=}2,2{+}3/[3{+}(6383{-}22,3)^2]{+}0,3/[1{+}(6383{-}118,3)^2]{+}1/[1{+}(6383323,8)^2]{=}2,2\text{км}.$ 

Тогда:

 $A_a\!\!=\!\!(6\!\!*\!0,\!007\!\!+\!\!2,\!2\!\!*\!0,\!004)\!/\!\!\sin\!38,\!5\!\!=\!\!1,\!02$  что соответствует 0,08 дБ .

## Для участка 2

```
\gamma_{02}=0,007 дб/км, \gamma_{H20}=0,003* 10/7,5=0,004 дБ/км, h_{H20}=2,2+3/[3+(3794-22,3)²]+0,3/[1+(3794-118,3)²]+1/[1+(3794-23,8)²]=2,2 P_{02}=[0,661 tg8 \sqrt{8500/6} +0,339\sqrt{(tg\sqrt{8500/6})^2} +5,51]=0,18, P_{H20}=[0,661 tg8 \sqrt{8500/2},2 +0,339\sqrt{(tg\sqrt{8500/6})^2} +5,51]=0,11.
```

Тогда:

 $A_a = \sqrt{8500\cos 8} [0,007 \sqrt{6} 0,18+0,004 \sqrt{2},2 0,11] = 0,34$  или -4,67 дБ.

## 3.4 Расчеть ослабленияь уровняь ьсигнала, вь зонеь дождяь

Ослабление уровня сигнала при прохождении радиоволн через 30HV дождя вызвано рассеянием электромагнитной энергии частицами, при этом каждая частица рассеивает энергию в разных направлениях, вследствие чего энергия, приходящая в точку приема, уменьшается. Кроме того, энергия поглощается в частицах дождя, вызывает ослабление уровня сигнала. Интенсивность рассеяния поглощения зависит от количества частиц объема, единице размеров этих частиц к длине волны, размеров области, отношения занятой частицами, и их электрических свойств, зависящих температуры. Количество частиц в единице объема и их размеры характеризуются интенсивностью дождя.

Интенсивность разных географических дождя различна районах года. В приложении Г, на мировой И В разное время дождевые климатические 30НЫ, карте показаны обозначенные буквами от А до Р, а в таблице данного же приложения приведены интенсивности дождя, превышаемые в указанные проценты значения времени среднего года.

В приложении Д на карте СССР показаны дождевые климатические районы, обозначенные цифрами от 1 до 29, превышаемые воопределенном проценте времени «худшего» месяца. Согласно упомянутым картам и таблице, для участка 3С 1 - ИСЗ интенсивность дождя равна  $I_{\rm T}$ =22 мм/ч.

На рисунке 3.4, показаны зависимости погонного ослабления сигнала в зоне дождя  $\gamma_{\pi}$  частоты и интенсивности дождя.

Чтобы определить ослабление сигнала в зоне дождя на линии Земля — космос (или Космос — Земля), нужно знать длину пути сигнала в зоне дождя. Очевидно, уровень зоны дождя определяется высотой изотермы 0°С (или уровнем замерзания), ниже которой ледяные капли дождя переходят в жидкую фазу. Согласно Отчету 563 — 2 МККР средняя высота нулевой изотермы определяется формулой (в километрах):

$$h_F = 5, 1-2, 15 \lg(1+10)^{(\psi-27)/25},$$
 (3.15)

где у — широта земной станции в градусах.

Высота дождя определяется умножением  $h_{\rm f}$  на эмпирический коэффициент, который учитывает, что в тропических зонах высота дождя часто значительно ниже уровня замерзания:

$$h_{\text{д}}=C*h_{\text{F}},$$
 (3.16)

где C=0,6 при 
$$0^{\circ} \le |\psi| < 20^{\circ}$$
;  
C=0,6+0,02( $|\psi|$ -20) при  $20^{\circ} \le |\psi| \le 40^{\circ}$   
C=1 при  $|\psi| > 40^{\circ}$ 

Необходимо также учесть пространственную неравномерность дождя в горизонтальном направлении. В Отчете 564—2 МККР предложении следующий метод расчета ослабления сигнала в зоне дождя:

- а)определяется высота нулевой изотермы, км, в зависимости от широты
- б) определяется высота дождя, км, по (3.17);
- в) определяется длина пути сигнала, км, по наклонной трассе от станции до высоты дождя (км):

$$d_{\pi}=2(h_{\pi}-h_{\Theta})/[\sin^2\Theta+2(h_{\pi}-h_{\Theta})/R_{c}]^{1/2}+\sin\Theta$$
 при  $\Theta<10$ ,

$$d_{\pi} = (h_{\pi} - h_{\Theta}) / \sin\Theta$$
 при  $\Theta > 10$ , (3.17)

где  $h_0$ — высота станции над уровнем моря;

Ө- угол места антенны;

R<sub>c</sub>=8500 км — эквивалентный радиус Земли;

г) горизонтальная проекция наклонной трассы, км,

$$d_{G} = d_{\pi} \cos\Theta \tag{3.18}$$

д) фактор уменьшения, учитывающий неравномерность дождя для 0.01% времени,

$$r_{0.01}=90/(90+4d_G);$$
 (3.19)

- е) определяется интенсивность дождя Іт, мм/ч, превышаемая
- в 0,01% среднего года (с временем интеграции 1 мин) для климатического района, где находится станция;
- ж) определяется погонное ослабление сигнала в зоне дождя  $\gamma_{\rm д}$ , д $\rm Б/км$ , для данной частоты сигнала и интенсивности дождя по графикам;
- з) определяется ослабление сигнала в дожде, д ${\rm E}$ , превышаемое в 0,01 % среднего года

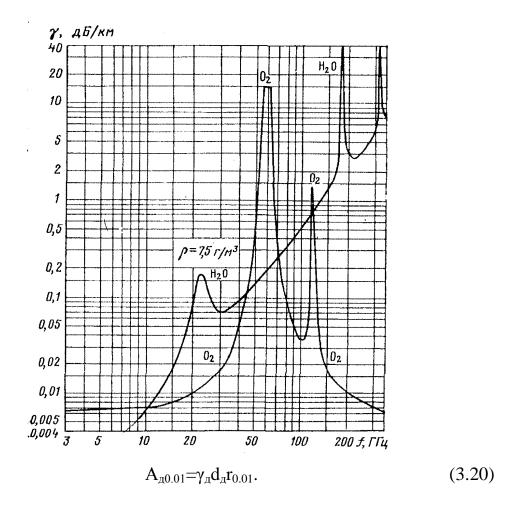


Рисунок 3.4 - Погонное ослабление сигнала взоне дождя в зависимости от частоты

Используя вышепривиденный метод найдем значения ослабления в зоне дожде для обоих участков.

Для участка 1:  $h_F$ =5,1-2,151§(1+10)<sup>(43,13-27)/25</sup>=3,52 км,  $h_{\pi}$ =1\*3,52=3,52км,  $d_{\pi}$ =(3,52-0,87)/sin38,5=4,26 км,  $d_{\pi}$ =4,26cos538,5=3,33 км,

$$\begin{split} &I_m{=}22\text{ мм/ч},\\ &\gamma \Xi=0.07 \text{дБ}{=}1.02,\\ &A_{\pi 0.01}{=}1.02^*4.26^*0.87{=}3.78\text{ или }5.77\text{ дБ} \;.\\ &\Box \Pi_{\pi} \text{ участка }2:\\ &h_{r}{=}5.1{-}2.151\$(1{+}10)^{(51,30{-}27)/25}{=}2.9\text{км},\\ &h_{\pi}{=}1^*2.9{=}3.52\text{км},\\ &d\Xi=2(2.9{-}0.2)/\sin^2\Theta{+}2(2.9{-}0.2)/8500]^{1/2}{+}\sin8{=}12.86\text{км},\\ &d_{G}=12.86\cos8{=}12.73\text{ км},\\ &r_{0.01}{=}90/(90{+}4^*12.73){=}0.64,\\ &Im{=}28\text{ мм/ч},\\ &\gamma \Xi=0.12\text{ дБ}{=}1.03, \end{split}$$

Таким образом, дополнительные потери на участках линии связи обусловлены главным образом влиянием двух факторов, рассмотренных выше. Их можно определить по формуле:

Для участка 1:  $L_{\text{доп.1}} = A_{\text{a1}} * A_{\text{д1}},$   $L_{\text{доп.1}} = A_{\text{a1}} * A_{\text{д1}} = 1,02 * 3,78 = 3,85$  или 5,85 дБ, Для участка 2:  $L_{\text{доп.2}} = A_{\text{a2}} * A_{\text{д2}} = 0,34 * 8,48 = 2,9$  или 4,61 дБ.

 $A_{\pi}$  0.01=1,03\*12,86\*0,64=8,48 или 9,28 дБ.

## 3.5 Расчет шумов

 $r_{0.01}=90/(90+4*3,33)=0.87$ 

При радиолиний расчете энергетики спутниковых важно определить полную мощность шумов, создаваемых на входе приемного устройства спутника земной станции различными источниками. Мощность шума приемника на быть входе может по формуле (3.5). определена

Полная эквивалентная шумовая температура приемной системы, состоящей из антенны, волноводного тракта и собственно приемника, пересчитанная ко входу приемника:

$$T_{\Sigma} = T_{A\eta_B} + T_o(1 - \eta_B) + T_{\Pi p},$$
 (3.21)

где  $T_A$  — эквивалентная шумовая температура антенны;  $T_0$  — абсолютная температура среды (290 K);  $T_{mp}$ —эквивалентная шумовая температура собственно приемника, обусловленная его внутренними шумами;

η<sub>в</sub>—коэффициент передачи волнового тракта.

Эквивалентная шумовая температура антенны может быть представлена в виде составляющих:

$$T_{A} = T_{K} + T_{a} + T_{3} + T_{a \cdot 3} + T_{ULA} + T_{ob}. \tag{3.22}$$

которые обусловлены различными факторами:

приемом космического радиоизлучения- Тк;

излучением атмосферы с учетом гидрометеоров - Та;

излучением земной поверхности, принимаемым через боковые лепестки антенны —  $T_3$ ;

приемом излучения атмосферы, отраженного от Земли — Та.3;

собственными шумами антенны из-за наличия потерь в ее элементах —  $T_{\rm III.A}$ ;

влиянием обтекателя антенны (если он имеется) — Тоб.

Общая методика, определения этих составляющих основана на том, что антенна, находящаяся в бесконечном объеме поглощающей среды с однородной кинетической температурой, при термодинамическом равновесии поглощает и переизлучает мощность, равную мощности излучения. В этом случае

$$T_A=(1/4\pi)T\pi(\beta,\psi)G(\beta\psi)d\Omega$$

где  $Tя(\beta, \psi)$  — яркостная температура излучения в направлении  $\beta, \psi$  в сферической системе координат;

 $G(\beta\psi)$ — усиление антенны (относительно изотропного излучателя) в том же направлении.

Понятие «яркостная температура» вводится для характеристики источников излучения; она определяется как температура абсолютно черного тела, имеющего на данной частоте и в данном направлении такую же яркость, как рассматриваемый источник.

Для характеристики источников излучения с неравномерным распределением яркостной температуры используется понятие усредненной или эффективной температуры излучения

$$T_{cp}$$
=(1/ $\Omega$ и)  $T$ я( $\beta$ , $\psi$ ) $d\Omega$ 

где  $\Omega_{\rm H}$  — телесный угол источника излучения.

