

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

К защите допустить
Зав. кафедрой

_____ 2013 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему _____ Современные приемные оборудования спутниковых
_____ систем связи _____

Выпускник	_____	_____ <u>Абдуллаев С.С.</u> _____
	подпись	Ф.И.О.
Руководитель	_____	_____ <u>Юсупов А.К.</u> _____
	подпись	Ф.И.О.
Рецензент	_____	_____ _____
	подпись	Ф.И.О.
Консультант по БЖД	_____	_____ _____
	подпись	Ф.И.О.

Ташкент – 2013

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Факультет _____ кафедра _____

Направление _____

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____

« ____ » _____ 2013 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента _____

_____ Абдуллаева Сардора Салиевича _____

(фамилия, имя, отчество)

на тему _____ Современные приемные оборудования спутниковых _____

_____ систем связи _____

1. Тема утверждена приказом по университету от « ____ » _____ 2012 г. № _____

2. Срок сдачи законченной работы _____

3. Исходные данные к работе _____

4. Содержание расчётно-пояснительной записки (перечень подлежащих к разработке вопросов) _____

5. Перечень графического материала _____

6. Дата выдачи задания _____

Руководитель _____

подпись

Задание принял _____

подпись

7. Консультанты по отдельным разделам выпускной работы

Наименование раздела	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание получил
1.Спутниковые системы связи 2. Разновидности спутникового приемного оборудования 3.Особенность спутникового тв приема			

8. График выполнения работы

№	Наименование раздела	Срок выполнения	Подпись руководителя (консультанта)
1	Спутниковые системы связи		
2	Разновидности спутникового приемного оборудования		
3	Особенность спутникового тв приема		
4	Спутниковое приемное оборудование		
5	Безопасность жизнедеятельности		

Выпускник _____
подпись

« ____ » _____ 20 __ г.

Руководитель _____
подпись

« ____ » _____ 20 __ г.

В работе рассматриваются основы спутниковых систем связи, современные спутниковые системы связи, разновидности спутникового приемного оборудования, особенности спутникового ТВ приема, а также спутниковое приемное оборудование.

Ушбу битирув малакавий ишда сунъий йўлдошли тизимлар асоси,замоновий сунъий йўлдош тизимлари, сунъий йўлдошли қабул қилгич қурилмалари, ҳамда сунъий йўлдошли ТВ сигналларни қабул қилиш кўриб чиқилган

In work bases of satellite communication systems, modern satellite communication systems, versions of the satellite reception equipment, feature of satellite TV of reception, and also the satellite reception equipment are considered.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ.....	8
1.1. Основы спутниковых систем связи.....	8
1.2. Современные спутниковые системы связи.....	19
2. РАЗНОВИДНОСТИ СПУТНИКОВОГО ПРИЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	26
3. ОСОБЕННОСТЬ СПУТНИКОВОГО ТВ ПРИЕМА.....	40
3.1. Ретрансляции и приема телевизионных сигналов.....	40
3.2. Цифровой метод передачи спутниковых ТВ сигналов.....	43
4. СПУТНИКОВОЕ ПРИЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	65
4.1. Основные элементы приемного спутникового оборудования.....	65
4.2. Спутниковый тюнер OPENBOX CI-7200PVR.....	79
5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	89
5.1. Защита людей от поражения электрическим током при работе на оборудовании и с электрооборудованием.....	89
5.2. Чрезвычайные ситуации. Защита предприятия в чрезвычайных ситуациях и ликвидация последствий.....	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	102
ЛИТЕРАТУРА.....	103
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	104

ВВЕДЕНИЕ

Всемирный финансово-экономический кризис, разразившийся в 2008 году и приобретающий сегодня большие масштабы и глубину в оценках многих международных экспертов и специалистов, получает больше вопросов, чем ответов о причинах и прогнозах его дальнейшего развития.

Принятая в Узбекистане собственная модель реформирования и модернизации, ставя перед собой целью достижение национальных интересов в долгосрочной перспективе, изначально подразумевала отказ от настойчивого навязываемых нам методов шоковой терапии, наивных, обманчивых представлений о саморегулировании рыночной экономики.

Наступивший XXI век получил определение «Век глобального информационного общества», так как революционизирующая роль информатизации возрастает и уже стала определяющей в развитии общества, в в прогрессе, науке и технике. По мнению большинства ведущих социологов, экономистов, историков, философов глобальное информационное общество – это ступень в развитии современной цивилизации, которая характеризуется увеличением роли информатизации в жизни общества, возрастанием доли информационно-телекоммуникационных технологий, созданием глобального информационного пространства, обеспечивающего эффективное информационное взаимодействие людей, дающим им доступ к мировым информационным ресурсам.

Конвергенция телекоммуникационных компьютерных технологий стала реальностью в настоящее время, привело к созданию новых систем, которые называются инфокоммуникационными. Следовательно, инфокоммуникация – это современная информационно-телекоммуникационная инфраструктура общества, развивающееся в соответствии с его технологическими законами эволюции. Основными направлениями развития инфокоммуникации в XXI веке является глобализация связи.

Одним из разновидностей систем связи является спутниковая система связи, предоставляющая круг возможностей, как для потребителей, так и для поставщиков телекоммуникационных услуг.

В данный момент спутниковые системы сильно развиты, и используются в различных сферах связи, таких как, например, определения объекта на местности (системы GPS, Глонасс), передача информационных данных (системы Intelsat, Globalstar, Eutelsat и др.), а также ретрансляции телевизионных сигналов (Ямал, Экспресс и др.).

Спутниковое телевизионное вещание является сегодня одним из самых экономичных и надежных способов передачи телевизионных сигналов высокого качества в любую точку обширной территории нашей страны.

К преимуществам спутникового телевизионного вещания относится возможность приема практически неограниченного числа приемных установок, высокая надежность ИСЗ, независимость затрат на приемную установку от расстояния между источником телевизионного сигнала и объектом, незначительное влияние атмосферы и географических особенностей местности на устойчивость приема.

Эти преимущества обусловлены созданию во многих странах современных систем спутникового вещания, обслуживающих сотни людей.

Качество приема во многом зависит также от качества работы приемной системы и соответствующего приемного оборудования.

Большинство спутниковых систем рассчитано на прием телевизионных сигналов непосредственно на простые индивидуальные и коллективные установки, рассчитанных на небольшое количество абонентов.

Данная квалификационная работа посвящена рассмотрению принципа организации спутниковой связи, приема сигналов с ИСЗ, комплектующего оборудования и принципа их работы.

ГЛАВА 1. СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

1.1. Основы спутниковых систем связи

Спутниковая связь — одна из систем радиосвязи, основанная на использовании искусственных спутников земли (ИСЗ) в качестве ретрансляторов для осуществления передачи данных между земными станциями, которые в свою очередь могут быть как стационарными, так и подвижными. Она является развитием традиционной радиорелейной связи путем вынесения ретранслятора на очень большую высоту (от сотен до десятков тысяч км). Так как зона его видимости в этом случае — почти половина Земного шара, то необходимость в цепочке ретрансляторов отпадает — в большинстве случаев достаточно и одного. Для передачи через спутник сигнал должен быть модулирован. Модуляция производится на земной станции. Модулированный сигнал усиливается, переносится на нужную частоту и поступает на передающую антенну.

Первые исследования в области спутниковой связи начали появляться во второй половине 50-х годов XX века. Толчком к ним послужили возросшие потребности в трансатлантической телефонной связи. 20 августа 1964 г. 11 стран подписали соглашение о создании международной организации спутниковой связи Intelsat (International Telecommunications Satellite organization), но в бывший СССР в их число не входил. 6 апреля 1965 г. в рамках этой программы был запущен первый коммерческий спутник связи Early Bird («ранняя пташка»), произведенный корпорацией COMSAT. Орбиты, на которых размещаются спутниковые ретрансляторы, подразделяют на три класса: экваториальные, наклонные, полярные.

Важной разновидностью экваториальной орбиты является геостационарная орбита, на которой спутник вращается с угловой скоростью, равной угловой скорости Земли, в направлении, совпадающем с направлением вращения Земли. Очевидным преимуществом геостационарной орбиты является то, что приемник в зоне обслуживания «видит» спутник постоянно. Однако геостационарная орбита одна, и все спутники вывести на неё невозможно. Другим её недостатком является большая высота, а значит, и большая цена вывода спутника на орбиту. Кроме того,

спутник на геостационарной орбите неспособен обслуживать земные станции в приполярной области (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Искусственный Спутник Земли (ИСЗ)

Наклонная орбита позволяет решить эти проблемы, однако, из-за перемещения спутника относительно наземного наблюдателя необходимо запускать не меньше трех спутников на одну орбиту, чтобы обеспечить круглосуточный доступ к связи. Полярная орбита — предельный случай наклонной (с наклоном 90°). При использовании наклонных орбит земные станции оборудуются системами слежения, осуществляющими наведение антенны на спутник. Станции, работающие со спутниками, находящимися на геостационарной орбите, как правило, также оборудуются такими системами, чтобы компенсировать отклонение от идеальной геостационарной орбиты.

Исключение составляют небольшие антенны, используемые для приема спутникового телевидения: их диаграмма направленности достаточно широкая, поэтому они не чувствуют колебаний спутника возле идеальной точки.

Поскольку радиочастоты являются ограниченным ресурсом, необходимо обеспечить возможность использования одних и тех же частот разными земными

станциями. Сделать это можно двумя способами:

- пространственное разделение — каждая антенна спутника принимает сигнал только с определенного района, при этом разные районы могут использовать одни и те же частоты,
- поляризационное разделение — различные антенны принимают и передают сигнал во взаимно перпендикулярных плоскостях поляризации, при этом одни и те же частоты могут применяться два раза (для каждой из плоскостей).

При этом все частоты (за исключением зарезервированных за глобальным лучом) используются многократно: в западной и восточной полусферах и в каждой из зон. Выбор частоты для передачи данных от земной станции к спутнику и от спутника к земной станции не является произвольным. От частоты зависит, например, поглощение радиоволн в атмосфере, а также необходимые размеры передающей и приемной антенн. Частоты, на которых происходит передача от земной станции к спутнику, отличаются от частот, используемых для передачи от спутника к земной станции (как правило, первые выше).

Частоты, используемые в спутниковой связи, разделяют на диапазоны, обозначаемые буквами (табл. 1.1).

Для передачи данных крупными пользователями (организациями) часто применяется С-диапазон. Это обеспечивает более высокое качество приема, но требует довольно больших размеров антенны.

Таблица.1.1. Диапазоны спутниковой системы связи

Название диапазона	Полоса частот, ГГц	Применение
L	1,5 ГГц	Подвижная спутниковая связь
S	2,5 ГГц	Подвижная спутниковая связь

С	4 ГГц, 6 ГГц	Фиксированная спутниковая связь
Х	Для спутниковой связи рекомендациями ИТУ-Р 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
К	20 ГГц	Фиксированная спутниковая связь, спутниковое вещание
Ka	30 ГГц	Фиксированная спутниковая связь, межспутниковая связь

Особенностью спутниковых систем связи является необходимость работать в условиях сравнительно низкого отношения сигнал/шум, вызванного несколькими факторами: значительной удаленностью приемника от передатчика, ограниченной мощностью спутника (невозможностью вести передачу на большой мощности). В связи с этим спутниковая связь плохо подходит для передачи аналоговых сигналов. Поэтому для передачи речи её предварительно оцифровывают, используя, например, импульсно-кодovou модуляцию (ИКМ).