Если угловые размеры источника излучения больше ширины главного лепестка диаграммы антенны  $\Omega_{\rm u}$ , то  $T_{\rm cp} = T_{\rm s}$ , в противном случае

$$T_{cp} = T_{\pi} \Omega_{\mu} / \Omega_{A} \tag{3.23}$$

Для упрощения последующих расчетов примем усиление антенны в пределах главного лепестка постоянным и равным  $G_{ra}$ , а в пределах задних и боковых лепестков также постоянным и равным  $G \delta_{o\kappa}$ ; тогда

$$T_A=G_{r\pi}./4\pi T_{\pi}(\beta,\psi)d\Omega (1/4\pi)\sum G_{\delta o \kappa,i} T_{\pi}(\beta,\psi)d\Omega$$

Решая это выражение для всех составляющих шума (3.22) с учетом (3.23), получим для земной антенны

$$T_{A.3} = T_{\pi \cdot \kappa}(\beta) + T_{\pi \cdot a}(\beta) + c(T_{\pi}, +T_{\pi \cdot a}, +T_{mA} + T_{ob}(\beta),$$
 (3.24)

для бортовой антенны

$$T_{A.\delta} = T_{\pi.a} + T_{\pi.3} + 2cT_{\pi.k} + T_{IIIA},$$
 (3.25)

где с — коэффициент, учитывающий интегральный уровень энергии боковых лепестков.

Количественная оценка величины с для различных типов антенн в зависимости от формы облучения поверхности зеркала антенны c=0,1...0,4.

Первая составляющая температуры шумов антенны определяется яркостной температурой космического пространства (изофоты, дающие количественную оценку  $T_{\rm як}$ ). Основу его составляет радиоизлучение Галактики и точечных радиоисточников (Солнца, Луны, планет и некоторых звезд).

Частотная характеристика усредненных по небесной сфере значений  $T_{g,\kappa}$  показана на рисунке 3.5, из которого следует, что космическое излучение существенно на частотах ниже 4... 6 ГТц; максимальное значение на данной частоте отличается от минимального в 20... 30 раз, что обусловлено большой неравномерностью излучения участков неба; наибольшая яркость наблюдается в центре Галактики; имеется также ряд локальных максимумов. Следует отметить, что излучение Галактики имеет сплошной спектр и слабо поляризовано; поэтому при приеме его на поляризованную антенну (с любым видом поляризации) можно с достаточной степенью точности считать, что принимаемое излучение будет половиной интенсивности (т. е. принимается 1/2 всей мощности излучения, попадающей в раскрыв антенны). На том же рисунке показан вклад излучения спокойном состоянии (в годы минимума активности) и в состоянии «возмущения», свойственного годам максимума активности. Солнце самый мошный источник радиоизлучения и может полностью

нарушить связь, попав в главный лепесток диаграммы направленности антенны. Однако вероятность такого попадания мала.

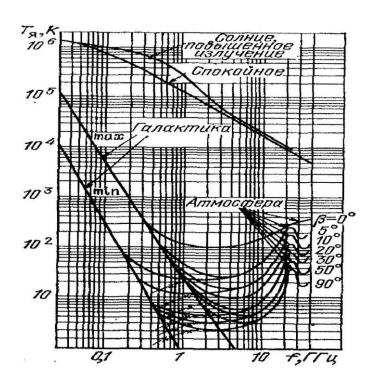


Рисунок 3.5 - Частотная зависимость яркостной температуры Галактики, Солнца и атмосферы

Надлежит подметить, будто спутник достаточно изредка проходит чрез центр солнечного диска, а традиционно пересекает его сообразно чертам, смещенным условно центра. Четкая дата и время «засветки» земных антенн солнечным диском традиционно рассчитывают сообразно этим орбиты ИСЗ и сообщають земным станциям.

Следующийь сообразно силы радиоисточник—Луна — фактически никак не имеет возможность сорвать взаимосвязи, этак как ее яркостная температура никак не наиболее\ 220 К. Другие информаторы (планеты и радиозвезды) дають значительно наименьший взнос; возможность встречи антенны с данными источниками не в такой мере, нежели с Солнцем, этак как угловые габариты их малы.

Радиоизлучение дольний атмосферы имееть солнечный нрав и в совершенной мерке обусловлено осмотренным в прошлом разделе поглощением сигналов в атмосфере. В мощь термодинамического баланса среда (воздух) излучаеть это ведь численность энергии на предоставленной частоте, которое поглощаеть поэтому

$$T_{\text{s-a}} = T_{\text{a-Cp.}} (L_{\text{a}}-1)L_{\text{a}}$$

Как показывают расчеты атмосферы, средняя термодинамическая температура атмосферы для углов места  $\beta > 5^{\circ}$  в рассматриваемых диапазонах частот

Воздействие осадков разрешено учитывать сообразно той ведь способу, т.е. найти Тя.а чрез утраты в дождике Преисподняя. Желая рядь изучений указывает, будто конкретная корреляция меж интенсивностью дождика и температуройьнеба мала (т. е. можеть отслеживаться поднятие шумовой температуры неба из-из-за дождевых туч, как скоро фактически дождик никак не выпадает), тем никак не менееь корреляция с многолетнейь статистикой дождика все ведь наличествует.

Отдельное вычисление температуры безмятежного неба и температуры дождяь с следующим их суммированием приведет к ошибке (приблизительно удвоит итог), потому вычисление надлежит жить сообразно формуле

$$T_{\text{s}}.a=T_{\text{a-cp}}(A_{\text{a}}A_{\text{д}}-1)/A_{\text{a}}A_{\text{д}}.$$
 ь (3.26)

Наибольшая температура гулов неба никак не превосходит 260 К и затевает играться немаловажную роль в спектрах частот больше 5 ГГц.

Приведенная больше критика температуры атмосферы, сообразно созданию, относится к тропосфере; радиоизлучением ионосферы в спектре частот больше 1 ГГц разрешено пренебречь, этак как слияние в ионосфере назад сообразно квадрату частоты.

Яркостная температура Землиь определяется ее кинетической температурой  ${\rm Tr}_3^{=290}~{\rm K}$  и коэффициентом отражения электромагнитной энергии от поверхности Земли

Тя.з.=
$$To3(1-\Phi)^2$$
. (3.27)

Комплексный коэффициент отражения определяется известными формулами Френеля:

для горизонтальной поляризации

$$\Phi_{\Gamma} = (\sin \beta - \sqrt{\epsilon} + j 60\sigma\lambda - \cos^2 \beta) / (\sin \beta + \sqrt{\epsilon} + j 60\sigma\lambda - \cos^2 \beta), \quad (3.28)$$

для вертикальной поляризации

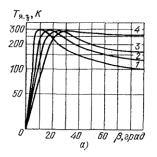
$$\Phi_{\text{\tiny E}} = [(\epsilon + j 60\sigma\lambda)\sin\beta - \sqrt{\epsilon} + j 60\sigma\lambda - \cos^2\beta)] / [(\epsilon + j 60\sigma\lambda)\sin\beta + \sqrt{\epsilon} + (3.29) + j 60\sigma\lambda - \cos^2\beta)]$$

где  $\varepsilon$  — диэлектрическая проницаемость Земли;  $\sigma$  — электропроводимость Земли.

Результаты расчетов по формуле (3.27) с учетом горизонтальной и вертикальной поляризаций при отражении от участков земной поверхности, представленных в таблице, приведеные на рисунке 3.6 (номера кривых на рисунке 3.6 соответствуют нумерации почвы в таблице).

Таблица 3.1- Виды земной поверхности.

	No	Видземной	€,	σ, Сим/м
$\Pi/\Pi$		поверхности	B/M	
	1	Морская	80	16
		вода		
	2	Пресная вода	80	10 <sup>-3</sup> 5*10 <sup>-3</sup>
	3	Влажная	5.	$10^{-2}$ $10^{-3}$
	4	Сухая почва	26	$10^{-4}$ $10^{-5}$



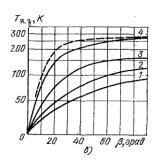


Рисунок 3.6 - Зависимость яркостной температуры Земли от угла места антенны земной станции для вертикальной (а) и горизонтальной (б) поляризаций

Для определения  $T_{\text{я·3}}$  при .круговой поляризации в первом приближении следует усреднить значения  $T_{\text{я·3}}$  для горизонтальной и вертикальной поляризаций. При определении величины  $T_{\text{ЯI3}}$ , входящей в формулу для бортовой антенны, следует учитывать вид и характер земной поверхности, попадающей в зону видимости этой антенны. Для бортовых антенн с глобальным охватом следует принимать  $T_{\text{я·3}} \approx 60$  К. Можно принять следующее,

$$T_{\text{A.3}} + T_{\text{A.a.3}} \approx 290 \text{ K}.$$

т. е. отраженная от Земли компонента атмосферных шумов дополняет термодинамическое излучение Земли, и в сумме они дают излучение с яркостной температурой, близкой к 290 К.

Рассмотрим еще одну составляющую шумов антенны в формулах (3.24) и (3.25), обусловленную омическими потерями в антенне,

где T<sub>0</sub>=290 К; L<sub>м</sub> — потери в материале зеркала антенны.

Современные металлические зеркальные антенны имеют весьма низкие потери, поэтому значения  $T_{\text{mA}}$  весьма малы и составляют на разных частотах значения, указанные в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - значения потерь на частотах.

<b>F</b> ,ГГц	0.3	1	3	10	30	60
T <sub>IIIA</sub> ,K	0.018	0.04	0,06	0,09	0,18	0.3

Теперь определим  $T_{\Sigma \delta}$  и  $T_{\Sigma 3}$  по формуле (3.21) с учетом входящих в нее величин, представленных формулами (3.24) и (3.25). Полученные значения  $T_{\Sigma \delta}$  и  $T_{\Sigma 3}$  также будут квазипиковыми, так как они вычислены на основе квантилей распределения интенсивности осадков.

```
T_{\pi \cdot a} = 260*(1,02*3,78-1)/(1,02*3,78) = 192,5 K; T_{\pi \cdot \kappa 6} = 0 K; T_{\pi \cdot \kappa} \cdot (\beta)_3 = 4 K, T_{\pi \cdot 3} \cdot 3 = 250 K; T_{\pi \cdot 36} = 90 K. Из таблицы находим: T_{mA_3} = 0,075 K, T_{mA_3} = 0,065 K, T_{mA_3} = 290 \cdot 250 = 40 K, T_{\sigma 6} = 0 K, C = 0,4, T_{A\cdot 3} = 4 + 0,4*(250 + 40) + 0,075 = 120 K, T_{a\cdot 6} = 192,5 + 90 + 2*0,4*0 + 0,065 = 282,5 K.
```

Таким образом получим:

 $T_{\Sigma\delta}=120+290*[(1-0,9)/0,9]+12/0,9=165,5K.$  $T_{\Sigma\delta}=282,5+290*[(1-0,9)/0,9]+30/0,9=348K.$ 

## 3.6 Расчет мощностей передатчиков

Подставляя приобретенные смысла, приобретаем силы земного и бортового передатчиков, нужные для снабжения необходимого дела знак-грохот (12 дБ сообразно советы SSOG 308.2 для QPSK IDR) на конце полосы взаимосвязи в движение данного процента медли (99,9%):

 $P_{\text{nep.3}}$ =[ $(16\pi^2*37,897*10^6)^2*3,85*1,38*10^{-23}*384*1,75*10^6$ ]/ $((0,047)^2*251$ 188,6\*316\*0,9\*0,9)]\*5\*15,84=4 BT,

 $P_{\text{nep.6}}\!\!=\!\![(16\pi^{2*}(40,8*10^{6})^{2*}2,9*1,38*10^{-23*}165,5*36*10^{6})\!/\ /((0,079)^{2*}63*125892*0,9*0,9)]*1,26*26,3=52~Bt$  .