Для передачи цифровых данных по спутниковому каналу связи они должны быть сначала преобразованы в радиосигнал, занимающий определенный частотный диапазон. Для этого применяется модуляция (цифровая модуляция называется также манипуляцией). Наиболее распространенными видами цифровой модуляции для приложений спутниковой связи являются фазовая манипуляция и квадратурная амплитудная модуляция. Из-за низкой мощности сигнала возникает необходимость

в системах исправления ошибок. Для этого применяются различные схемы помехоустойчивого кодирования.

Изначально возникновение спутниковой связи было продиктовано потребностями передачи больших объёмов информации. Первой системой спутниковой связи стала система Intelsat, затем были созданы аналогичные региональные организации (Eutelsat, Arabsat и другие). С течением времени доля передачи речи в общем объёме магистрального трафика постоянно снижалась, уступая место передаче данных. С развитием волоконно-оптических сетей последние начали вытеснять спутниковую связь с рынка магистральной связи.

Траектория движения ИСЗ называется орбитой. Во время свободного полета спутника, когда его бортовые реактивные двигатели выключены, движение происходит под воздействием гравитационных сил и по инерции, причем главной силой является притяжение Земли. Если считать Землю строго сферической, а действие гравитационного поля Земли — единственной силой, воздействующей на спутник, то движение ИСЗ подчиняется известным законам Кеплера: оно происходит в неподвижной (в абсолютном пространстве) плоскости, проходящей через центр Земли, — плоскости орбиты; орбита имеет форму эллипса или окружности (частный случай эллипса). При движении спутника полная механическая энергия (кинетическая и потенциальная) остается неизменной, вследствие чего при удалении спутника от Земли скорость его движения уменьшается. Уравнение эллиптической орбиты спутника Земли в полярной системе координат определяется формулой. В случае эллиптической орбиты точкой перигея называют точку орбиты, соответствующую наименьшему значению радиус-вектора $r = r_{\text{п}}$, точкой апогея — точку, соответствующую наибольшему значению $r = r_{\text{а}}$ (рис. 2)

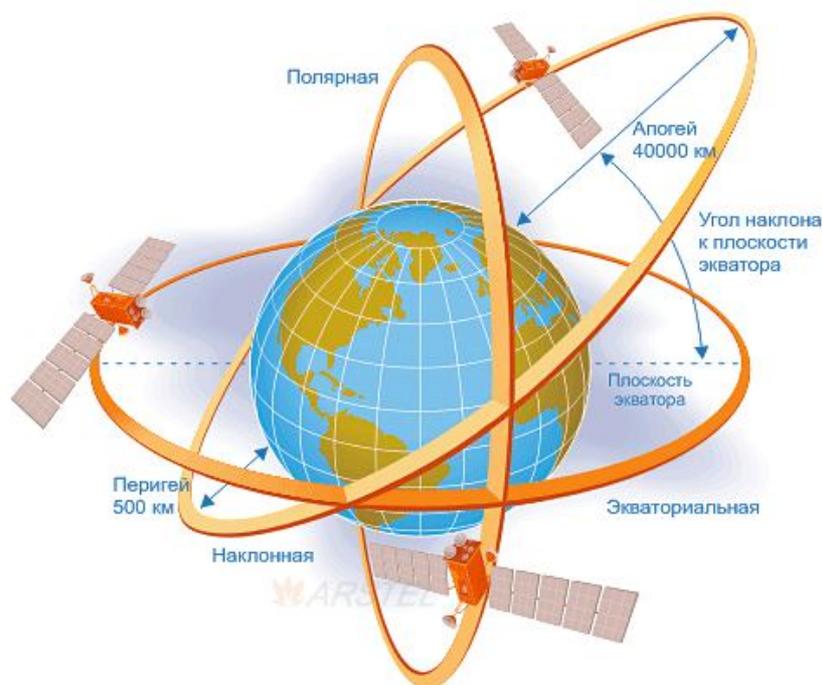


Рис. 1.2. Орбиты космических станций

Высота спутника над поверхностью Земли $h=r-R$, где R — радиус Земли. Линия пересечения плоскости орбиты с плоскостью экватора называется линией узлов, угол i между плоскостью орбиты и плоскостью экватора — наклонением орбиты. По наклонению различают экваториальные ($i = 0^\circ$), полярные ($i = 90^\circ$) и наклонные орбиты, ($0^\circ < i < 90^\circ$ $90^\circ < i < 180^\circ$). Орбита спутника характеризуется также длиной апогея d — долгота подспутниковой точки (точка пересечения радиуса-вектора с поверхностью Земли) в момент прохождения спутником апогея и периодом обращения T (время между двумя последовательными прохождениями одной и той же точки орбиты).

Для систем связи и вещания необходимо, чтобы имелась прямая видимость между спутником и соответствующими земными станциями в течение сеанса связи достаточной длительности. Если сеанс не круглосуточный, то удобно, чтобы он повторялся ежедневно в одно и то же время. Поэтому предпочтительны синхронные орбиты с периодом обращения, равным или кратным времени оборота Земли вокруг оси, т. е. звездным суткам (23 ч 56 мин 4 с). Орбита геостационарного ИСЗ — это круговая (эксцентриситет $e = 0$), экваториальная (наклонение $i = 0^\circ$), синхронная орбита с периодом обращения 24 ч, с движением спутника в восточном направлении.

Орбиту ГСО еще в 1945 г. рассчитал и предложил использовать для спутников связи английский инженер Артур Кларк, известный впоследствии как писатель-фантаст. В Англии и многих других странах геостационарную орбиту (ГО) называют «Пояс Кларка» (рис. 3).



Рис. 1.3. Размещение спутников Земли на ГО

Орбита имеет форму окружности, лежащей в плоскости земного экватора с высотой над поверхностью Земли 35 786 км. Направление вращения ИСЗ совпадает с направлением суточного вращения Земли. Поэтому для земного наблюдателя спутник кажется неподвижным в определенной точке небесной полусферы.

Вывод геостационарного спутника на орбиту обычно осуществляется многоступенчатой ракетой через промежуточную орбиту. Современная ракета - носитель представляет собой сложный космический летательный аппарат, который приводится в движение реактивной силой ракетного двигателя.

Спутниковые системы связи имеют ряд преимуществ:

- Устойчивые издержки. Стоимость передачи через спутник по одному соединению не зависит от расстояния между передающей и принимающей ЗС. Более того, все спутниковые сигналы - широковещательные. Стоимость спутниковой передачи, следовательно, остается неизменной независимо от числа принимающих ЗС.
- Широкая полоса пропускания.

- Малая вероятность ошибки. В связи с тем, что при цифровой спутниковой передаче побитовые ошибки весьма случайны, применяются эффективные и надежные статистические схемы их обнаружения и исправления.

Необходимо отметить ряд ограничений в спутниковых систем связи:

- Значительная задержка. Большое расстояние от ЗС до спутника на геосинхронной орбите приводит к задержке распространения, длиной почти в четверть секунды. Эта задержка вполне ощутима при телефонном соединении и делает чрезвычайно неэффективным использование спутниковых каналов при неадаптированной для ССС передаче данных.
- Размеры ЗС. Крайне слабый на некоторых частотах спутниковый сигнал, доходящий до ЗС (особенно для спутников старых поколений), заставляет увеличивать диаметр антенны ЗС, усложняя тем самым процедуру размещения станции.
- Защита от несанкционированного доступа к информации. Широковещание позволяет любой ЗС, настроенной на соответствующую частоту, принимать транслируемую спутником информацию. Лишь шифрование сигналов, зачастую достаточно сложное, обеспечивает защиту информации от несанкционированного доступа.
- Интерференция. Спутниковые сигналы, действующие в Ku- или Ka-полосах частот (о них ниже), крайне чувствительны к плохой погоде. Спутниковые сети, действующие в С-полосе частот, восприимчивы к микроволновым сигналам. Интерференция вследствие плохой погоды ухудшает эффективность передачи в Ku- и Ka-полосах на период от нескольких минут до нескольких часов. Интерференция в С-полосе ограничивает развертывание ЗС в районах проживания с высокой концентрацией жителей.

Влияние упомянутых преимуществ и ограничений на выбор спутниковых систем для частных сетей довольно значительно.

Все более возрастающую конкуренцию спутниковым системам связи составляют оптоволоконные сети связи.

Технологическое развитие привело к значительному уменьшению размеров ЗС. На начальном этапе спутник не превышал нескольких сотен килограммов, а ЗС

представляли собой гигантские сооружения с антеннами более 30 м в диаметре. Современные спутники весят несколько тонн, а антенны, зачастую не превышающие 1 м в диаметре, могут быть установлены в самых разнообразных местах. Тенденция уменьшения размеров ЗС вместе с упрощением установки оборудования приводит к снижению его стоимости. На сегодняшний день стоимость ЗС является, пожалуй, главной характеристикой, определяющей широкое распространение ССС. Преимущество спутниковой связи основано на обслуживании географически удаленных пользователей без дополнительных расходов на промежуточное хранение и коммутацию. Любые факторы, понижающие стоимость установки новой ЗС, однозначно содействуют развитию приложений, ориентированных на использование ССС. Относительно высокие издержки развертывания ЗС позволяют наземным волоконно-оптическим сетям в ряде случаев успешно конкурировать с ССС.

Следовательно, главное преимущество спутниковых систем состоит в возможности создавать сети связи, предоставляющие новые услуги связи или расширяющие прежние, при этом с экономической точки зрения преимущество ССС обратно пропорционально стоимости ЗС.

В зависимости от типа, ЗС имеет возможности передачи и/или приема. Как уже отмечалось, фактически все интеллектуальные функции в спутниковых сетях осуществляются в ЗС. Среди них - организация доступа к спутнику и наземным сетям, мультиплексирование, модуляция, обработка сигнала и преобразование частот. Отметим, наконец, что большинство проблем в спутниковой передаче решается оборудованием ЗС.

В настоящее время выделяются четыре типа ЗС. Наиболее сложными и дорогостоящими являются ориентированные на большую интенсивность пользовательской нагрузки ЗС с очень высокой пропускной способностью. Станции такого типа предназначены для обслуживания пользовательских популяций, требующих для обеспечения нормального доступа к ЗС волоконно-оптических линий связи. Подобные ЗС стоят миллионы долларов.

Станции средней пропускной способности эффективны для обслуживания частных сетей корпораций. Размеры подобных сетей ЗС могут быть самыми

разнообразными в зависимости от реализованных приложений (передача речи, видео, данных). Различаются два типа корпоративных ССС.

Развитая корпоративная ССС с большими капиталовложениями обычно поддерживает такие услуги, как видеоконференция, электронная почта, передача видео, речи и данных. Все ЗС такой сети имеют одинаково большую пропускную способность, а стоимость станции доходит до 1 миллиона долларов.

Менее дорогостоящим типом корпоративной сети является ССС большого числа (до нескольких тысяч) микротерминалов (VSAT - Very Small Aperture Terminal) связанных с одной главной ЗС (MES - Master Earth Station). Данные сети ограничиваются обычно приемом/передачей данных и приемом аудио-видеоуслуг в цифровом виде. Микротерминалы общаются между собой посредством транзита с обработкой через главную ЗС. Топология таких сетей является звездообразной.

Четвертый тип ЗС ограничен возможностями приема. Это самый дешевый вариант станции, поскольку ее оборудование оптимизируется под предоставление одной или нескольких конкретных услуг. Данная ЗС может быть ориентирована на прием данных, аудиосигнала, видео или их комбинаций.

Современные спутниковые системы используются для организации связи с подвижными объектами, а также спутникового интернета.

Особенностью большинства систем подвижной спутниковой связи является маленький размер антенны терминала, что затрудняет прием сигнала. Для того, чтобы мощность сигнала, достигающего приемника, была достаточной, применяют одно из двух решений:

- Спутники располагаются на геостационарной орбите. Поскольку эта орбита удалена от Земли на расстояние 35786 км[23], на спутник требуется установить мощный передатчик. Этот подход используется системой Inmarsat (основной задачей которой является предоставление услуг связи морским судам) и некоторыми региональными операторами персональной спутниковой связи (например, Thuraya).
- Множество спутников располагается на наклонных или полярных орбитах. При этом требуемая мощность передатчика не так высока, и стоимость вывода

спутника на орбиту ниже. Однако такой подход требует не только большого числа спутников, но и разветвленной сети наземных коммутаторов. Подобный метод используется операторами Iridium и Globalstar.

Что касается спутникового интернета, то он находит применение в организации «последней мили» (канала связи между интернет - провайдером и клиентом), особенно в местах со слабо развитой инфраструктурой.

1.2. Современные спутниковые системы связи

Сегодня в мире существует множество различных систем спутниковой связи. Однако хотелось бы отметить некоторые из них, таких как системы Инмарсат, Глобалстар, Иридиум, Турайя, GPS, ГЛОНАСС и др.

Инмарсат

Инмарсат - первая и проверенная временем система мобильной спутниковой связи. Сейчас функционирует уже третье поколение системы. Четыре геостационарных спутника обеспечивают покрытие всего земного шара за исключением полюсов. Звонок с терминала Инмарсат попадает на спутник, который спускает его на наземную станцию. Наземная станция отвечает за перенаправление звонков в/за телефонных сетей общего пользования и Интернет. Если в каком-либо районе наблюдается повышенная активность абонентов, спутник выделяет несколько дополнительных лучей на работу с этим регионом.

В дополнение к стандартным телефонам система поддерживает оборудование, позволяющее отслеживать местонахождение абонентов. Терминалы стандарта Инмарсат-С применяются как для передачи текстовых сообщений, так и для мониторинга подвижных объектов (судов, автомобилей, самолетов). Система применяется для обеспечения безопасности мореплавания и для управления воздушным движением.

К услугам, предоставляемы абонентам системой спутниковой связи Инмарсат

являются:

- Телефон.
- Факс.
- Электронная почта.
- Передача данных.
- Телекс (для некоторых стандартов).
- GPS.

К достоинству системы спутниковой связи Инмарсат можно отнести следующее:

- Работает на всей территории земного шара, кроме полярных областей.
- Является официальной системой обеспечения безопасности мореплавания.
- Достаточно конфиденциальна.
- Простая в использовании, есть подробные инструкции на русском языке.
- Есть онлайн-биллинговая система, позволяющая из любой точки планеты посмотреть через Интернет состояние своего счета, подробную статистику телефонных звонков.

Глобалстар

Система спутниковой связи Глобалстар изначально формировалась как система, предназначенная для взаимодействия с существующими сотовыми сетями. Это означает, что находясь в зоне действия сотовой сети, с которой у Глобалстар есть договор, телефон работает как сотовый, а вне зоны сотовой сети переключается на спутниковый канал.

Спутниковую связь в системе Глобалстар обеспечивают 48 низкоорбитальных спутников. Принимая сигнал абонента, несколько спутников одновременно транслируют его на ближайшую наземную станцию сопряжения. Наземная станция выбирает наиболее сильный сигнал и маршрутизирует его по наземным сетям до вызываемого абонента.

К услугам, доступные для абонентов системы спутниковой связи Глобалстар можно отнести следующее:

- Телефон.
- Передача данных.
- Служба коротких сообщений (SMS).
- Пейджинг.
- GPS.

Также к достоинствам системы спутниковой связи Глобалстар можно отнести следующее:

- Работает на всей территории земного шара, кроме полярных областей.
- Очень портативные и легкие телефоны, размером и весом немного больше сотового телефона.
- Автоматическое переключение между спутниковой и сотовой связью
- Простая в использовании, есть подробные инструкции на русском языке.
- Относительно невысокая стоимость телефонов (от \$699).
- Относительно небольшая стоимость звонков (от \$1.39 при использовании спутникового канала, еще дешевле - при переключении на сотовый канал).
- Большое количество дополнительных аксессуаров, включая автомобильные комплекты, факсы и другое.
- Задержки голоса и эхо практически незаметны по сравнению с системами, использующими среднеорбитальные и геостационарные спутники.

Иридиум

С помощью 66 низкоорбитальных спутников Иридиум обеспечивает 100% покрытие Земли. Благодаря небольшому расстоянию до спутника и высокой скорости спутников сигнал передается практически без задержек. В районах, где доступна сотовая связь, телефон работает как сотовый.

Услуги, доступные для абонентов системы спутниковой связи Иридиум:

- Телефон.
- Передача данных.
- Пейджинг.

Достоинства системы спутниковой связи Иридиум:

- Работает практически на всей территории земного шара.
- Самые маленькие телефоны из всех спутниковых (размер чуть больше сотового).
- Автоматическое переключение между спутниковой и сотовой связью
- Относительно небольшая стоимость звонков (от \$1.00 при использовании спутникового канала, еще дешевле - при переключении на сотовый канал).
- Входящие звонки – бесплатно.
- Задержки голоса и эхо практически незаметны по сравнению с системами, использующими среднеорбитальные и геостационарные спутники.

Турайя

Система изначально рассчитана на обслуживание региона с 1,8 миллионов потенциальных абонентов. Состоящая из двух спутников, она рассчитана на обслуживание 13,750 телефонных каналов одновременно. Система адаптирована под использование как спутниковых, так и сотовых каналов связи. Часто позвонить через спутник выгоднее, чем по роумингу, более чем в 5 раз.

Услуги, доступные для абонентов системы спутниковой связи Турайя:

- Телефон.
- Электронная почта.
- Передача данных.
- GPS.

Достоинства системы спутниковой связи Турайя:

- Небольшой размер телефонов.
- Относительно невысокая стоимость телефонов (от \$680).
- Автоматическое переключение между спутниковой и сотовой связью.
- Небольшая стоимость звонков (от \$0.53 при использовании спутникового канала).
- Входящие звонки – бесплатно.

GPS (англ. Global Positioning System — система глобального позиционирования, читается Джи Пи Эс) — спутниковая система навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение. Позволяет в любом месте Земли (не включая приполярные области), почти при любой погоде, а также в космическом пространстве вблизи планеты определить местоположение и скорость объектов. Система разработана, реализована и эксплуатируется Министерством обороны США.

GPS состоит из трёх основных сегментов: космического, управляющего и пользовательского.[4] Спутники GPS транслируют сигнал из космоса, и все приёмники GPS используют этот сигнал для вычисления своего положения в пространстве по трём координатам в режиме реального времени.

Космический сегмент состоит из 32 спутников, вращающихся на средней орбите Земли.

Управляющий сегмент представляет собой главную управляющую станцию и несколько дополнительных станций, а также наземные антенны и станции мониторинга, ресурсы некоторых из которых являются общими с другими проектами.

Пользовательский сегмент представлен тысячами приемников GPS, находящихся в ведении военных США и десятками миллионов устройств, владельцами которых являются обычные пользователи.

Основной принцип использования системы — определение местоположения путём измерения моментов времени приема синхронизированного сигнала от навигационных спутников антенной потребителя. Для определения трёхмерных координат GPS-приёмнику нужно иметь четыре уравнения: «расстояние равно произведению скорости света на разность моментов приема сигнала потребителя и момента его синхронного излучения от спутников».

Несмотря на то, что изначально проект GPS был направлен на военные цели, сегодня GPS широко используются в гражданских целях. GPS-приёмники продают во многих магазинах, торгующих электроникой, их встраивают в мобильные телефоны, смартфоны, КПК и онбордеры. Потребителям также предлагаются

различные устройства и программные продукты, позволяющие видеть своё местонахождение на электронной карте; имеющие возможность прокладывать маршруты с учётом дорожных знаков, разрешённых поворотов и даже пробок; искать на карте конкретные дома и улицы, достопримечательности, кафе, больницы, автозаправки и прочие объекты инфраструктуры.

ГЛОНАСС

Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС, GLONASS) — российская спутниковая система навигации, разработана по заказу Министерства обороны. Одна из двух функционирующих на сегодня систем глобальной спутниковой навигации.

ГЛОНАСС предназначена для оперативного навигационно-временного обеспечения неограниченного числа пользователей наземного, морского, воздушного и космического базирования. Доступ к гражданским сигналам ГЛОНАСС в любой точке земного шара, на основании указа Президента РФ, предоставляется российским и иностранным потребителям на безвозмездной основе и без ограничений.

Основой системы должны являться 24 спутника, движущихся над поверхностью Земли в трёх орбитальных плоскостях с наклоном орбитальных плоскостей $64,8^\circ$ и высотой 19 100 км. Принцип измерения аналогичен американской системе навигации NAVSTAR GPS. Основное отличие от системы GPS в том, что спутники ГЛОНАСС в своем орбитальном движении не имеют резонанса (синхронности) с вращением Земли, что обеспечивает им большую стабильность. Таким образом, группировка КА ГЛОНАСС не требует дополнительных корректировок в течение всего срока активного существования. Тем не менее, срок службы спутников ГЛОНАСС заметно короче.

Спутниковая группировка ГЛОНАСС развёрнута в трех орбитальных плоскостях, с 8 равномерно распределёнными спутниками в каждой. Для обеспечения глобального покрытия необходимы 24 спутника, в то время как для покрытия территории России необходимы 18 спутников. Сигналы передаются с

направленностью 38° с использованием правой круговой поляризации. Для определения координат приёмник должен принимать сигнал как минимум четырёх спутников, три из которых используются для определения расстояния, а четвёртый для синхронизации по времени.

В спутниках Глонасс могут быть введены дополнительные передатчики на частоты и модуляцию сигналов, совпадающие с модернизированной GPS. Новые конфигурации помогут обеспечить широкую совместимость приёмного оборудования и повысит точность и быстроту определения координат для критически важных применений, в первую очередь в авиационной и морской безопасности.

В заключении данной главы, хотелось бы отметить, что также существует ряд консорциумов, таких как, Intelsat, Eutelsat, Inmarsat и другие.

2. РАЗНОВИДНОСТИ СПУТНИКОВОГО ПРИЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Современные спутниковые системы связи имеют широкий круг возможностей, и на данный момент существует большое разнообразие оборудования, в зависимости от разновидности системы и назначения.

Наиболее популярными являются система спутниковой связи, электронное позиционирование, а также спутниковое телевизионное вещание.

В связи с этим, рассмотрим ряд наиболее известных устройств.

Спутниковое оборудование и спутниковая телефония от ведущего оператора спутниковой связи обеспечит абонентам весь спектр современных мультисервисных услуг в любой точке планеты.

Спутниковая мобильная связь – это удобное сочетание спутникового и сотового телефонов, а также GPS-приемника в одном аппарате.

Благодаря спутниковой мобильной связи, например Thuraya, абонент имеет возможность общаться с помощью голосовой связи, отправлять SMS-сообщения и

пользоваться Интернет в самых удаленных уголках нашей планеты, не подключая дополнительных сервисов, не тратя большие средства на роуминг, а просто используя спутниковую телефонию.

Существует большое разнообразие оборудования, рассмотрим некоторые из них.

Thuraya XT DUAL (рис. 2.1) - это спутниковый телефон с расширенными возможностями, использующий самые передовые технологии. Его превосходные характеристики являются воплощением трех примененных в одном телефоне технологий: спутниковой (SAT) связи, мобильной связи стандарта GSM и системы глобального позиционирования (GPS), обеспечивающих непревзойденное сочетание качества и эксплуатационных характеристик.