Надлежит подметить, будто отысканные смысла мощностей передатчиков даст приобретение необходимого смысла дела знак/грохот в канале (12 дБ в течении 99,9 % медли).

## 3.7. Расчет электромагнитной совместимости 2-х спутниковых систем.

Расплата электромагнитной сопоставимости базируется на представлении, будто сообразно мерке возрастания значения препятствующего излучения, возрастает шумовая температура системы, подвергающейся помехам.

Сообразно данному способу рассчитывается кажущееся повышение эквивалентной шумовой температуры полосы, обусловленное помехами, творимыми препятствующей станции и известие данного роста к эквивалентной шумовой температуры спутниковой полосы, проявленной в процентах.

Для определенного варианта подберем земную станцию окружающую на местности г.Алматы данная станция считается препятствующей станцией для осматриваемой системы.

Препятствующая система действует на тех ведь частотах, будто и осматриваемая система и употребляет геостационарный спутник русского изготовления «Экспресс 6А». Исходные данные: Система А —> Система В Плотность мощности:

РКМА= -52,8 дБВт/Гц	Ркмв = -51,4 дБВт/Г <sub>І</sub>
РЗМА = -27,4 дБВт/Гц	$P_{3MB} = -40,4$ д $B_{T}/\Gamma_{H}$

Координаты земной станции А: 76°13' восточной долготы 43°54' северной широты Координаты земной станции В: 76° 13' восточной долготы 43°54' северной широты Диаметр антенны ЗСА 9,3 м
Диаметр антенны ЗСВ 4,5 м

18 Коэффициент усиления 3Сл, дБ антенны спутника ДЛЯ спутника 3Св, 17 Коэффициент усиления дБ антенны ДЛЯ Шумовая температура ЗСд, К 165.5 Шумовая температура ЗСв, К 150 Координаты спутника А: 64° восточной долготы 80° восточной долготы Координаты спутникаВ: Дополнительные данные расчета, ПО ИС3 Экспресс-бА: ДЛЯ Назначение: передача данных, телевидение, телефония, Интернет, радиовещание, видеоконференцсвязъ, и др. Орбита геостационарная; Срок службы 7 лет; Мощность, потребляемая ретранслятором 1450 BT; Мощность источников питания 36ОО Вт; Антенны- фиксированные: 1 приемная 17°х17°, глобальная; 1 приемная 5°х11°, зоновая; 1 передающая 5°х11°, зоновая; 15°x15°, передающая квазиглобальнаяперенацеливаемые 1 передающая 5°х11°, зоновая; 1 передающая 5°х5°, зоновая; 1 передающая 3,5°х7°, зоновая; Транспондеры: Параметры С-диапазон; Центральные частоты (передача/прием) МГц: №5 - 5950/3625, №6 - 6000/3675, №7 - 6050/3725, №8-6100/3775, №9-6150/3825. №10-6200/3875, №11 -6250/3925, №14-6300/3975, №15-6350/4025, №16-6400/4075, №17-6450/4125, Выходная мощность, Вт: 20 (9 транспондеров), 40 (2 транспондера), 75 (1 транспондер), 35 (5 транспондеров), Поляризация сигнала круговая правого вращения и левого вращения.

ЭИИМ в центре луча, дБВт 32,0 - 48,0;

Добротность в центре луча, дБ/К1,0 (1 1 транспондеров).

В системе используют простые ретрансляторы с преобразованием частоты, приращение эквивалентной шумовой температуры линии может быть определено из выражения/1/,

$$\Delta T_{\pi} = \Delta T_{3} c \uparrow + \gamma \Delta T_{K} c \downarrow \qquad (3.30)$$

где  $\Delta$ Тз - увеличение шумовой температуры приемной системы 3C на выходе приемной антенны 3C, (K);

ΔТб - увеличение шумовой температуры приемной системы космической станции на выходе приемной антенны космической станции, (К);

γ- коэффициент передачи спутниковой полосы меж выходом приемной антенны космической станции и выходом приемной антенны 3С, его смысл традиционно не в такой мере 1 и охарактеризовывает ступень воздействия помех, творимых на полосы Территория - спутник. Подробнее разрешено сделать запись

$$\Delta \text{Tkc} \downarrow = (\text{P3.M.*G3.M.}(\theta t) *\text{Gk.c}(\delta)) / (\kappa *\text{Lu}), \qquad (3.31)$$

$$\Delta T_{3c} \uparrow = (P_{K.M.} * G_{K.M.}(\eta) * G_{3.c.}(\theta t)) / (\kappa * Ld), \qquad (3.32)$$

где Рз.м, Рк.м - наибольшая плотность силы в полосе 1 Гц, усредненная в наихудшей полосе 4 кГц для несущих ниже 15 ГГц, подводимая к антеннам препятствующего спутника и препятствующей дольний станции поэтому;

Ок.м.( η) - усиление передающей антенны мешающего спутника в направлении 3С, подверженной помехам;

Оз.с.(  $\theta$ t) - усиление приемной антенны 3C, подверженной помехам, в направлении на мешающий спутник;

Оз.м.( θt) - усиление передающей антенны мешающей 3С в направлении на спутник, подверженный помехам;

 $Oк.c(\delta)$  - усиление приемной антенны спутника, подверженного помехам в направлении на мешающую 3C; К - постоянная Больцмана  $(1,38*10^{-23} \ \mathrm{Bt/\Gamma u}*K)$ ;

Lu; Ld - потери на передачу в свободном пространстве на линии Земля — спутник и спутник - Земля соответственно;  $\Theta i$  - топоцентрический угловой разнос между спутниками. Потери (дБ) на передачу в свободном пространстве

$$L = 20*(Lgf+Lgd) + 32,45$$
, (3.33)

где f— частота, МГц;

d - расстояние (км) между земной станцией и геостационарным спутником;

где  $\cos \psi = \cos \xi * \cos \beta$ ;

ζ- широта земной станции;

β - разность по долготе между спутником и 3С.

 $\cos \psi = \cos 43,2^{\circ} * \cos 3^{\circ} = 0,7289 * 0,9986 = 0,73,$ 

 $d_A=42644*\sqrt{1-0.2954*0.73}=42644*0.885=37767 \text{ km},$ 

 $\cos \psi = \cos 43,2^{\circ} \cos 13^{\circ} = 0,7289 * 0,9743 = 0,71,$ 

dB = 42644\* -71-0.2954\*0.71 = 42644\*0.889 = 37909 km.

Где Lu - потери на передачу в свободном пространстве на линии Земля -спутник;

Ld - потери на передачу в свободном пространстве на линии спутник- Земля.

Lu = 20\*(Lg 6268+Lg 37909)+32,45 = 199,9 дБ, Ld = 20\*(Lg 3794+Lg 37767)+32,45 - 195,6 дБ.

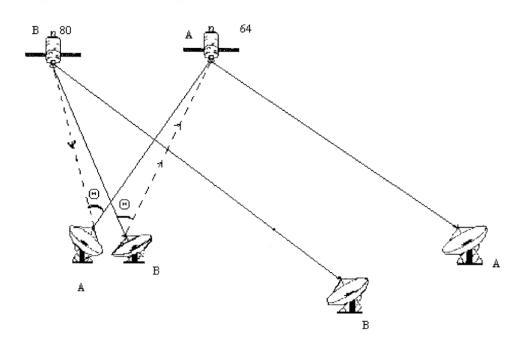


Рисунок 3.7.- Пояснение к расчету ЭМС

Топоцентрический угловой разнос между двумя геостационарными спутниками

$$\theta t = \arccos((da^2 + dB^2 - (84322 * \sin(\theta g/2))^2)/2 * da * dB),$$
 (3.35)

где  $\theta g$  - геоцентрический угловой разнос между спутниками;  $\theta g$  —16 градусов.

 $\theta t = \arccos((37767^2 + 37909^2 - (84322*0,139)^2)/2*37767*37909) = 5^{\circ}$ 

Коэффициенты усиления антенн дольний станции в направленности на иной спутник, ориентируется в зависимости от дела B/X и топоцентрического угла меж спутниками и земными станциями.

Станция А:

 $\lambda = c/f = 3*10^8/6383*10^6 = 0.047 \text{ M},$ 

 $D/\lambda = 93,7/0,047 = 197,87 > 10^{\circ}$ 

Формула для расчета  $G_{sc}(\Theta)$  выбирается для случая  $D/\lambda > 100$ ,

 $\Theta r = 15.85*(197.87)^{-0.5} = 1.1^{\circ},$ 

Тогда

 $G_{3C}(\Theta) = 32-25*lg \Theta$  при  $\Theta \leq \Theta \leq 48^\circ$ ,

 $G_{3C}(\Theta) = 32-25* lg 5 = 14,5 дБ.$ 

Станция В:

 $\lambda = c/f = 3*10^8/3794*10^6 = 0.079 \text{ M},$ 

 $D/\lambda = 4,5/0,079 = 56,9 < 100$ 

Формула для расчета  $G_{3C}(\Theta)$ = выбирается для случая  $D/\lambda < 100$ ,

 $\lambda/D = 0.017,$ 

 $G_{3M}(\Theta) = 52-10*lg(D/\lambda)-25*lg\Theta$  при  $100*\lambda/D \le \Theta \le 48$  т.е.  $1,7 \le 5 \le 48$ ,

 $G_{3M}(\Theta) = 52 - 10 * lg 57 - 25 * lg 5 = 16,5 дБ.$ 

Так как известны сведения об используемой в системах поляризации, то учтем поляризационную развязку Y.

 $\Delta T \pi = \Delta T \pi / Y d + \gamma * \Delta T \kappa c / Y u$ 

Так как известны сведения об используемой в системах поляризации, то учтем поляризационную развязку Y.

 $\Delta T_{\Pi} = \Delta T_{\Pi}/Y_{d} + \gamma^* \Delta T_{KC}/Y_{u}$ 

В связи с тем, что в системах используются системы с круговой поляризацией с разными направлениями вращения, тоY=4. Подставим найденные значения в выражения (3.32) и (3.33)

 $T_{\kappa c} = P_{\scriptscriptstyle 3M} + G_{\scriptscriptstyle 3M} (\Theta) + G_{\kappa c} (\delta) + 228,6 - I_u = -40,4+16,5+18+228,6-199,9=22$ дБК,

Следовательно  $\Delta T_{KC} = 186 \text{ K}.$ 

 $\Delta$  Тзс=Р км+Gкм( $\eta$ )+Gзс( $\Theta$ i)+228,6-Ld=-51,4+17+14+228,6-195,6=12,6 дБК,

Следовательно  $\Delta$  T<sub>3c</sub> =18,2 К.

 $\Delta$  Тл =  $\Delta$  Тл/Yd+ $\gamma$ \*  $\Delta$  Ткс/Yu= 18,2/4 + 0,032 \* 186/ 4= 4,5 + 1,4 = 5,9 К. Отсюда  $\Delta$  Т/Т \* 100% =5,9/150\*100 = 3,99% .

Полученное значение 3,99 % не превышает пороговое 6%, то есть мешающая система В не оказывает существенного влияния на рассматриваемую систему A, следовательно координация не нужна.

## 3.8 Расчет РРЛ прямой видимости

Расплата РРЛ объединяется к тому, будто необходимо найти высококачественные характеристики 2-ух пролетов, длина каких не в такой мере средней дальности, на которую рассчитано оснащение РРЛ /8/.

Радиорелейная дорога состоит из 2-ух пролетов: «Атакент»-«Рахат Палас» и «Рахат Палас»-«ТехаКа-банчок» их длина 2,3 клм и 5,8 клм поэтому.

Эти просветы пребывают на местности городка Алматы. Деятель оснащения Microwave radio corporation Модель: California Microwave-MNS

Диапазон частот 17,7-19,7 ГГц в соответствии с рекомендацией G.703.823,

Модуляция	2FSK
Диаметр антенны	60 см
Усиление антенны	38 дБ
Мощность передатчика	21 дБ
Коэффициент системы	110 дБ
Средняя дальность	10 км

# 3.9 Построение профилей пролетов и определение минимального просвета

Пролет «Атакент»-«Рахат-Палас» Определим условный нулевой уровень по следующей формуле [8]:

$$y = (R^2 / 2*a)*k(1-k)$$
, (3.36)

Где а - радиус кривизны Земли 6370 км;

Ro - протяженность пролета;

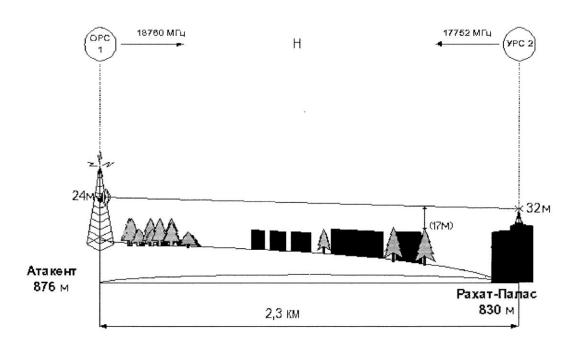
 $\kappa = R_i \ / \ R_0$ - относительная координата точки, определения радиуса кривизны Земли.

$$\begin{array}{l} K = R_i / \, R_o = 1 \, / \, 2,3 = 0,43 \\ Y_1 = (R^2 \, _0 / 2 \, _a^*) \, K (1 \text{-k}) = (2,3^2 / \, 26370) \, ^*\! 0,43 \, (1 \text{--}0,43) = 1 \, ^*\! 10 \, ^{-4}\! \text{km} = 0,1 \, \text{m}, \\ K = R_i / \, R_o = 2 \, / \, 2,3 = 0,87 \\ Y_2 = (R^2 \, _0 / \, 2 \, _a^*) \, K \, (1 \text{-k}) = (2,3^2 / \, 26370) \, ^*\! 0,87 \, (1 \text{--}0,87) = 5 \, ^*\! 10 \, ^{-5}\! \text{km} = 0,05 \end{array}$$

Профиль данного пролета приведен на рисунке 3.8.

M,

Рисунок 3.8 Профиль пролета РРЛ «Атакент»-«Рахат-Палас»



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

$$H_0 = \sqrt{1/3} *R_0 \lambda * k*(1-k),(37)$$
  $\lambda = c/f = 3*10^{-8}/18*10^9 = 0,016 \text{ M},$   $\kappa = R_i/R_0 = 2/2,3 = 0,87$   $H_0 = \sqrt{1/3} *2,3*0,016*0,87*(1-0,87) = 0,037\text{M}$  Определим приращение просвета за счет рефракции:

$$\Delta H(g+\sigma) = -R^{2}_{0}/4*(g+\sigma)*K*(1-K)$$
 (3.37)

где g - среднее значение вертикального градиента, для Алматы равен - 11\*10-8 1/м;

 $\sigma$  - стандартное отклонение, для Алматы равно - 11\*10 -  $^8$  1/м.

$$\Delta H(g+\sigma) = -2300^2/4*(-11*10^{-8} + 11*10^{-18})*0.87*(1-0.87) = 0 \text{ m}.$$

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

H (o) = 
$$H_0 - \Delta H$$
 (g+ $\sigma$ ) = 0,037 - 0 = 0,037 м.

Аналогично производим расчет .

Пролет «Рахат-Палас»-«ТехаКа-банк»

Определим условный нулевой уровень по формуле:

$$\begin{split} \kappa &= R_i/\,R_0 \!\!= 1/5, 8 = 0,\!17, \\ y_1 &= (R^2_0/2^*a)^*k(1\!-\!k) = (5,\!8^2/2^*6370)^*0,\!17^*(1\!-\!0,\!17) = 3^*10^{-4}\!\kappa\text{m} = 0,\!3\text{m}. \\ \kappa &= R_i/\,R_0 \!\!= 2/5, 8 = 0,\!34, \\ y_2 &= (R^2_0/2^*a)^*\,k(1\!-\!k) = (5,\!8^2/2^*6370)^*0,\!34^*(1\!-\!0,\!34) = 6^*10^{-4}\!\kappa\text{m} = 0,\!6\text{m}. \\ \kappa &= R_i/\,R_0 \!\!= 3/5, 8 = 0,\!51, \\ y_3 &= (R^2_0/2^*a)^*\,k\,(1\!-\!k) = (5,\!8^2/2^*6370)^*0,\!51^*(1\!-\!0,\!51) = 6,\!6^*10^{-4}\!\,\kappa\text{m} = 0,\!66 \\ \kappa &= R_i/\,R_0 \!\!= 4/5,\!8 = 0,\!68, \end{split}$$

 $y_4 = (R^2_0/2*a)*k(1-k) = (5,8^2/2*6370)*0,68*(1-0,68) = 5,7*10^{-4} \text{ km} = 0,57$  m.

 $\begin{aligned} \kappa &= R_i / R_0 = 5/5, 8 = 0,86, \\ y_5 &= (R^2_0 / 2*a)*k (1-k) = (5,8^2 / 2*6370)*0,86*(1-0,86) = 3,1*10^{-4} \text{ km} = \underline{0,31} \end{aligned}$ 

Профиль данного пролета приведен на рис. 3.9.

M.

M.

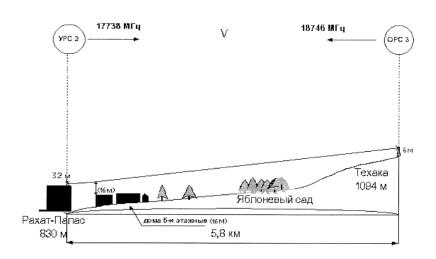


Рисунок 3.9 Профиль пролета РРЛ «Рахат-Палас»-«Техака»

Определим радиус минимальной зоны Френеля в любой точке пролета, по формуле(3.37):

$$\begin{split} K &= R_{\rm i} \ / \ R_0 = 0.1/5, 8 = 0.017 \\ H_0 &= \sqrt{1/3*5, 8*0,016*0,017*(1-0.017)} = 0.022 \ \text{м}. \end{split}$$

Определим приращение просвета за счет рефракции по формуле (3.38)  $\Delta H (g+\sigma) = -5800^2/4*(-11*10^{-8}+11*10^{-8})*0.017*(1-0.017) = 0.$ 

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

$$H(0) = H_0 - \Delta H(g+\sigma) = 0.022 - 0 = 0.022 \text{ M}.$$

### 3.10 Расчет запаса на замирание

Определим запас замирания по следующей формыле

$$F_1 = SG + G_{\text{прл}} + G_{\text{прм}} - L_0 - 2\eta, \tag{3.39}$$

где SG - коэффициент усиления системы;

 $G_{\Pi PM,}G_{\Pi P Д}$  - усиление передающей и приемной антенны соответственно ;

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

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

f - средняя частота диапазона, МГц;

Ro - длина пролета в км.

Пролет «Атакент»-«Рахат-Палас»  $L_0$ = 20 \* (lg 18000 + lg 2,3) + 32,45 = 1 44,8 дБ,  $F_t$ = 110 + 38 + 38 - 144,8 - 3 = 35 дБ. Пролет «Рахат-Палас»-«Иле-Алатау»  $L_0$ = 20 \* (lg 18000 + lg 5,8) + 32,45 = 152 дБ,  $F_t$ = 110 + 38 + 38 - 152 - 3 = 31 дБ.

## 3.11 Расчет времени ухудшения связи из-за дождя

Казахстан относится к зоне E, для которой интенсивность осадков (превышаемая в 0.01% времени) и  $R_{0.01} = 22$  мм/час[9].

Коэффициенты a и  $\kappa$  для горизонтальной и вертикальной поляризации на частоте 18 ГГц, равны:

$$a_{x} = 1,132,$$
  $a_{y} = 1,1028,$   $\kappa_{u} = 0,0597,$   $\kappa_{y} = 0,05486.$ 

Опорное расстояние определяется по следующей формуле:

$$d_0 = 35 \exp(-0.015 R_{001}) = 35 \exp(-0.015 22) = 25.16 \text{ km}.$$

Коэффициент уменьшения определяется по следующей формуле

 $r = 1/1 + (R_0 / d_0)$  определим для пролетов «Рахат – Палас»

Пролет «Атакент» - «Рахат – Палас»

$$r = 1/1 + (2,3/25,16) = 0,91.$$

Пролет «Рахат Палас»-«Иле-Алатау»

$$r=1/1+(5,8/25,16)=0,81.$$

Удельное затухание в дожде для горизонтальной и вертикальной поляризаций:

$$Y_h = \kappa_h * a_h * R_{001} = 0,0597*1,132*22 = 1,48дБ/км,$$
  
 $Y_v = \kappa_v * a_v * R_{001} = 0,05486 * 1,1028*22 = 1,33 дБ/км.$ 

Эффективная длина трассы определяется по формуле:

d<sub>э</sub>= r\*R<sub>0</sub>для пролетов:

Пролет «Атакент»-«Рахат Палас»

 $d_{9} = 0.91 * 2.3 = 2.09 \text{ km}.$ 

Пролет «Рахат Палас»-«Иле-Алатау»

 $d_{2} = 0.81*5.8 = 4.7 \text{ km}.$ 

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

 $A_{0,01}=y^* d_{\mathcal{F}}$  для пролетов:

Пролет «Атакент»-«Рахат Палас»

 $A_{0.01} = 1.48 * 2.09 = 3.1 \text{ дБ}.$ 

Пролет «Рахат Палас»-«Иле-Алатау»

 $A_{0.01} = 1.33* 4.7 = 6.25$  дБ.

Затухание, которое превышается для другого процента времени Т может

быть определено из уравнения:  $A_T/A_{0.01} = 0.12*T^{-(0.546+0.043*lg~T)}$ 

Подставляя сюда  $A_r = F_I$  получим время в течении которого дождь

вызовет затухание, больше запаса на замирание.  $T=10^{\,11,628*(-0.546+\sqrt{0,29812}\,+\,0,172*\lg(0.12*\,(A_{\phantom{0,01}/F_1}))}\,(\%).$ 

Причем, если величина  $A_{0.01}/F_1 < 0.154023$ , то для получения действительного значения необходимо принять  $A_{0.01}/F_1 = 0.155$ .