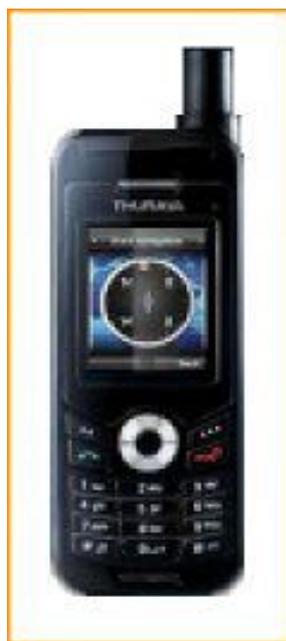


Рис. 2.1. Спутниковый телефон Thuraya XT DUAL

Thuraya XT DUAL - это трехдиапазонный телефон, позволяющий работать в трех различных сетях GSM: 900,1800 и 1900 МГц, что обеспечивает максимальную гибкость.

Спецификация Thuraya XT-DUAL:

- Удобная в использовании панель управления спутниковым телефоном;
- Степень защиты по стандарту IP64/IK03;

- Передача голоса по стандарту "Thuraya";
- Передача данных и факсимильных сообщений на скорости 9.6 kbps;
- Параметры GPRS: Загрузка - до 60 Кб/сек, Отгрузка - до 15 Кб/сек;
- Языковая поддержка 12 языков;
- USB интерфейс;
- Мелодии - 32 полифонических мелодии;
- Разрешение дисплея - 176 x 220 точек;
- Цветность дисплея - 262,000 цветов;
- Датчик освещенности;
- Служба коротких сообщений (SMS);
- Быстрый набор номера;
- Время работы в режиме разговора через спутниковый канал 6 часов;
- Время ожидания - 60/160 часов (минимум);
- Звонок в аварийно-спасательные службы без SIM-карты;
- Индикация уровня сигнала и режима работы спутникового телефона;
- Определения координат по GPS;
- PC интерфейс для загрузки данных местонахождения с GPS;
- Передача данных с GPS;
- Вес 211 грамма;
- Габаритные размеры - 139 x 53 x 27 мм (ВxШxГ);
- Мощность терминала - 2 W.

Автомобильный комплект Thuraya XT (рис. 2.2) может использоваться на всех типах транспортных средств, таких как, легковые автомобили, грузовики, суда и яхты, железнодорожные вагоны и т.д. Он служит для обеспечения связи Thuraya внутри закрытых помещений (в кабине автомобиля, в рубке) и обеспечивает зарядку аккумуляторной батареи спутникового телефона Thuraya XT в то время, как последний находится в нем.



Рис. 2.2. Автомобильный комплект Thuraya XT

Основные особенности:

- обеспечение связи Турайя внутри помещений;
- улучшенная передача голоса;
- система подавления эха;
- автоматическая настройка громкости в зависимости от уровня шума;
- режим громкой связи;
- автоматическое отключение громкости радиоприемника во время звонка;
- возможность передачи данных при подключении к последовательному порту компьютера (RS232);
- зарядка аккумулятора телефона во время его нахождения в устройстве.

Спецификации:

- Габаритные размеры - 190 x 70 x 45 мм (длина x ширина x толщина);
- Вес - 1.2 Кг;
- Диапазон рабочих температур - от -25 до +80 С.

Thuraya FDU-3500 (рис. 2.3) - стационарный комплект, который позволяет использовать спутниковую связь Thuraya в закрытых помещениях.

FDU-3500 это дополнительное оборудование, позволяющее расширить и улучшить сферу применения спутникового терминала Thuraya. Установить и настроить, а тем более использовать FDU-3500 очень просто. Спутниковый терминал легко фиксируется в специальной базе-держателе и поддерживает все стандартные спутниковые сервисы, такие как: голосовая связь, передача данных и факсов, а также дополнительные возможности становятся доступны в закрытых помещениях благодаря этому комплекту. Кроме этого, FDU-3500 подзаряжает

терминал, пока он находится в базе-держателе.



Рис. 2.3. Стационарный спутниковый комплект Thuraya FDU-3500

Технические характеристики Thuraya FDU-3500:

- Спутниковая антенна 25 м., адаптер крепления;
- GPS антенна 25 м;
- Скорость при поддержке передачи данных 9.6 кб/с;
- Скорость при поддержке GmPRS 15/60 Кб/с;
- Скорость при поддержке аналоговых факсов 9.6 кб.

Модем ThurayaIP (рис.2.4) предназначен для широкополосной передачи данных на скорости до 444 Кбит/сек (пиковые параметры). Услуга доступна на всей территории действия сети Турайя, включающей в себя более 120 стран мира в Европе, Северной и Центральной Африке, большей части Южной Африки, Ближнего Востока, Средней Азии и Южной Азии. Гарантированная передача данных возможна на скоростях 16, 32, 64, 128, 256 или 384 Кбит/сек. Благодаря своим характеристикам, модем ThurayaIP сможет удовлетворить телекоммуникационные потребности широкого круга пользователей. Путешественники получают доступ к Интернет и E-mail, смогут передавать фото и видео и т.д.



Рис. 2.4. Модем ThurayaIP

Спутниковые телефоны Глобалстар

Спутниковые телефоны Глобалстар GSP-1700 (рис. 2.5)



Рис. 2.5. Спутниковые телефоны Глобалстар GSP-1700

Особенности и достоинства GSP-1700:

- Самый компактный в семействе спутниковых мобильных телефонов Глобалстар (60% объема по сравнению с прежней моделью GSP-1600).

- Разработан и выпускается компанией Qualcomm (США) - признанным лидером в области мобильных средств связи.
- Прогрессивный чипсет MSM6500 мобильных модемов для использования в перспективных высокоскоростных сетях передачи данных с технологией EV-DO (Evolution Data Optimized - технология сетей мобильной связи третьего поколения (3G), стандартизированная 3GPP2 в рамках развития CDMA2000 и обеспечивающая высокоскоростную передачу данных со скоростью до 2,4 Мбит/с).
- Прием звонков при сложенной антенне.
- Оптимизированный дисплей с тыльной подсветкой.
- Высокое качество передачи речи.

Спутниковый телефон Глобалстар/GSM-900 (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Спутниковый телефон Глобалстар/GSM-900

Общие сведения:

- Двухмодовый спутниковый телефон: спутниковый режим Глобалстар, сотовый режим GSM.
- Телефонная связь.
- Режимы работы: Глобалстар/GSM-900 Работа с SIM-картой ГлобалТел или любого оператора GSM.

- Передача данных, доступ в Интернет.
- Сервис коротких сообщений (SMS).
- Работает с SIM-картой (как в GSM).
- Размеры - 200 x 62 x 51 мм.
- Вес - 420 гр.
- Аккумулятор: в режиме разговора Глобалстар - 1,5 часа.
- Аккумулятор: в режиме ожидания Глобалстар - 7 часов.
- Скорость передачи данных: 9,6 кбит/с.

В линейке навигаторов Garmin eTrex появился новый приемник (рис. 2.7), способный одновременно принимать сигналы спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС. Благодаря спутникам ГЛОНАСС, время, требуемое приемнику для определения местоположения, значительно сокращается, в следствии увеличения количества спутников, с которых принимаются сигналы.



Рис. 2.7. Спутниковый навигатор Garmin eTrex

Характерные особенности:

- Поддержка системы ГЛОНАСС.
- Размеры, мм - 54 x 103 x 33.
- Размер экрана, мм - 36 x 43; диагональ 2.2" (5.6 см).
- Разрешение экрана, точек - 176 x 220.

- Вес, 141.7 г с батареями.
- Продолжительность работы, ч 25.
- Интерфейс подключения к компьютеру USB.
- Возможность загрузки карт - Есть.
- Поддержка растровых карт - Есть.
- Встроенная память - 1.7 Гб.
- Количество путевых точек - 2000.
- Маршрутов - 200.
- Количество точек в треке - 10000 точек, 200 сохраненных треков.

Портативный GPS навигатор Garmin GPSMAP 62s (рис. 2.8) сохранил в себе всё самое лучшее, чем обладали предыдущие модели. Это высокая степень защиты и прочности корпуса, богатый арсенал дополнительных функций и возможностей, которые могут пригодиться для решения различных задач. Эта модель в полной мере умеет работать с различными типами топографических и морских карт, поддерживает трёхмерное отображение рельефа местности.



Рис. 2.9. Портативный GPS навигатор Garmin GPSMAP 62s

Характерные особенности такие же, как у предыдущей модели.

Спутниковая система слежения "Мониторинг GPS ЛАЙТ"

Комплект оборудования для мониторинга автотранспортных средств (рис. 2.10) имеет встроенную GPS и GSM антенну. Функциональное отличие комплекта "Мониторинг GPS ЛАЙТ" от комплекта "Мониторинг GPS ПРОФ" (встроенная GPS и GSM антенна) заключается в отсутствии аналоговых и дискретных входов для подключения внешних датчиков, выходов, разъёма для подключения диспетчерской связи и аккумулятора.



Рис. 2.10. Оборудование для мониторинга автотранспортных средств «GPS ЛАЙТ»

Возможности:

- Отображение положения автомобиля и маршрута его следования на интерактивных картах за любой промежуток времени.
- Контроль мест и времени стоянок.
- Автоматический контроль отклонения от маршрута следования.
- Контроль выезда за пределы строительной площадки.
- Контроль выезда за пределы города, области, страны или другого произвольного региона.
- Энергонезависимая память (чёрный ящик) на 10000 км. пробега.
- Комплект оборудования для организации охраны и мониторинга автотранспортных средств, позволяющий собственнику предприятия полностью контролировать все действия водителей и маршруты их следования.

Компания Sokkia также рада предложить своим пользователям новый высокопроизводительный GPS/ГЛОНАСС приемник GRX1 (рис. 2.11), который позволит выполнять все виды геодезических работ.



Рис.2.11. Приемник GPS/ГЛОНАСС GRX1

Приемник оснащен информационной панелью со светодиодными индикаторами, отображающих во время полевых измерений состояние заряда батареи, количество отслеживаемых спутников, объем свободной памяти и модуля беспроводной связи Bluetooth. Голосовые сообщения и сигналы, предупреждают об изменениях, которые происходят с приемником во время работы. Запись данных осуществляется на съемную карту памяти.

Спутниковый ресивер является основной частью комплекса оборудования для просмотра спутникового телевидения. Основное назначение спутникового ресивера – преобразование полученного цифрового сигнала в аналоговый видеосигнал, который требуется для вывода изображения на экран телевизора или монитора компьютера. В настоящее время на рынке спутникового оборудования представлены сотни моделей от десятков производителей и в широком ценовом диапазоне, поэтому выбрать подходящую модель неосведомленному потребителю довольно сложно.

Рассмотрим наиболее популярные модели тюнеров.

Ресивер Openbox S1 PVR

Новая модель спутникового ресивера от компании Openbox. Оличительной особенностью данной модели Openbox S1 PVR является наличие HDMI-выхода, ETHERNET-порт для подключения к интернету, а также USB для записи каналов на внешние накопители (рис. 2.12).



Рис. 2.12. Ресивер Openbox S1 PVR

Основные характеристики и возможности:

- Мощный и современный MPEG-декодер 216MHz.
- Возможность одновременной записи двух каналов.
- Режим Тайм-Шифт, активирующийся автоматически.
- Стабильная работа всех функций PVR.
- Режим "Слепого поиска" транспондеров.
- Поддержка нескольких накопителей с использованием USB-концентратора.
- Просмотр фотографий JPEG и проигрыватель музыки MP3.
- Цифровой выход HDMI для превосходного качества (режим 576i).
- Встроенный сетевой порт Ethernet
- Полноцветное графическое меню пользователя (интерфейс).
- Быстрое и удобное обновление ПО через USB накопитель (без участия компьютера).
- Максимальная простота и удобство работы

Dreambox DM 100

Цифровой спутниковый ресивер Dreambox DM 100 (рис. 2.13) имеет универсальный картоприёмник и ETHERNET-порт. Отличное качество изображения, маленькие размеры, классный дизайн.