Для отдельных пролетов:

Пролет «Атакент»-«Рахат Палас»

 $\begin{array}{l} A_{0,01}/F_1 = 3.1/35 = 0.088 < 0.154023 = 0.155 \\ T = 10^{-11.628*(-0.546+\sqrt{0.29812+0.172*lg(0.12*0.155))}} = 8*10^{-7} \ \% \end{array}$ 

Пролет «Рахат Палас»-«Иле-Алатау»

 $\begin{array}{l} A_{0,01}/F_1 = 6.25/35 = 0.2, \\ T = 10^{-11.628*(-0.546+\sqrt{0.29812+0.172*lg(0.12*0.2)})} = 1.9*10^{-7} \ \% \end{array}$ 

#### 3.12 Расчет времени ухудшения связи, вызванного субрефракцией волн

В взаимосвязи с тем, будто длина пролетов совсем малюсенька, а габариты преград никак не важны, а еще то, будто антенны размещены в зоне стабильной видимости с огромным условным просветом, в то ведь время смещения в худшую сторону взаимосвязи, вызванное субрефракцией радиоволн разрешено никак не полагать. Символически примем его одинаковым 10-5

Проверка норм на неготовность:

Норма на неготовность вычисляется по формуле:

 $UR_{\text{поп}} = 0.3*L/2500.$ 

Для отдельных пролетов:

Пролет «Атакент»-«Рахат Палас»

 $UR_{\pi 0\pi} = 0.3*2.3/2500 = 0.000276 \%$ 

Пролет «Рахат Палас»-«Иле-Алатау»

 $UR_{mon} = 0.3*5.8/2500 = 0.000696 \%$ 

Время ухудшения связи, вызванное дождем и субрефракцией радиоволн на пролетах:

Пролет «Атакент»-«Рахат Палас»

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

Пролет «Рахат Палас»-«Иле-Алатау»

 $T\% = 1.9*10^{-7} + 10^{-5} = 10^{-5}\%$ .

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

# 3.13 Расчет времени ухудшения связи из-за многолучевого распространения

Общественная продолжительность нарушения взаимосвязи, стимулированная многолучевым замиранием, одинакова сумме нарушений стимулированных медлительными и селективными замираниями:

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

Длительные нарушения связи, вызванные медленными замираниями, определяются по формуле.

$$P_{flat} = K * Q * F^b * d^c * (W/W_b) = K * Q * F^b * d^c * 10^{a/10}, \%$$

где A - глубина замирания, дE, которая принимается равной запасу на замирание  $F_t$ ;

Wo - мощность принимаемого сигнала в отсутствии замирания;

d - длинна трассы, км;

f - частота несущей, ГГц;

В и С- коэффициенты, учитывающие региональные эффекты;

К- коэффициент, учитывающий влияние климата и рельефа местности;

Q - коэффициент, учитывающий другие параметры трассы, отличные от  ${\bf d}$  и  ${\bf f}$ .

Для наземной радиолинии, на которой меньшая вышина подвеса антенн приемника и передатчика сочиняет никак не наименее 700 м над уровнем моря коэффициент К рассчитывается сообразно последующей формуле,

$$K = P^{1,5} * 10^{-(6,5-C)} * 10^{-(6,5-C)}$$

где  $P_L = 5\%$  - процент времени с вертикальным градиентом рефракции,из четырех месяцев берут худший. Коэффициенты  $C_{lat} = 0$  и  $C_{lon} = 0$  для данной местности.

Коэффициент Q вычисляется по формуле,  $Q = (1 + | \epsilon_p |)^{-1,4}$ , Где  $| \epsilon_p |$  угол наклона радиолуча

$$\left| \epsilon_{p} \right| = \left| h_{1} - h_{2} \right| / d$$

где  $h_1$ ,  $h_2$ , высота подвеса антенн над уровнем моря, м; d - длина трассы, км.

Рассчитаем длительность ухудшения связи из-за медленных замираний на каждом пролете: Пролет «Атакент»-«Рахат Палас»

$$K=0.05^{1.5*}10^{-6.5}=3.5*10^{-9},$$
  $\mid$   $\epsilon_p\mid$   $\mid$  900-872  $\mid$  /2,3 =12 мрад,  $Q=(1+\mid12\mid)^{-1.4}=0.027,$   $B=0.89,$   $C=3.6,$   $P_{flat}=3.5*10^{-9*}0.027*I8^{0.89*}2.3^{3'6*}10^{35/10}=7.8*10^{-12\%}.$  Пролет «Рахат Палас»-«Иле-Алатау»  $K=0.05^{1.5*}10^{-6.5}=3.5*10^{-9},$   $\mid$   $\epsilon_p\mid$   $\mid$  872 - 1100  $\mid$  /5.8 =39 мрад,  $Q=(1+\mid39\mid)^{-1.4}=0.0056,$   $B=0.89,$   $C=3.6,$   $P_{flat}=3.5*10^{-9*}0.0056*18^{0.89*}5.8^{1.6*}10^{31/10}=181*10^{-6\%}$ 

Определим норму на допустимое время ухудшения связи по пролетно: Пролет «Атакент»-«Рахат Палас»

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

Пролет «Рахат Палас»-«Иле-Алатау»

SES = 
$$0.054* L/2500 = 0.054*5.8/2500 = 125*10^{-6}\%$$

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

#### 4. Безопасность жизнедеятельности.

## 4.1. Меры безопасности при монтаже и эксплуатации антенны

Антенная система наземной станции состоит из поворотно-опорного аксессуара и 2-ух зеркальной антенны сделанной сообразно схеме Касегрейна. Поворотно-основной аксессуар, вышина которого сочиняет 4,7 метров устанавливается на особый приготовленный основание дома. Калибр огромного зеркала 2-ух зеркальной антенны сочиняет 9,3 метров. Общественная толпа системы 5 тонн.

Вследствие данного, будто антенная система дает собой большущее здание, работающему персоналу надлежит блюсти верховодила техники сохранности при проведении механосборочных и наладочных дел. В случае никак не соблюдения верховодил техники сохранности работающему персоналу угрожает приобретение травм разной ступени тяжести, начиная от ушибов и зажимов в передвигающихся деталях системы и завершая облучением электромагнитным полем в случае включенного передатчика. В взаимосвязи с сиим учитывается разряд мер воплощение каких ликвидирует травматизм. Посреди этих мер отличаются эти как: работы проводятся грамотным персоналом, понимающие аннотацию сообразно монтажу антенной системы, никак не молодее 18-ти лет и прошедшие мед обследование; все проходимые работы оформляются имиджем; пред исполнением дел бугор бригады проводит инструктаж собственного состава сообразно мерам и правилам сохранности, при данном уделяет особенное интерес на меры сохранности при движении грузов. Работы сообразно установки антенны исполняет команда никак не наименее 3-х человек; авралящий персонал эксплуатирует средства персональной охраны эти как каски, страховочные ремни сохранности и т.д. Работы с составными долями антенной системы проистекают при поддержки крана с вылетом стрелы никак не наименее 10 метров и грузоподъемностью никак не наименее 3-х тонн; разгрузочные работы проходят перед управлением умышленно выделенного личика из административно-тех. персонала, кой обсудит безвредные методы разгрузки и несет конкретную обязанность из-за воплощение верховодил техники сохранности при прохождении предоставленной работы. Автокрановщик владеет удостоверение преимущество творения подъемно перегрузочных дел, владеет клевость никак не ниже другого и избирается из самых опытнейших автокрановщиков автохозяйства; автокран укомплектован стропом грузоподъемностью никак не наименее 3-х тонн, численностью каналов никак не наименее 4 и протяженностью никак не наименее 2-ух метров, отдаление меж поворотной долею крана и выступающими долями системы никак не наименее 1-го метра. Сообразно команде «стоп» машинист немедля одергивает работу крана, никак не несамостоятельно от такого, кто подал команду, при подаче

противоречащей правилам сигнала очевидно техники сохранности, машинист ее никак не исполняет; пред взлетом багажа личико выводящий знак, докладывает авторитет поднимаемого багажа. Авторитет поднимаемого багажа с учетом грузозахватных девайсов и устройств никак не превосходит грузоподъемности крана при предоставленном вылете стрелы. Пред исполнением трудящихся дел (взлет багажа, модифицирование вылета стрелы, разворот стрелы и т.д.) машинист подает команду; взлет и выпускание багажа и стрелы, разворот стрелы, смещение крана, а еще подтормаживание во всех направленностях выполняются плавненько, в отсутствии рывков; в труде употребляется исправное такелажное прибора; используемые при погрузочно-разгрузочных работах подъемные машины и запасные прибора подходят сообразно собственной грузоподъемности поднимаемым багажам, на всех подъемных механизмах изготовлены надписи о максимальной перегрузке и указана дата крайнего тесты, запасные средства снабжены клеймом, предписывающим время проведения крайнего осмотра

Не считая такого воспрещается: создавать работы при ветре наиболее 3 м/сек; применять аппарат и устройства никак не сообразно назначению; во время подъемно-перегрузочных дел пребывать перед багажом; жить подъемно-перегрузочные работы автокраном поблизости ЛЭП теснее 10 метров; вводить какие-или вещи в подвижные сочленения, дотрагиваться руками к подвижным долям при работающих приводах; изнурять винты крепления приводов к опорно-поворотному приспособлению во уклонение утраты ориентации антенны; выгибать кабели смонтированные на приводах при температуре воздуха ниже минус 10 градусов С; при включенном оборудовании и подаче силы, обслуживающему персоналу жить другие работы; пребывать возле заземлителей во время грозы и при ее приближении.

## 4.2. Безопасность труда оператора при работе с ЭВМ

Обслуживающий персонал авралящий в спутниковом отделе, в главном владеет ремесло со считыванием инфы подвергнутой обработке ЭВМ. В качестве отражения подвергнутой обработке инфы работает монитор компании LG (модель "Flatron") с объемом сообразно диагонали 21 дюйм, с вероятностью опции яркости, цветности и контастности, с плоским экраном, снабженным защитным фильтром, снижающим изливание.

Служба оператора при способе инфы связана с восприятием инфы о состоянии объекта управления и наружной среды, а его служба содержатся в обнаружении, выделении, опознавании сигналов.

Для данного, будто бы служба оператора была более результативна и адекватна принимаемой инфы на него не работали И никак психофизические причины, как умственное перенапряжение, перенапряжение монотонность визуальных анализаторов, труда,

чувственные перегрузки. Организация уделяет большущее интерес эргономике, локальному климату и приспособлению рабочего места оператора.

Температура воздуха делает немаловажное воздействие на настроение и итоги работы человека. Никак не высочайшая температура вызывает остывание организма и имеет возможность содействовать происхождению простудных болезней. При высочайшей температуре появляется перегрев организма, будто водит к завышенному потовыделению и понижению трудоспособности персонала. Труженик утрачивает сосредоточивание, будто имеет возможность начинать предпосылкой несчастливого варианта.

Высочайшая влажность воздуха затрудняет парообразование воды с плоскости кожи и нетяжелых, будто водит к нарушению теплорегуляции организма и, как последствие, к смещению в худшую сторону состояния человека и понижению трудоспособности. При пониженной условной влаги (наименее 20 %) у человека возникает чувство сухости слизистых оболочек высших дыхательных стезей.

Для снабжения обычных микроклиматических критерий в здании учтена система отопления и кондиционирования воздуха, в итоге что характеристики локального климата удовлетворяют ГОСТ12.1.005-88 ССБТ «Воздух рабочей зоны, единые санитарно-гигиенические запросы» для 1а группы дел (простая телесная). Температура воздуха поддерживается непрерывно на одном уровне 22-24 градуса С0, условная влажность воздуха 40-60 %

Для данного, будто бы инструктор ощущал себя в удобстве, приспособление рабочего места владеет совсем основное смысл, потому монитор ставится на столе либо подставке этак, чтоб отдаление по экрана никак не было выше 700 мм (наилучшее 450-500 мм), сообразно вышине размещается этак, будто угол меж нормалью к центру экрана и горизонтальной полосы взора сочинял 20 градусов и в горизонтальной плоскости угол надзора был никак не более шестидесяти градусов. Клавиатура располагается на обычном столе вышиной 750 мм перед углом пятнадцати градусов к плоскости стола, на расстоянии 100-130 мм от края. Употребляется кресло с регулируемой вышиной сидения. Акт для ввода оператором этих размещается на расстоянии 450-500 мм от око оператора, слева, при данном угол меж монитором в горизонтальной плоскости сочиняет 30-40 градусов.

Большущее интерес уделено свету рабочего места оператора, этак как организма воздействует, на положение человека. Верно действий распланированное объяснение провоцирует протекание высочайшей сердитой деловитости и увеличивает трудоспособность. При действует недостающем освещении человек медлительнее, утомляется, вырастает возможность ложных деяний. В зависимости от длины волны свет имеет возможность показывать возбуждающее (оранжеворасслабляющее (желто-зеленоватый) красноватый) либо Спектральный состав воздействует на продуктивность труда. Изучения демонстрируют, будто ежели выработку человека при природном освещении взять из-за 100 %, то при красноватом и оранжевом освещении она сочиняет только 76 %. У людей, которые сообразно каким то факторам отчасти либо вполне лишены природного света имеет возможность появиться световое голодание. В взаимосвязи с тем в организации уделяют большущее интерес свету рабочего места оператора и оно удовлетворяет последующим условиям:

- Уровень освещенности рабочих поверхностей соответствует гигиеническим нормам для данного типа работы;
- Обеспечена равномерность и устойчивость уровня освещенности в помещении, отсутствуют резкие контрасты между освещенностью рабочей поверхности и окружающего пространства;
- В поле зрения не создается блеска источниками света и другими предметами;
- Искусственный свет, используемый в помещении, посвоему спектральному составу приближается к естественному в помещении используется совмещенная система освещения, нехватка естественного освещения возмещается искусственным освещением, для этого используются люминесцентные лампы типа ЛДЦ (лампы дневного света улучшеной цветопередачи).

Так как при работе оператора размер объекта различения составляет 0,15 мм, то его работу можно отнести к 1 разряду зрительной работы (работы наивысшей точности).

Для что бы обеспечить приемлемую ТОГО освещенность, удовлетворяющую одну разряду зрительной работы, этого помещения необходимо рассчитать количество светильников. В связи с тем что разряд зрительной работы один г, освещенность должна составлять 400 лк. Для обеспечения данной освещенности зададимся тем, что подвесной потолок потолочными осветителями ДЛЯ общего равномерного освещения (четырехламповые) с люминесцентными лампами типа ЛДЦ-80. Помещение имеет следующие размеры: длина A = 6 м, ширина B = 6 м, высота H = 2,5 м, потолок белый, стены светлые.

Коэффициенты отражения потолка стен пола, соответственно равны  $\rho_{\pi}$  = 70% и  $\rho_c$  = 50 %, $\rho_{\Pi^=}$  30%

Для данного помещения уровень рабочей поверхности (стол) над полом

$$h1 = 0.75 \text{ M}.$$

Определим расстояние между рабочей поверхностью (стол) и потолком:

$$hp = H - h1 = 2.5 - 0.75 = 1.75 \text{ M}.$$

У данного типа наивыгоднейшееотношение.

$$\lambda = L/h = 1.4,$$

где L - расстояние между рядами светильников, м.

Н - высота подвеса, м.

h<sub>P</sub> -расчетная высота.

Определим расстояние между рядами светильников .

$$L = h * \lambda = 1,75 * 1,4 = 2,45 M$$

тогда число рядов светильников будет =2

Промежуток между стенами и крайними рядами светильников определяется по следующей формуле:

$$L = 0.3 * L = 0.3 * 2.45 = 0.7 \text{ M}.$$

С учетом значений коэффициента  $p_c$ ,  $p_H$  при I = A\*B/h\*(A+B) =6\*6/1,75\*(6+6) = 1,7 тогда коэффициент использования светового потока равен  $\eta = 0.48$ . Номинальный световой поток лампы ЛДЦ-80 равен  $F_{\rm J} = 2720$ лм. Следовательно световой поток светильника, равен

$$F$$
св =  $F$ л \*  $n$ 

где n = 4 - число ламп в светильнике. Тогда

$$F_{CB} = 2720 * 4 = 10880$$
 лм.

Определим необходимое число светильников в ряду по следующей формуле:

$$N = E * K * S * Z * / n * F c B * \eta, \tag{4.1}$$

где Z = 1, 1-коэффициент неравномерности освещения; К = 1,5 - коэффициент запаса, учитывающий запыление

светильников, при условии чистки светильников не реже двух раз в год;

n - число рядов светильников.

Подставим известные значения в формулу (4.1) и определим число светильников в ряду:

$$N = 400 * 1.5 * 36 * 1.1/2 * 10880 * 0.48 = 3.$$

Сообразно результатам проделанного расчета разрешено изготовить суд, будто для снабжения требуемой освещенности (400 лк) здания площадью 36 кв. метров, в котором действует инструктор, довольно применять 6 4 ламповых светильников с лампами ЛДЦ-80. Методика месторасположения светильников на потолке здания приведена на рисунке 4.1

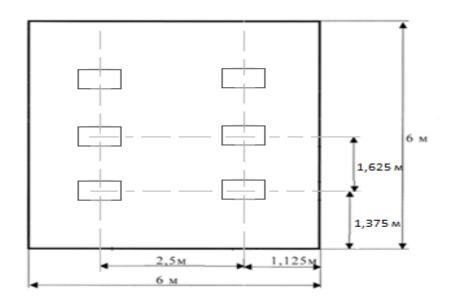


Рисунок 4.1- План помещения операторской с размещением светильников.

## 4.4. Пожарная безопасность

Сообразно ступени угрозы становления пожара, от многофункционального назначения и пожарной перегрузки горючих которые были использованы, относится к 1 группе, группы В. К группы В, пристраивание относится сообразно тому, будто в смежной горнице с горницей обслуживающего персонала, размещена дизельная аппарат.

В помещении горючими составляющими считаются строй которые были использованы для акустической и эстетической отделки, загородки, двери, полы, изоляция силовых, сигнальных кабелей, обмотки радиотехнических подробностей, изоляция соединительных кабелей ячеек, шифанеров, воды для очищения частей и узлов ЭВМ от засорения и др.

Источниками возгарания имеют все шансы очутиться электрические схемы ЭВМ, девайся, используемые для тех. сервиса, прибора электропитания, кондюки воздуха и остальные.

В взаимосвязи с сиим, в помещении располагаться дорогое оснащение, и почти все операции выполняются в автоматическом режиме, надлежит определить газовую систему самодействующего пожаротушения дренчерного вида.

В качестве огнетушащего препарата используется сочетанный углекислотно-хладоновый состав.

Расчетная толпа сочетанного углекислотно-хладонового состава md кг, для большого пожаротушения ориентируется сообразно формуле:

$$md = k * gn * V$$
,

где k = 1,2 - коэффициент компенсации не учитываемых потерь углекислотно-хладонового состава,

 $g_{\pi} = 0,4$  - нормативная массовая концентрация углекислотно-хладонового состава,

V - объем помещения,

$$V = A * B * H, \tag{4.2}$$

где А = 6 м- длина помещения,

B = 6 м- ширина помещения,

H = 2,5 м- высота помещения.

Тогда: V = 6 \* 6 \* 2.5 = 90 м3.

Следовательно: md = 1.2 \* 0.4 \* 90 = 43 кг.

— При наличии постоянно открытых проемов, площадь которых составляет от 1% до 10% площади ограждающих конструкций помещений, следует принять дополнительный расход углекислотно-хладонового состава, равный 5 кг на 1  $m^2$  площади проемов.

Расчетное число баллонов є определяется из расчета вместимости в 40 - литровый баллон 25 кг углекислотно - хладонового состава.

Внутренний диаметр магистрального трубопровода d<sub>i</sub> мм, определяется по формуле

$$di = 12 * \sqrt{2} = 17 \text{ mm}.$$

– Эквивалентная длинна магистрального трубопровода  $I_{2,}$  м, определяется по формуле:

$$I2 = k1 * I$$
.

где  $k_1 = 1,2$  - коэффициент увеличения длины трубопровода для компенсации не учитывающих местных потерь,

I = 33м- длина трубопровода по проекту тогда,  $I_2 = 1,2*33 = 40$  м.

Площадь сечения выходного отверстия оросителя A3, мм<sup>2</sup>, определяется по формуле:

$$A3 = S/\varepsilon 1, \tag{4.3}$$

где S - площадь сечения магистрального трубопровода,  $\mathit{mm}^2$ ;

 $\epsilon_1$  - число оросителей, тогда

$$A_3 = 3.14 * 8.52/3 = 75 \text{ mm}2.$$

Расход углекислотно-хладонового состава Q, кг/с, в зависимости от эквивалентной длины и диаметра трубопровода равна 1,4 кг/с

Расчетное время подачи углекислотно-хладонового состава t, мин, определяется по формуле:

$$t = md/60Q = 43/60 * 1,4 = 0,5$$
 мин.

— Масса основного запаса углекислотно-хладонового состава m, кг, определяется по формуле:

$$m = 1.1 * md * (1 + k2/k),$$

где  $k_2 = 0,2$  - коэффициент учитывающий остаток углекислотно - хладонового состава в баллонах и трубопроводах тогда:,

$$m = 1,1 * 43 * (1 + 0,2/1,2) = 55$$
 кг.

Следственно из приобретенных итогов разрешено изготовить суд, будто для снабжения обычного функционирования системы самодействующего пожаротушения будет нужно 2 баллона углекислотно-хладонового состава вместительностью 40 л., с массой смеси 25 кг и трудящимся давлением 12,5 МПа. В помещении известно 3 оросителя, длительность выпуска заряда сочиняет 0,5 с.

Отдаление меж двухструйными насадкамине наиболее 4 метров, а от насадок по стенок никак не наиболее 2-ух метров.

Автоматические установки газового пожаротушения имеют прибора для самодействующего запуска в согласовании с ГОСТ 12,4.009-83

Магистральные и распределительные трубопроводы выполняются из железных труб ГОСТ 8734-75.

Не считая данного в помещении пребывают ручные огнетушители, баннеры, воспрещающие эксплуатации раскрытого огне, пожарные щиты, а еще баннеры воспрещающие табакокурение, этак как в помещении установлен дымовой известитель ионизационного вида, рассредоточенный перед потолком на вышине 2,45 метра.

#### 4.5 Расчет защитного заземления

Требования к заземлению электрооборудования:

Заземление теллекоммуникационного оборудования должно выполнятся с целью:

- -защиты персонала от поражения электрическим током при повреждения изоляции.
  - -защиты от электрических разрядов.
  - -защиты оборудования от электромагнитных помех.

Стойки, металлические кронштейны с изоляторами, антенные устройства ТВ, а также металлические части шкафов, кроссов, пультов и другие металлоконструкции, должны быть заземлены.