Рис. 2.13. Ресивер Dreambox DM 100

Характерные особенности:

- Ethernet-порт для подключения к Интернету.
- Поддержка различных типов протоколов.
- Быстрая настройка шаринга с пульта ДУ.
- Универсальный картоприёмник.
- USB-порт для обновления программного обеспечения.
- Понятный интерфейс меню.
- Быстрое переключение каналов.

Galaxy Innovations GI S1125

Цифровой спутниковый ресивер GI S1125 (рис. 2.14) с универсальным картоприёмником, эмулятором и возможностью вводить BISS ключи. Это качественный и недорогой аппарат, который позволит Вам смотреть как платное спутниковое телевидение Телекарта, Радуга ТВ, так и любые открытые спутниковые каналы.



Рис. 2.14. Ресивер Galaxy Innovations GI S1125

Характеристики ресивера:

- Встроенный модуль условного доступа.
- Функция мультиизображения.
- Полная поддержка MPEG-2 и DVB-S.
- Функция автоматической установки.
- Высокочувствительный малошумящий тюнер.
- 4000 программируемых каналов.
- Быстрое переключение каналов.
- Выход Scart для подключения к телевизору.
- Аудио/видео выход RCA.
- Цепь защиты LNB от короткого замыкания.
- Удобное многоязычное меню.
- Поддержка стандартов PAL/NTSC.

Также в данной работе, в качестве примера, рассматривается спутниковый ресивер модели Openbox CI-7200PVR.

3. ОСОБЕННОСТЬ СПУТНИКОВОГО ТВ ПРИЕМА

3.1. Ретрансляции и приема телевизионных сигналов

Спутниковое телевизионное вещание — это передача через космический спутник-ретранслятор телевизионного изображения и звукового сопровождения от наземных передающих станций к приемным. В сочетании с кабельными сетями, спутниковая телевизионная ретрансляция сегодня является основным средством обеспечения многопрограммного высококачественного телевизионного вещания.

В зависимости от организации, спутниковое ТВ-вещание может осуществляться двумя службами:

- Фиксированной спутниковой службой (ФСС). В этом случае передаваемые через КА телевизионные сигналы принимаются с высоким качеством наземными станциями, расположенными в зафиксированных заранее пунктах. С этих станций через наземные ретрансляторы телевизионный сигнал доставляется индивидуальным потребителям (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Ретрансляция спутниковых сигналов наземным телецентром

- Радиовещательной спутниковой службой (РВСС). В этом случае ретранслируемые КА телевизионные сигналы предназначены для непосредственного приема населением (непосредственным считается как индивидуальный, так и коллективный прием, при котором телезрители

принимают программу по кабельной сети) (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Непосредственное телевизионное вещание

Большое распространение получили относительно простые и недорогие установки с антеннами небольших размеров для непосредственного приема телевизионных сигналов со спутников.

Современные технические средства позволяют сформировать достаточно узкий пучок волн, чтобы при необходимости сконцентрировать практически всю энергию передатчика КА на ограниченной территории, например, на территории одного государства (рис. 19).

Если диаграммы направленности бортовых антенн КА достаточно широки чтобы охватить всю видимую с него часть Земли, то зона обслуживания является глобальной.

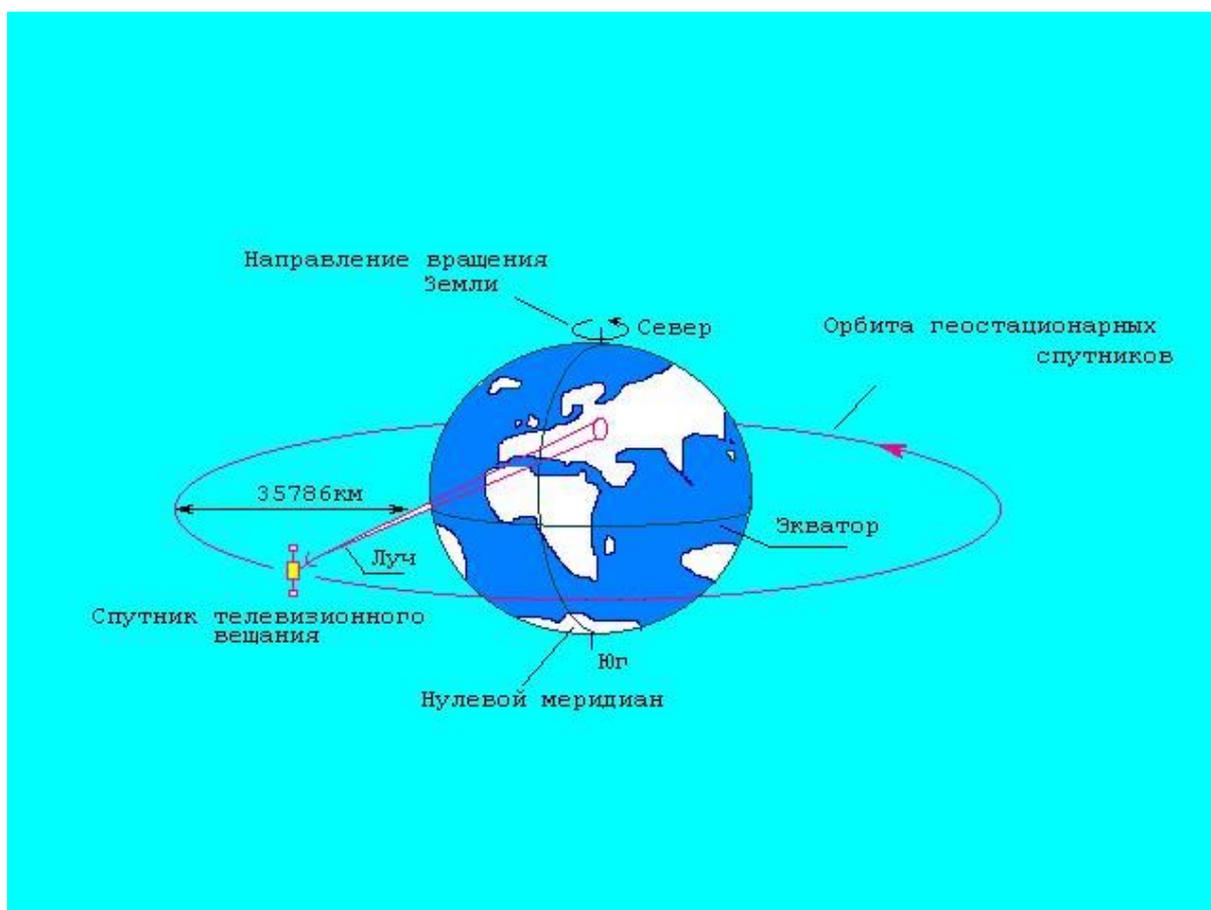


Рис. 3.3. Применение спутниковой ретрансляции для ТВ вещания

В спутниковом телевидении уровень излучаемого с космического аппарата сигнала принято характеризовать произведением мощности (в ваттах) подводимого к антенне сигнала на коэффициент ее усиления (в децибелах) относительно изотропного (всенаправленного) излучателя.

3.2. Цифровой метод передачи спутниковых ТВ сигналов

Возрастающие требования к качеству телевизионного вещания, дальнейшее совершенствование его технологии приводят к необходимости изыскания новых эффективных методов создания, записи и передачи сигналов телевизионных программ. В течение многих лет в телевидении используют аналоговый телевизионный сигнал, который преобразует свет-сигнал в электрический аналог изображения.

Основное требование к передаче телевизионных сигналов – обеспечение минимальных искажений. Однако в процессе формирования и записи сигналов ТВ - программ, а также при передаче их по линиям связи методами и средствами, используемыми в аналоговом телевидении, сигналы подвергаются искажениям, которые накапливаются с увеличением числа обработок и переприемов. Особенно сильно эти искажения проявляются при компоновке программ, осуществляемой путем электронного монтажа видеозаписей на магнитной ленте.

При многократной перезаписи фрагментов программ, неизбежной во время монтажа, происходит существенное ухудшение качества аналоговых сигналов. Аналоговый тип телевизионных сигналов лимитирует дальнейшее повышение качества изображения и возможности различных спецэффектов. Отмеченные ограничения могут быть преодолены путем перехода на цифровую форму телевизионного сигнала. Поэтому в последние годы все большее внимание уделяется цифровому телевидению.

Цифровое телевидение представляет собой область, в которой операции обработки, записи и передачи телевизионного сигнала связаны с его преобразованием в цифровую форму. Отметим преимущества перехода к цифровой форме представления и передачи телевизионных сигналов:

- Прежде всего, появляется возможность создания унифицированного видеооборудования, которое использует единый стандарт цифрового кодирования и, в перспективе, вытеснит многочисленные, несовместимые между собой стандартные системы цветного телевидения — SECAM, PAL, NTSC.
- Все цифровые сигналы обрабатываются по единой технологии. Повышается

стабильность параметров оборудования, которое работает в бесподстроечном режиме. Так обеспечивается значительное повышение качества телевизионного изображения, особенно при цифровой видеозаписи с применением электронного монтажа. Качество цифровой видеозаписи чрезвычайно важно для создания фондовых и архивных материалов, а также для длительного их хранения. Внедрение единого стандарта цифровой видеозаписи значительно облегчает международный обмен телевизионными программами.

- Применение цифровых сигналов значительно расширяет номенклатуру спецэффектов. Это и селективная обработка участков кадра, и электронный монтаж из фрагментов нескольких кадров, замена объектов в кадре, геометрические преобразования изображений и т.п.

Цифровая техника открывает совершенно новые возможности в художественном оформлении телевизионных программ. Таким образом, внедрение цифровых методов существенно обогащает технологию телевизионного вещания, делает ее исключительно гибкой и высокопроизводительной. Повышается качество передачи сигналов телевизионных программ по линиям связи благодаря значительному ослаблению эффекта накопления искажений и применению кодов, обнаруживающих и исправляющих ошибки передачи.

На рис. 3.4. представлена обобщенная структурная схема цифрового тракта преобразования ТВ сигнала.



Рис.3.4. Обобщенная структурная схема цифрового тракта преобразования ТВ сигнала

На вход тракта цифрового телевидения поступает аналоговый телевизионный сигнал. В кодирующем устройстве (кодере) телевизионный сигнал преобразуется в цифровую форму и поступает на передающее устройство, которое состоит, в общем случае, из кодера канала и устройства преобразования сигнала. Пройдя через канал связи, цифровой сигнал поступает в приемник, состоящий из устройства обратного преобразования сигнала и декодирующего устройства (декодера). В свою очередь, декодер, осуществляет преобразование цифрового телевизионного сигнала в аналоговый. Кодер и декодер канала также обеспечивают защиту от ошибок в канале связи. В устройствах преобразования характеристики цифрового сигнала согласуются с характеристиками канала связи.

Кодирование ТВ сигнала включает три этапа:

- Дискретизацию (по времени).
- Квантование (по уровню).
- Кодирование (цифровое представление отобранных уровней).

Обобщенная схема преобразования ТВ сигнала представлен на рис. 3.5.