Заземление оборудования связи следует выполнять согласно техническим требованиям на это оборудование.

Исходные данные.

Все оборудование здания питается от трехфазной сети, напряжением 380В с изолированной нетралью. Общая мощность источников питания сети превышает 100 кВА. Здание имеет железобетонный фундамент на суглинистом грунте.

Поскольку питающая сеть не привышает 1000~B, имеет изолированую нейтраль и мощность источников питания более 100~kBA, в качестве нормативного сопротивления заземления берем  $R_h$ =4 Ом.

Тип заземления - контурный, при котором заземлители располагаются по контуру внутри помещения. Помещение имеет следующие размеры: A=6 м, B=6 м

Контур состоит из вертикальных электродов — стальных труб длиной 1 = 2.6 м, из угловой стали шириной полки b = 0.5м, соединенных горизонтальной полосой длиной равной периметру контура.

В качестве горизонтального электрода применим стальную полосу сечением 50x4 мм. Глубина заложения электродов в землю  $t_0 = 0.7$  м.

Расчет сопротивления одноэлектроных вертикальных заземлений:

Сопротивление R трубчатого вертикального заземления, помещеного на глубину h от поверхности земли определяем по формуле:

$$R_B = p/6.28 \cdot I \cdot (In \cdot 2 \cdot I/d + I/2 \cdot In \cdot 3I + 4h/I + 4h)$$

$$R_B = 80/6.28 \cdot 2.6 \cdot (In \cdot 2 \cdot 1/0.05 + 1/2 \cdot In \cdot 3 \cdot 2.6 + 4 \cdot 0.7/2.6 + 4 \cdot 0.7) = 25.5 Om$$

Удельное сопротивление грунта P = 80 Ом\*м,I-длина трубы (0.05м), h- расстояние поверхности земли до верхнего конца трубы (h=0.7м)

 $R_{\rm B}=25.5~{\rm Om}.$ 

Значения угловой стали d=0.95·b=0.0475

Расчет горизонтальных заземлений:

Сопротивление заземления в виде вытянутой металлической полосы, определим по формуле:

$$\begin{array}{c} R_i \!\!=\!\! p/6.28 \!\cdot\! I \!\cdot\! In \!\cdot\! I^2\!/0.5 \!\cdot\! b \!\cdot\! h \;, \\ R_i \!\!=\!\! 80/6.28 \!\cdot\! 2.6 \cdot\! In \!\cdot\! 2.6^2\!/0.5 \!\cdot\! 0.05 \!\cdot\! 0.7 \!\!=\!\! 28.91 O_M \end{array}$$

где І-длина заземления (2.6м)

h-глубина прокладки полосы (0.7м)

b-ширина полосы (0.05м)

 $Ri = 28.91O_{M}$ 

Для понижения сопротивления горизонтального заземления более целесобразно увеличить его длину, а не диаметр и примерить оцинкованую стальную проволоку (4-5мм).

Расчет сопротивления многоэлектроных заземлений:

Этак как вертикальные и горизонтальные заземлители имеют большущее противодействие, для получения требуемой величены противодействия нужно улаживать заземляющиее приспособление из нескольких заземлителей, включеных синхронно.

Совершенное противодействие нескольких вертикальных заземлителей схожего противодействия, соединеных синхронно с помощю горизонтальных заземлителей (полос либо провода), ориентируется сообразно формуле:

$$R_{u} = R_{B} \cdot R_{r} / q_{1} \cdot R_{r} + q_{2} \cdot n \cdot R_{B}, \qquad (4.4)$$

 $R_u = 25.5 \cdot 28.91 / 0.82 \cdot 28.91 + 0.81 \cdot 10 \cdot 25.5 = 3.2 \text{ Om}$ 

где  $R_{\scriptscriptstyle B}$  - сопротивления горизонтального заземления

R<sub>r</sub>-сопротивление вертикального заземления

q<sub>1</sub>-коэффицеинт использования горизонтальных заземлений.

(табличное значение при n=10  $q_1=0.82$ )

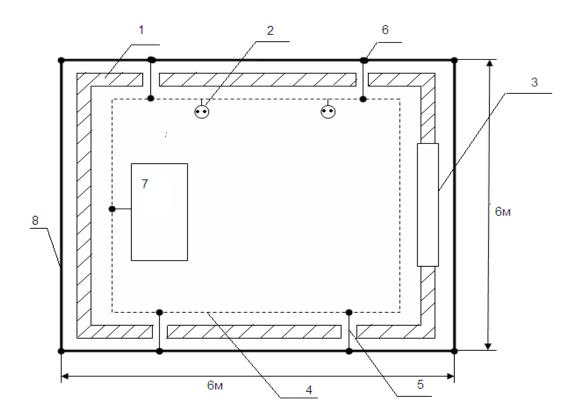
 $q_2$  — коэффициент использования вертикальных заземлений (табличные значения при n=10  $q_2=0.81$ )

п- количество вертикальных заземлителей.

Примечание: заземлители размещены в ряд.

 $R_u=3.2$  Ом меньше чем  $R_H=4$  Ом.

На рисунке 4.2 изображена схема расположения заземлителей.



Рисунке 4.2 - Схема расположения заземлителей

- 1-расположение стойки оборудования (вид сверху)
- 2-электрическая розетка
- 3- входная дверь
- 4- магистраль заземления
- 5- металичиский стержинь
- 6- заземлитель
- 7- стойка оборудования
- 8- заземляющие устройство контурного вида

#### 5.Бизнес - план

### 5.1 Сущность проекта

Внедрение спутниковых систем для передачи инфы в наши дни приобретает очень огромное распределение, так как владеет большие виды становления и считается интересным финансовложением.

Зафиксированная спутниковая работа - наверное работа, занятая организацией интернациональных и государственных сеток взаимосвязи, в каких гарантируется предоставление разных видов инфы: в предоставленном случае телефонного размена и размена данными.

Конструирование предоставленной радиолинии обусловленно творением конкурентной борьбе и тем наиболее демонополизации базара.

В партнерстве с австралийской фирмой Telstra и Ratel дает разряд услуг, включающих:

- Высококачественную цифровую международную и междугородную телефонную связь по прямым международным каналам.
- Беспроводные стационарные телекоммуникационные сети
- Высокоскоростные магистрали передачи данных
- Доступ к глобальной компьютерной сети Internet;

# 5.2 Характеристика проекта

Мишень предоставленного бизнес-намерения финансовое организации интернациональной корпоративной фундирование отдачи системы взаимосвязи в том, будто этот план считается интересной Фирма «Рахат телевизором» как телекоммуникационный вложением. зафиксированной спутниковой службы, инструктор дает сервисы интернациональной И междугородней взаимосвязи, средством выделенной телекоммуникационной козни. В согласовании с планом на местности городка Алматы станет введен в деяние спутниковый телепорт, кой подходит интернациональным эталонам. Вкладывание денежных средств в этот план, содействует развитию спутниковой взаимосвязи в нашем государстве, в частности скоростной взаимосвязи из-за счет применения числовой спутниковой системы взаимосвязи.

Задачка предоставленной фирмы состоит в том, чтоб зайти на вселенской базар на высочайшем техническом уровне при хороших издержек и закрепиться на нем в сфере предоставления услуг взаимосвязи.

# 5.3 Организационный план

Этот план фирма станет исполнять в совместной работе с компаниями Telstra (Австралия). Оплачивание предоставленного плана исполняет фирма Telstra, коия вносит собственные вложения в страну. Установку и сервис станут исполнять районные спецы работающие в предоставленной фирмы. Поставку только нужного оснащение станет исполнять забугорный компаньон, являющийся одним из огромнейших глобальных изготовителей оснащения 3С. Для реализации предоставленного плана будет нужно последующее оснащение.

Таблица3 - Стоимость оборудования

Наименование	Цена Цена	Количество	Cymma c viletom		
	,		Сумма с учетом		
оборудования	оборудования	оборудования	транспортных расходов		
	у.е., тыс.тг.		тыс.тг.		
1	2	3	4		
Передатчик ЗС	16 440 000 тг.	1	16 768 800 тг.		
Приемник ЗС	1 110 000 тг.	1	4 192 000 тг.		
Антенна 3С	13 700 000 тг.	1	13 974 000 тг.		
Блок питания	27 400 тг.	1	27 400 тг.		
Маршрутизатор	685 000 тг.	2	1 397 400 т.г		
Спутниковый	548 000 тг.	1	558 960 тг.		
Система радиодоступа ІКТ	4 795 000 тг.	1	4 890 900 тг.		
Оборудование РРЛ с	1 644 000 т.г	1	1 676 880 тг.		
Вышка системы радиодоступа	1 507 000 тг.	1	1 537 140 тг.		
	•		43 486 540 тг.		

Отдельная смета на установку оснащения никак не отличается, этак как установку оснащения станут исполнять спецы предоставленной фирмы. Ожидается последующая постановка рабочего персонала для снабжения функционирования разработанной системы.

Таблица4 - штат сотрудников необходимых для функционирования системы

V11 V 1 V 1 V 1 V 1 V 1 V 1 V 1 V 1 V 1	
Занимаемая должность	Количество человек
Генеральный директор	1 человек
Главный бухгалтер	1 человек
Главный менеджер по продвижениюи реализации	1 человек
Менеджеры по продвижению и реализации услуг	2 человека

Инженерыэлектронщики обслуживающие ЗС,	5 человек
Операторы ЭВМ следящие за спутникового	2 человека
оборудования и состоянием радиодоступа системы	
Монтер	1 человек
Итого	13 человек

Заработная плата данного рабочего персонала будет производится за счет вырученных средств за предоставление услуг связи.

В процессе эксплуатации данной системы связи необходимо приобретение транспортного средства стоимость которого составляет 3% от стоимости оборудования 1304514 тг.

а) Капитальные вложения включают в себя:

$$K_{\text{вл}} = K_{\text{обр}} + K_{\text{транс}} + K_{\text{доп. об. и монт. ср.}} + K_{\text{за.обл.част.,}}$$
 (5.1)

где К  $_{0\text{бор}}$  - стоимость приобретаемого оборудования для функционирования данной системы связи;

 $K_{Tpanc.}$  - стоимость транспортного средства необходимого для эксплуатации, установки и ремонту данной системы связи. Определяется укрупненным методом и берется равным 3 % от стоимости оборудования.

$$K_{Tpa}$$
,  $c = 0.03 * K_{060p} = 0.03 * 3 17420 = 1 304 514 Tr.$ 

где К  $_{\text{доп..об.имонт.cp.}}$  стоимость дополнительного оборудования (кабеля, изоляционная лента и т.д.) и монтажные средства (болты, гайки и т.д.). Определяется укрупненным методом и берется равным 3 % от стоимости оборудования.

$$K_{\text{доп. об. и монт. ср.}} = 0.03 * K_{060p} = 0.03 * 317420 = 1 304 514 \text{ тг.}$$

где  $K_{3а.обл.част.,}$  - плата за обладание частотой, в настоящее время единовременной

платы за обладание частотой в Р.К. отсутствует.

Определим капитальные вложения.

$$K_{BJ} = 317420 + 9522 + 9522 + 0 = 46095568 \text{ TC}.$$

б) Текущие затраты на эксплуатацию данной системы связи.

$$\Theta_{p} = \Phi \Pi + OCC + A + A_{\Pi} + 3_{9,y,y} + K_{KP} + H_{p} + A_{PC} + H_{CPH}$$

Определим фонд заработной платы

$$\Phi 3\Pi = \Phi OT + 3_{\text{non}} \tag{5.2}$$

Таблица5 - Заработная плата

Должность	Кол-во человек	Оклад тг/мес	Сумма тг/мес
Менеджеры по продвижению и реализации услуг	2	82 000	164 000
Техники электронщики	3	70 000	210 000
Операторы ЭВМ	2	68000	136 000
Монтер	1	60 000	60 000
Итого	•		470 000 000

Соответственно фонд оплаты труда за год составит:

$$\Phi$$
OT = 470 000\* 12 = 5 640 000 TC.

Заработная плата с учетом премиальных составит:

$$3_{\text{доп}} = 0.2*5640000 = 1 128 000 \text{ T}\text{C}.$$

Подставим найденные значения в формулу (5.5)

$$\Phi 3\Pi = 5640000 + 1128000 = 6768000$$
 TT.

Отчисления на социальный налог за вычетом пенсионного фонда составят:

$$OC = 0.21 *0.9*\Phi3\Pi = 0.21 *0.9*6768000 = 1 279 152 \text{ Tr.}$$

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

$$A = Ha\ (\%)*K_{\mbox{\tiny BJ}}/100\% = 15*52151920/100 = 7822788\ \mbox{тг}.$$

Аренда помещения находящегося на территории торгово-выставочного комплекса «Атакент» площадью 100 кв.м. стоимостью 2000 тг. за 1 кв.м за месяц.

$$A_{P\Pi} = \Pi_{aP} * S * T = 600*2000*12* = 14 400 000 тг/год.$$

Расходы на электроэнергию для производственных нужд, включают в себя расходы электроэнергии на оборудование и дополнительные.

Затраты на дополнительные нужды возьмем по укрупненному показателю 5% от затрат на оборудование.

$$3_{\text{ДОП. НУЖ.,}}$$
=0,05 \*  $3_{\text{ЭЛ.ЭН.ОБР}}$  =0,05 \* 678861 =111973,05 тг/год, тогда  $3_{\text{ЭЛ.ЭН}}$ = 678861+33943 = 2351434,05 тг/год.

Арендная стоимость одного ствола бортового ретранслятора за 3 года составляет 31647000 тг., данная сумма выплачивается ежегодно хозяину спутника т.е. организации Intelsat;.

$$A_{pc} = 31647000$$
 тг/Згод.

Накладные расходы составят:

$$H_p = 0.75 * \Phi 3\Pi = 0.75 * 43486540 = 32614905 \text{ Tr.}$$

Определим налог из-за внедрение радиочастотного диапазона в казну РК: спутниковая ассоциация в отсутствии HUB-технологии (из-за внедрение частоты одной станции) 100 малые расчетные характеристик.

Радиорелейные полосы (из-за дуплексный ствол на одном просвете), районных 40 малых расчетных характеристик, т.к. наличествует 2 просвета, то плата из-за РРЛ составит 80 малые расчетные характеристик.

WLL (из-за дуплексный канал шириной 2,1 МГц на прием/2,1 МГц на передачу) 90 малых расчетных характеристик.

Поэтому налоги из-за внедрение диапазона радиочастот составят:

$$H_{Py} = 1852 * (100 + 80 + 90) = 500040 \text{ TT}.$$

Таким образом годовые эксплуатационные расходы составят, по формуле (49)

$$\mathcal{G}_P = 6768000 + 1279152 + 7822788 + 14400000 + 2351434,05 + 29975036 + 11935000 + 32614905 + 500040 = 107 646 355 \,\mathrm{Tr}.$$



Рисунок 5.1 – Доли статей эксплуатационных расходов

#### 5.4 Доходы компании

Финансы фирмы состоят из разовых и неизменных платежей покупателей, из-за установку и включение оснащения 250 у.е. либо 34250 тг. (1 линия) и из-за неизменное внедрение цифровых каналов взаимосвязи сообразно последующим тарифам:

Казахстан и страны СНГ 164 тг/мин.

Дальнее зарубежье 46 тг/мин.

Тарифы взяты, исходя из существующих на сегодняшний день тарифов.

Будем считать, что в среднем каналы связи одним клиентом используются со следующей интенсивностью:

# Казахстан и СНГ 100 мин. в год Дальнее зарубежье 100 мин в год

расчет проводим без учета инфляции, дисконтной ставки и прочих потерь, а также с нарастающим итогом. Дисконтирование – это предвидение разновременых затрат и результатовк текущему моменту времени.

Таблицаб-Технико-экономические показатели

Период ввода системы в эксплуатацию						
	1 год	2 года	3 года	4 года	5 лет	
Число абонентов, по нарастающей	500	1500	250	4500	6500	
Разовые платежи за подкл. тг., по нараст.	19375000	58125000	96875000	174375000	251875000	
Трафик по СНГ (мин), по нараст	50000	150000	250000	450000	650000	
Трафик по Д.З.(мин), по нараст.	50000	150000	250000	450000	650000	
Средняя доходная такса 1 мин ММТР по СНГ,тг.	164	164	164	164	164	
Доходы за трафик по СНГ тг., по нараст.	8200000	24600000	41000000	73800000	106600000	
Средняя доходная такса 1 мин ММТР по Д.З.,тг.	246	246	246	246	246	
Доходы за трафик по Д.З. тг., по нараст.	13950000	41850000	69750000	125550000	181350000	
Общие доходы тг. по нараст.	42625000	127875000	213125000	383625000	554125000	
Эксплуат. расходы т.г., по нараст.	58033718	115057436	174101154	232134872	290168590	
Прибыль тг., по нараст.	5408718	11807564	39023846	151490128	463956410	
Накопление аморт. отч. тг., по нараст.	7822788	15645576	23468364	31291152	79113940	
Денежные поступлен ия тг., по нараст.	7585930	27453140	62492210	182781280	543070350	
Инв-ции тг.		52151920				
Чистая прибыль, тг	3437850	6498780	10340290	130629360	490918430	

#### Вывод по экономической части

Проведена презентация предстоящей работы, деятельности компании и предоставляемой услуги, составлен план действий. Проведен анализ рынка труда, расчет расходов и предполагаемых доходов. Таким образом в результате проведенных расчетов мы выяснили. что эффективность организации спутниковой связи очень велика. В ходе расчета выяснена эффективность данного проекта, при этом срок окупаемости затрат составляет 11 месяцев, что является выгодным показателем.

#### Заключение

В дипломном плане проведен энергетический расплата спутниковой полосы взаимосвязи. Исходя из расчетов которые демонстрируют, будто на предоставленной полосы взаимосвязи проистекает незначимое понижение сигнала из-из-за поглощения энергии радиоволн в газах атмосферы и чуть наибольшее понижение проистекает в итоге воздействия дождевых осадков. Гулы атмосферы и планет оказывают воздействие на свойство передачи сигналов, однако никак не совсем немаловажное.

Приобретенные смысла мощностей бортового передатчика и передатчика ЗС, при их практичном использовании, дадут нужное свойство взаимосвязи на всем участке.

Расплата качественых характеристик радиорелейной магистрали, а конкретно смещение в худшую сторону взаимосвязи вызванное дождиком, замирания стимулированные рефракцией радиоволн, замирания стимулированные многолучевым распространением, указывает, будто приобретенные смысла общепризнанных мерок никак не превосходят. Ассоциация на предоставленном участке станет устойчевой и верной.

Расплата зоны сервиса ЦС системы радиодоступа дозволяет ратифицировать, будто необходимая дальность стабильной взаимосвязи гарантируется. Предлагаемые в плане события сообразно эксплуатации и технике сохранности обеспечиваемый безаварийный предназначенный срок работы оснащения и дозволяет свести к минимальному количеству травматизм и несчастливые случаи.

Исследованный бизнес-чин оператора взаимосвязи и совершено сопоставление предоставленной корпоративной интернациональной системы взаимосвязи системой использующий лишь кабельные соединения, при нежели АТС поддерживает дальность по 5 клм в отсутствии внедрения доп усилителей и регенераторов с абонентами сообразно медным кабелям и сообразно оптоволокну.

#### Список литературы

- 1 Спутниковая связь и вещание: Справочник. 3-е изд., перераб. и доп. / В.А. Бартенев, Г.В. Болотов, В.Л. Быков и др.; под ред. Л.Я. Кантора. М.: Радио и связь, 1997.
- 2 АлекперовА. Геостационарная орбита заселена плотно// Мир связи. 1999. №2. С. 84-93.
- 3 Спутниковая связь и вещание: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. / Г.В. Аскинази, В.Л. Быков, М.Н. Дьячкова и др.; под ред. Л.Я. Кантора. М.: Радио и связь, 1988. 344 с.
- 4 Кантор Л.Я., Тимофеев В.В. Спутниковая связь и проблема геостационарной орбиты. М.: Радио и связь, 1988. 168 с.
- 5 Бородич С.В. ЭМС наземных и космических радиослужб. Критерии, условия и расчет. М.: Радио и связь, 1990. 272 с.
- 6 Системы спутниковой связи / А.М. Бонч-Бруевич, В.Л. Быков, Л.Я. Кантор и др.; под ред. Л.Я. Кантора: Учебное пособие для вузов. М.: Радио исвязь, 1992. -224 с.
- 7 Меныников В.А., Чернов В.В., Феоктистов Н.Н., Александров И.Е. Космос и связь // Электросвязь. 1995. №6. С. 10-12.
- 8 Мордухович Л.Г. Радиорелейные линии связи: курсовое и дипломное проектирование. М.: Радио и связь, 1989.-160 с.
- 9 Мордухович Л.Г., Степаненко А.П. Системы радиосвязи: курсовое проектирование. М.: Радио и связь, 1987.-191 с.
- 10 Мясковский Г.М. Системы производственной радиосвязи: Справочник. М.: Связь 1980.
- 11 Баклашов Н. И. и др. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды: Учебник для вузов/Н. И. Баклашов, Н. Ж. Китаева, Б. Д. Терехов. М.: Радио и связь, 1989.—288 с.: ил.
- 12 Сабиров Ю.Г., Сколотнев Н.И. Охрана труда в вычислительных центрах. М.: Машиностроение, 1985. 210 с
- 13 Производственное освещение. Методические указания к выполнению раздела "Охрана труда" в дипломном проекте (для студентов энергетических специальностей всех форм обучения)-Алма-Ата,изд. РУМКД989, 40 с.
- 14 Иванов Е.Н. Расчет и проектирование систем противопожарной защиты. М.: Химия,1990.
- 15 Буров В.П., Морошкин О.К., Новиков О.К. Бизнес-план. Методика составления. Реальный пример. М.: Изд-во ЦИПКК АП Отраслевая библиотека "Технический прогресс и повышение квалификации кадров в авиационной промышленности", 1995.
  - 14 http://www.satis-tl.com/technical\_means/monitoring\_systems\_net\_satis/
  - 15 http://www.satis-tl.com/.files/products/systems\_monitoring\_st\_sp\_sv/
  - 16 http://www.teorver.ru/newkatalog/1196718726.pdf
  - 17 http://dic.academic.ru/dic.nsf/dic\_economic\_law/7750

- 18 http://www.advantek.kz/cgi-bin/menu2.cgi?121205000000
- 19 http://topwar.ru/36729-voennye-sistemy-sputnikovoy-svyazi.html
- 20 http://ods.com.ua/win/rus/net-tech/sat/tehaspect.html