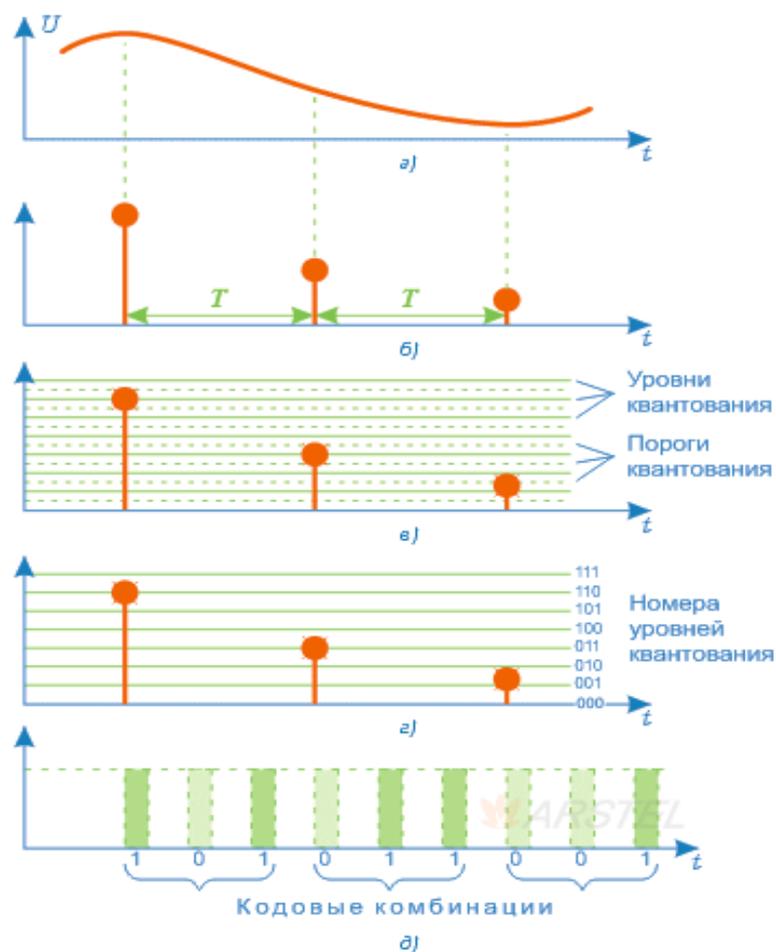


Рис. 3.5. Кодирование ТВ сигнала

При дискретизации из аналогового телевизионного сигнала (рис. 3.5,а) формируется импульсный сигнал (множество отсчетов) (рис. 3.5,б). В соответствии с теоремой Котельникова, достаточно знать ряд его мгновенных (дискретных) значений через интервал времени T , который связан с верхней граничной частотой $f_{гр}$ передаваемого спектра зависимостью $T < 0,5/f_{гр}$. Таким образом, выборка мгновенных значений телевизионного сигнала должна производиться с частотой дискретизации, большей, по крайней мере, в 2 раза верхней граничной частоты видеоспектра.

В результате получается серия отдельных импульсов, т. е. телевизионный сигнал оказывается «разбитым» на множество дискретных значений. Интервал времени T между отсчетами называется интервалом дискретизации.

Передавать точно значения отсчетов нет необходимости, поскольку глаз человека обладает конечной разрешающей способностью по яркости. Это позволяет разбить весь диапазон значений отсчетов на конечное число уровней. Если число

таких дискретных уровней выбрать достаточно большим, чтобы разность между двумя ближайшими уровнями не обнаруживалась зрителем, то можно вместо передачи всех значений отсчетов передавать лишь определенное число их дискретных значений. Полученные значения отсчетов округляются до ближайшего из набора фиксированных уровней, называемых уровнями квантования (рис. 3.5.в). Уровни квантования разделяют весь диапазон значений отсчетов на конечное число интервалов, которые именуются шагами квантования. Каждому уровню квантования соответствует определенная область значений отсчетов. Границы между этими областями называются порогами квантования.

Комплекс операций, связанных с преобразованием аналогового телевизионного сигнала в цифровой (дискретизация, квантование, кодирование), называется цифровым кодированием телевизионного сигнала. Для передачи телевизионного сигнала с высоким качеством необходимо примерно 256 уровней квантования (рис. 3.5.г).

Декодирующее устройство телевизионного сигнала осуществляет операции, обратные производимым в кодере.

Непрерывный аналоговый телевизионный сигнал несет информацию об отдельных элементах изображения и может принимать любое значение. В цифровом телевизионном сигнале каждому элементу изображения соответствует большая группа импульсов, принимающих только два значения — «0» или «1» (рис. 3.5. д). Отсюда следует, что главное преимущество цифровой формы представления — высокая защищенность от искажений и шумов. Это обусловлено тем, что на приемной стороне важно обнаружить факт передачи импульса в заданный момент времени независимо от его формы. Решить такую задачу легче, чем обеспечить неискаженную передачу формы аналогового сигнала.

Главным недостатком цифрового телевидения является более широкая полоса пропускания канала связи по сравнению с аналоговым. Это объясняется тем, что скорость передачи цифрового сигнала довольно велика. Она измеряется числом двоичных символов в секунду (бит/с). Поэтому на сегодня основная проблема в цифровом телевидении – уменьшение в несколько раз требуемой скорости передачи сигналов. Она решается путем устранения избыточности, имеющейся в

телевизионном сигнале, и использования эффективных методов модуляции. Различают статистическую, визуальную (физиологическую) и структурную избыточность телевизионного сигнала.

Статистическая избыточность вызвана корреляционными связями и предсказуемостью между элементами сигнала в одной строке, в смежных строках и соседних кадрах. Эта избыточность может быть устранена без потери информации, а исходные данные при этом могут быть полностью восстановлены.

Визуальная избыточность заключается в той части информации, которая не воспринимается глазом человека (например, цветовая разрешающая способность зрения примерно в 4 раза ниже, чем яркостная). Ее можно устранить с частичной потерей данных, мало влияющих на качество воспроизводимого изображения.

Структурная избыточность определяется законом разложения телевизионного изображения и связана со способом передачи телевизионного сигнала. Например, передаются постоянные по форме сигналы гашения, которые нет необходимости передавать в цифровом сигнале. Устранение этих сигналов позволяет уменьшить объем цифрового потока примерно на 23 %.

Для борьбы с помехами, приводящими к неверному распознаванию символов цифрового сигнала (к ошибкам передачи), в состав тракта цифрового телевидения включается кодер канала — устройство защиты от ошибок.

При этом для передачи по каналу используется помехоустойчивое кодирование. Наиболее распространенным методом помехоустойчивого кодирования является введение в цифровой канал избыточных символов. Отметим, что современные методы помехоустойчивого кодирования позволяют при введении в цифровой телевизионный сигнал сравнительно малого числа избыточных символов значительно уменьшить вероятность ошибочного приема символа.

Кроме ошибок передачи, внешние помехи приводят к временной нестабильности кодовых импульсов. Эту временную нестабильность, называемую фазовым дрожанием, также часто именуют джиттером.

Помехоустойчивость передачи цифрового телевизионного сигнала зависит от вида модуляции и кода, примененных для передачи цифровой информации по каналу, алгоритма декодирования сигнала в декодере и ряда других факторов.

Коды в цифровом телевидении используются:

- Для кодирования телевизионного сигнала.
- Для эффективной передачи по каналу.
- Для цифровой обработки сигнала в различных звеньях тракта цифрового телевидения.
- Для обеспечения удобства декодирования и синхронизации при приеме.

Цифровой телевизионный сигнал должен передаваться с высокой достоверностью. Защита его от искажений актуальна как в условиях телецентра, так и на линиях связи. Коррекция ошибок заключается в восстановлении поврежденной информации цифровыми методами, а маскирование ошибок — в замене поврежденной информации предыдущими или проинтерполированными данными. В итоге, качество цифрового телевизионного сигнала должно отвечать лишь одному требованию — возможности правильного приема кодовых комбинаций, оцениваемой вероятностью ошибки P .

Стандарты MPEG

В 1988г. Совместным Техническим Комитетом по Информационной Технологии (JTCT), объединяющим исследования Международной Организации Стандартизации (ISO) и Международной Электротехнической Комиссии (IEC), была организована специальная группа — Motion Pictures Expert Group (MPEG). Задача этой группы состояла в том, чтобы разработать методы сжатия и восстановления цифрового видеосигнала в рамках стандарта, позволяющего объединить потоки видео-, аудио- и иной цифровой информации. Результатом многолетних исследований в области цифрового кодирования сигналов изображения и звукового сопровождения явилось создание международных стандартов для сжатия телевизионного сигнала: MPEG-1, MPEG-2 и MPEG-4. В настоящее время они наиболее перспективны и реализованы на практике. Все стандарты MPEG базируются на стандарте CCIR-601 (базовый стандарт цифрового видео).

Стандарты были разработаны для удовлетворения потребностей в методах кодирования движущихся изображений и звука, а также других сопутствующих

данных для различных приложений, таких как хранение цифровой информации, телевидение и связь. Использование этих стандартов для кодирования видеоинформации означает, что движущиеся изображения можно обрабатывать как компьютерные данные и хранить их в различных устройствах, передавать и получать по существующим и будущим сетям и каналам вещания.

При создании стандартов были учтены требования различных типовых приложений, развиты и собраны в единый синтаксис необходимые алгоритмические элементы. Таким образом, эти стандарты призваны облегчить обмен битовыми потоками между различными приложениями. Они поддерживают постоянную и переменную скорости передачи, произвольный доступ, переключение каналов, масштабируемое декодирование, редактирование битового потока, а также такие специальные функции, как быстрое воспроизведение, быстрое обратное воспроизведение, обратное воспроизведение с нормальной скоростью, медленное движение, пауза и неподвижные изображения.

Стандарт MPEG-1 (1992г.) предназначен для записи видеоданных на компакт диски (CD-ROM) и передачи ТВ изображений по сравнительно низкоскоростным каналам связи (скорость цифрового потока до 1 — 3 Мбит/с). В нем используется стандарт развертки с четкостью в 4 раза меньшей, чем в вещательном телевидении: 288 активных строк в ТВ кадре и 352 отсчета в активной части ТВ строки. Работы над стандартом MPEG-2 начались в 1990г. Разработанный специально для кодирования ТВ сигналов вещательного телевидения, он позволяет получить высокую четкость ТВ изображения, соответствующую Рекомендации 601МККР: 576 активных строк в кадре и 720 отсчетов в активной части строки. Стандарт предназначен для каналов связи, обеспечивающих скорость передачи данных 3—10 Мбит/с для обычного телевизионного стандарта и 15 — 30 Мбит/с для телевидения высокой четкости (ТВЧ).

Проект стандарта MPEG-2 вышел в начале 1994г., а в 1995г. были выпущены последние документы.

Стандарт MPEG-4 начали разрабатывать еще в первой половине 90-х годов прошлого века. В декабре 1999 года был представлен релиз этого формата, получивший официальный статус стандарта ISO/IEC. MPEG-4 задумывался как

способ передачи потоковых медиа-данных, в первую очередь видео, по каналам с низкой пропускной способностью. Применение более сложных алгоритмов компрессии позволило размещать полнометражные фильмы длительностью полтора-два часа в приемлемом качестве всего на одном компакт-диске. При одном и том же битрейте и определенных условиях кодирования, качество изображения фильма в MPEG-4 может быть лучше MPEG-2. Однако применение новых алгоритмов сжатия повлекло за собой и существенное увеличение требований к вычислительным ресурсам.

Общие положения

Стандарт MPEG-2 состоит из трех основных частей: системной, видео и звуковой.

Системная часть описывает форматы кодирования для мультиплексирования звуковой, видео и другой информации. Она рассматривает вопросы комбинирования одного или более потоков данных в один или множество потоков, пригодных для хранения или передачи.

Системное кодирование в соответствии с синтаксическими и семантическими правилами, обеспечивает необходимую информацию, чтобы синхронизировать декодирование без переполнения или «недополнения» буферов декодера при различных условиях приема или восстановления потоков.

Системный уровень выполняет пять основных функций:

- Синхронизация нескольких сжатых потоков при воспроизведении.
- Объединение нескольких сжатых потоков в единый поток.
- Инициализация для начала воспроизведения.
- Обслуживание буфера.
- Определение временной шкалы.

Видеочасть стандарта описывает кодированный битовый поток для высококачественного цифрового видео. MPEG-2 поддерживает чересстрочный видеоформат и содержит средства для поддержки ТВЧ.

Звуковая часть стандарта MPEG-2 определяет кодирование многоканального звука. MPEG-2 поддерживает до пяти полных широкополосных каналов плюс

дополнительный низкочастотный канал и (или) до семи многоязычных комментаторских каналов. Он также расширяет возможности кодирования моно и стерео звуковых сигналов за счет использования половинных частот дискретизации (16; 22,05 и 24 кГц) для улучшения качества при скоростях передачи 64 Кбит/с и ниже.

Применение стандарта MPEG-2 в вещательном телевидении позволяет значительно снизить скорость передачи видео- и звуковых данных и за счет этого транслировать несколько цифровых программ в стандартной полосе частот радиоканалов эфирного, кабельного и спутникового телевизионного вещания. Например, большие преимущества MPEG-2 дает в системах спутникового телевизионного вещания. Сжатие позволяет передать по одному стандартному каналу от одного до пяти цифровых каналов при профессиональном уровне качества видеосигнала. Важно и то, что цифровые каналы по сравнению с аналоговыми предоставляют более широкие возможности для передачи дополнительной информации.

Пропускная способность стандартного спутникового канала при полосе 32 МГц составляет 55 Мбит/с. Для вещания с профессиональным качеством необходима скорость цифрового потока 5 - 8 Мбит/с. Таким образом, один стандартный спутниковый канал позволяет транслировать 4-5 телевизионных программ. Возможно использование цифровых каналов с более высокими коэффициентами сжатия. При этом в одном стандартном канале передается до десяти видеопрограмм. Однако в этих случаях заметна потеря качества изображения.

В общем случае переход к цифровому многопрограммному ТВ вещанию предполагает постепенный вывод из эксплуатации аналоговых систем вещания: SECAM, PAL, NTSC, освобождение за счет этого существующих радиоканалов и линий связи, а также их перепрофилирование для цифрового ТВ вещания. При этом система многопрограммного ТВ вещания должны быть встроена в существующий частотный план распределения ТВ каналов, который предусматривает полосу пропускания 8 МГц для эфирного и кабельного ТВ вещания, 27 МГц — для спутниковых систем непосредственного ТВ вещания и 33, 36, 40, 46, 54, 72 МГц —

для фиксированных служб спутниковой связи. Необходимо также учитывать сложившуюся взаимосвязь между спутниковыми и наземными системами телевидения, предполагающую использование кабельных ТВ каналов и эфирных сетей вещания для доведения спутниковых программ до телезрителей.

При цифровом вещании взаимный обмен телепрограммами между наземными и спутниковыми вещательными службами существенно упрощается, если число цифровых ТВ программ в каждом (стандартном по полосе пропускания) спутниковом, кабельном и эфирном радиоканале будет одинаковым. Это требование было учтено при разработке международных стандартов на методы модуляции и канального кодирования в цифровых спутниковых и наземных каналах связи — DVB-S, DVB-C и DVB-T (Digital Video Broadcasting — Satellite, Cable, Terrestrial) — путем применения для более узкополосных радиоканалов более сложных и эффективных по плотности передачи информации методов модуляции.

При организации многопрограммного цифрового ТВ вещания весьма важно правильно выбрать скорость передачи, поскольку от этого непосредственно зависит качество изображения и звукового сопровождения.

Согласно экспертным оценкам, для получения изображения студийного качества, соответствующего рекомендации 601 МККР, необходимо передавать видеоданные со скоростью около 9 Мбит/с. При этом декодированный видеосигнал будет пригоден для последующей цифровой обработки. Для получения качественного изображения на экране бытового телевизора, скорость передачи видеосигнала должна быть около 6 Мбит/с. В этом случае декодированный видеосигнал будет малоприспособен для последующей обработки и повторного кодирования с информационным сжатием.

В настоящее время общепринятым стандартом воспроизведения звука служат аудио компакт-диски. Поэтому в стандарте MPEG-2 предполагается, что в системах цифрового ТВ вещания качество звукового стереофонического сопровождения субъективно не должно отличаться от звука с компакт-диска. Это условие выполняется для принятой в стандарте MPEG-2 системы информационного сжатия звуковых данных MUSICAM при скорости передачи по 128 Кбит/с на каждый моноканал звукового сопровождения. Таким образом, для самого низкого уровня —

двухканального стереофонического звукового сопровождения — требуется скорость передачи цифровых данных, равная $128 \text{ Кбит/с} \times 2 = 256 \text{ Кбит/с}$.

Цифровой поток для передачи дополнительной информации (ДИ) выбирается в зависимости от ее предполагаемого объема. Скорость передачи обычно выбирается кратной скорости цифрового потока телефонного канала — 64 Кбит/с . Чтобы унифицировать каналы цифровой передачи данных звукового сопровождения, была выбрана скорость передачи (ДИ) — 128 Кбит/с .

Сжатие видеосигнала в стандарте MPEG-2

Стандарт MPEG-2 не регламентирует методы сжатия видеосигнала, а только определяет, как должен выглядеть битовый поток кодированного видеосигнала, поэтому конкретные алгоритмы являются коммерческой тайной фирм-производителей оборудования. Однако существуют общие принципы, и процесс сжатия цифрового видеосигнала может быть разбит на ряд последовательных операций (рис. 3.6): преобразование аналогового сигнала в цифровую форму, предварительная обработка, дискретное косинусное преобразование, квантование, кодирование.

После аналого-цифрового преобразователя (АЦП) производится предварительная обработка сигнала, которая включает в себя следующие преобразования:

- Удаление избыточной информации. Например, если фон изображения состоит из идентичных символов (пикселей), то совершенно не обязательно их все передавать. Достаточно описать один пиксел и послать его с сообщением о том, как часто и где он повторяется в изображении.
- Если исходное изображение передается в виде чересстрочных полей, то они преобразуются в кадры с прогрессивной разверткой.
- Сигналы цветности (RGB) преобразуются в цветоразностные сигналы U и V, и сигнал яркости Y.

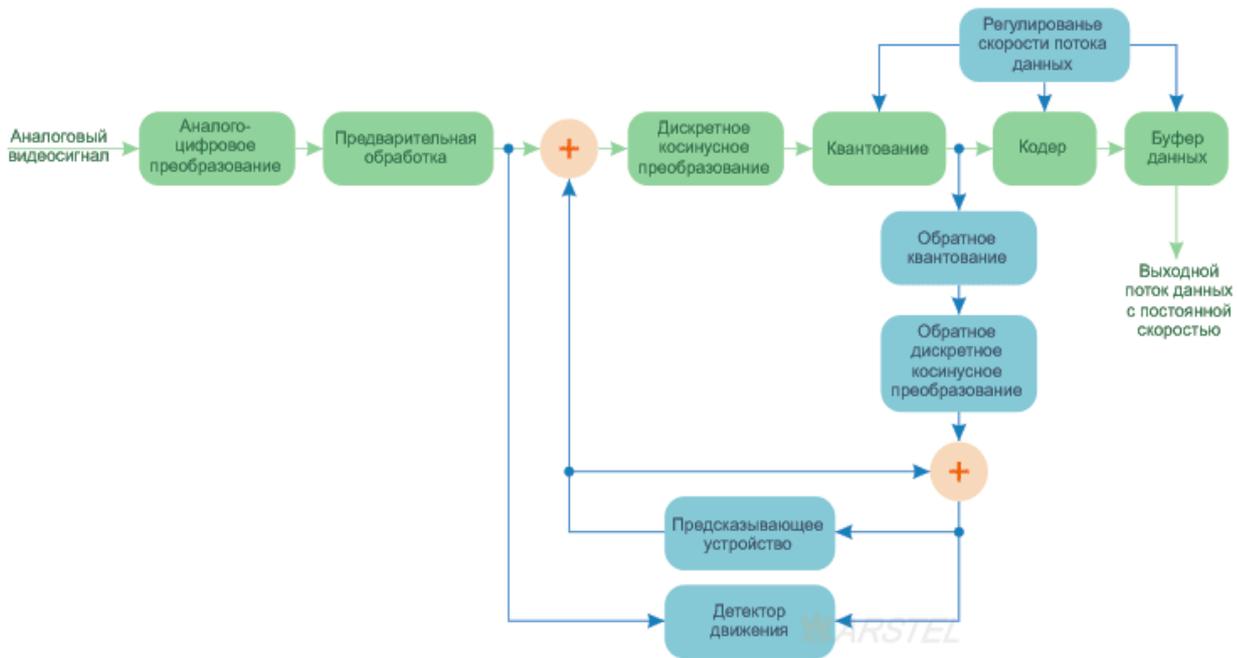


Рис. 3.6. Последовательность операций при сжатии цифрового сигнала

Все эти данные преобразуются в цифровые потоки с помощью различных алгоритмов. Видеоканал преобразуется в цифровой поток с помощью алгоритма MPEG-2. В спутниковом вещании в настоящий момент используется так называемый основной уровень с форматом разложения на 576 строк в кадре и 720 отсчетов на строку. Для сжатия видеоданных строятся кадры трех типов (рис.23).. Кадры типа - I (interframe) - это полные кадры, сжатые по методу, аналогичному JPEG. Такой метод позволяет добиться различной степени компрессии – выше сжатие – больше потерь качества изображения и наоборот. Кадры типа - P (predicted - предсказанные) получают с использованием алгоритмов компенсации движения и предсказания вперед по предшествующим кадрам. В P-кадрах, если сравнивать их с I-кадрами, в три раза выше достижимая степень сжатия видеоданных. Кадры типа - B (bidirectional – двунаправленные) получают четырьмя различными алгоритмами в зависимости от характера видеоданных. B-кадры содержат изменения относительно предыдущих и последующих кадров, используемых в качестве опорных. Это наиболее сжатые кадры.

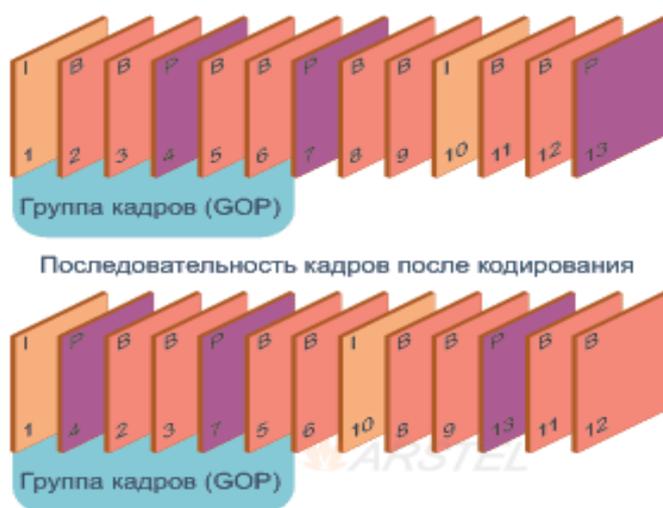


Рис. 3.7. Порядок кодирования I-, P- и B-кадров стандарту MPEG-2

Кадры различных типов собираются в группу – GOP, состоящие обычно из 12 чередующихся кадров. Типичным является следующий порядок кадров:

I0, B1, B2, P3, B4, B5, P6, B7, B8, P9, B10, B11, I12, B13, B14, P15 и т. д., в которых I кадры следуют с интервалом: $(1/25 \text{ Гц}) \times 12 = 0,48 \text{ с}$.

При передаче порядок следования I, P и B кадров меняется так, чтобы в декодер сначала поступили опорные I и P кадры, без которых нельзя начать декодирование. Типичным является следующий порядок передачи:

I0, P3, B1, B2, P6, B4, B5, P9, B7, B8, I12, B10, B11 – P15, B13 и т. д.

Для правильного декодирования в поток видеоданных включаются Метки Времени декодирования – DTS и Метки времени показа – PTS.

В результате получается поток цифровых данных, требуемая скорость передачи для такого потока – от 6 до 1.5 Мбит/Сек (низкая скорость потока видеоданных соответствует стабильным сюжетам с малым количеством движений).

Звуковые каналы преобразуются в цифровой поток по нескольким алгоритмам. Вообще, звуковой канал с CD-качеством звука (дискретизация 44.1 кГц) требует скорости передачи до 1400 бит/сек, что недопустимо много. Использование сжатия по методу MPEG Audio Уровня 3(MP-3) позволяет добиться сжатия аудиоданных в 4-12 раз. Уровень 1 сжимает данные 1:4 и требует скорости 384 кБит/Сек. Уровень 2 сжимает данные в 6-8 раз и требует скорости 256..192 кБит/Сек, а Уровень 3 – в 10-12 раз и требует 128..112 кБит/Сек для стереосигнала.

В настоящее время широко используется Dolby AC-3, который обеспечивает многоканальную передачу звука и требует 384 кБит/Сек для 5+1 - каналов в формате Dolby Surround Digital или 192кБит/Сек для обычного стереосигнала. Dolby AC-3 интересен еще и тем, что в таком формате записан звук большинства современных фильмов в кинематографе.

Синхронизация обеспечивается эталонным генератором 27МГц на приемной стороне. Для подстройки частоты и фазы эталонного генератора периодически должно передаваться Поле Эталонных часов - PCR (Program Clock Reference). Кроме того, как уже говорилось, видеопоток содержит Метки Времени DTS и PTS. Последние два потока в MPEG принято называть системными.

Итак, для конкретного телеканала получено три потока сжатых данных - видео, аудио и системный. Все потоки требуют различных скоростей передачи, по этому они мультиплексируются – то есть, режутся на блоки и складываются в один общий высокоскоростной поток. Блоки принято называть пакетами, а для того чтобы разделить потоки на приемной стороне, каждому цифровому потоку назначается Идентификатор Пакета PID.

Далее пакеты защищаются – к ним добавляется Reed-Solomon code – код Рида-Соломона, который позволяет скорректировать ошибки от выпавших или неправильно переданных бит на приемной стороне за счет избыточной информации, которую он несет. С добавленным RS-кодом длина пакета становится 204 байта. Полученный пакет представляет собой единицу представления данных и его называют как PES - Paketised Elementary Stream).

Вторая ступень защиты – это FEC (Forward Error Correction) - избыточность для возможной коррекции ошибок вводится еще раз. Применяется пять типов FEC - 0, 1/2, 3/4, 5/6, 7/8. Так 3/4 означает, что из 4 переданных бит только 3 несут информацию, а 1 – избыточный.

Совокупность таких пакетов образует Транспортный поток (TS - Transport Stream). Если поток образован одной телепрограммой, то его скорость 6-6.5Мбит/Сек. Формирование и декодирование такого потока было стандартизовано в MPEG-2. Однако, транспондеры современных спутников способны иметь полосу

пропускания сигнала 33 - 72МГц. Поэтому в стандарте DVB была оговорена возможность включать в транспортный поток цифровые данные для нескольких телепрограмм сразу. Действительно, высокоскоростной транспондер в этом случае способен передать 6-9 телепрограмм сразу.

С появлением первых DVD-проигрывателей, обладающих относительно доступной ценой, MPEG-2 был выбран в качестве основного формата компрессии видеоданных за его высокое качество и относительно высокую степень сжатия.

Как стало известно из исследований комитета MPEG, свыше 95% видеоданных, так или иначе, неоднократно повторяются в разных кадрах. Эти данные являются балластными или, если использовать термин, предложенный комитетом MPEG, избыточными. Избыточные данные удаляются практически без ущерба для изображения, а на место повторяющихся участков при воспроизведении подставляется один-единственный оригинальный фрагмент. После разбивки видеопотока на фреймы, данный алгоритм анализирует содержимое очередного фрейма на предмет повторяющихся избыточных данных. Составляется список оригинальных участков и таблица участков повторяющихся. Оригиналы сохраняются, копии удаляются, а таблица повторяющихся участков используется при декодировании сжатого видеопотока. Результатом работы алгоритма удаления избыточной информации является превосходное высокочеткое изображение при низком битрейте.

Но и у этого алгоритма есть ограничения. Например, повторяющиеся фрагменты должны быть достаточно крупными, иначе пришлось бы заводить запись в таблице повторяющихся участков чуть ли не на каждый пиксел, что свело бы пользу от таблицы к нулю, так как ее размер превышал бы размер фрейма. В MPEG-2 используется нелинейный процесс дискретно-косинусного преобразования. Теперь стало возможным в процессе кодирования задавать точность частотных коэффициентов матрицы квантования, что непосредственно влияет на качество получаемого в результате сжатия изображения (и на размер тоже). Используя MPEG-2, пользователь может задавать следующие значения точности квантования – 8, 9, 10 и 11 бит на одно значение элемента, что делает этот формат значительно более гибким по сравнению с MPEG-1, в котором было только одно фиксированное

значение – 8 бит на элемент.

Также стало возможным загрузить отдельную матрицу квантования (quantization matrix) непосредственно перед каждым кадром, что позволяет добиться очень высокого качества изображения, хоть это и довольно трудоемко. Быстро движущиеся участки – традиционно слабое место для MPEG, в то время как статичные участки изображения кодируются очень хорошо. Отсюда следует вывод, что нельзя статику и участки с движением кодировать одинаково, поскольку качество изображения зависит от стадии квантования, которая во многом зависит от используемой матрицы квантования. Поэтому, меняя эти матрицы для разных участков видеоролика можно добиться улучшения качества.

Не обошли нововведения и алгоритмы предсказания движения. Данные алгоритмы существенно повысили качество картинки и, что немаловажно, позволили делать ключевые кадры реже, увеличив, таким образом, количество промежуточных кадров и повысив степень сжатия. Основной размер блоков, на которые разбивается изображение, может быть 8x8 точек, 16x16 и 16x8.

Необходимо, чтобы разрешение изображения по вертикали и горизонтали было кратно 16 в режиме покадрового кодирования, и 32 по вертикали в режиме кодирования полей (field-encoder), где каждое поле состоит из двух кадров. Помимо вышеперечисленных улучшений в формат MPEG-2 были введены еще несколько новых, нигде ранее не используемых, алгоритмов компрессии видеоданных.

Системный уровень MPEG-2

Как уже отмечалось, системная часть стандарта MPEG-2 регламентирует порядок формирования единого (транспортного) потока данных из множества элементарных потоков и определяет порядок их кодирования. После сжатия звуковой и видеoinформации на выходе соответствующих кодеров формируются элементарные потоки (ES — Elementary Stream).

Несколько элементарных потоков поступают на вход формирователя пакетированного элементарного потока (PES — Packetized Elementary Stream). В результате на его выходе образуется пакетированный элементарный поток одного

телевизионного канала, который может состоять, например, из одного элементарного потока видеоданных и нескольких элементарных потоков звукового сопровождения.

Из всех подаваемых на вход мультиплексора пакетированных элементарных потоков формируется транспортный поток. Кроме PES, на мультиплексор поступают сигналы синхронизации и различные цифровые данные, например, телетекст, коды доступа и т. д. Структура ES, PES и транспортного потоков представлены на рис. 3.8.

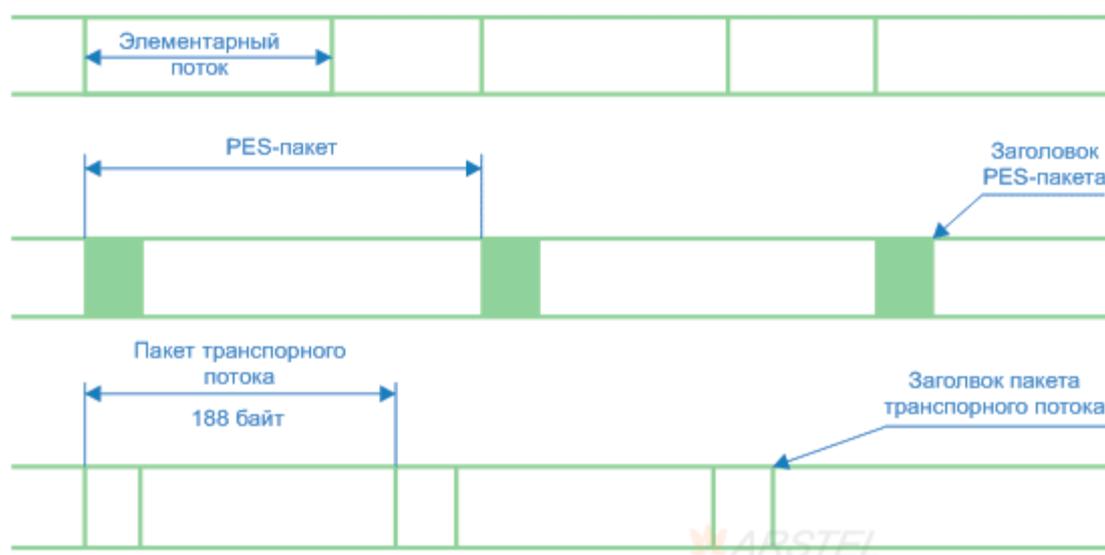


Рис. 3.8. Структура ES, PES и транспортного потоков MPEG-2

Элементарный поток содержит только один вид кодированной информации – звук или видео. Пакетированный элементарный поток состоит из заголовка пакета и следующего за ним пакета данных переменной длины (до 64 килобайт). Заголовок пакета состоит из следующих полей:

Стартовый код – три байта.

Код идентификации – один байт. Обеспечивает распознавание до 16 видео- и 32 аудиопрограмм.. Каждая из этих 48 программ может иметь «данные пользователя». Эта информация может использоваться для того, чтобы обеспечить адресность верхней части набора или другие функции.

Поле длины данных заголовка PES-пакета. Указывает количество байтов дополнительных данных заголовка, которые могут присутствовать до начала старта

пакета. Дополнительные данные могут иметь длину до 200 байт.

Флаги 1 и 2 показывают: присутствуют или нет дополнительные поля (области). Они содержат информацию о зашифрованности сигнала, его приоритете, а также поля дополнительной коррекции ошибок и т. д.

Транспортный поток состоит из цепочки PES-пакетов фиксированной длины (188 байт), причем по окончании каждого из них находится 16 байт контрольной суммы. К ним предъявляются следующие требования:

Первый байт данных PES-пакета должен совпадать с первым байтом данных пакета транспортного потока.

Один пакет транспортного потока может содержать данные только одного PES-пакета. В случае, если данные одного PES-пакета заканчиваются в середине пакета транспортного потока, то оставшееся место заполняется полем дополнительной информации.

Качество кодирования и декодирования телевизионных сигналов по стандарту MPEG-2 определяется не только возможностями аппаратных средств, но и уровнем проработки специализированного программного обеспечения.

Стандарт MPEG-4

Разрабатывать данный стандарт начали еще в первой половине 90-х годов прошлого века. В декабре 1999 года был представлен релиз этого формата, получивший официальный статус стандарта ISO/IEC. MPEG-4 задумывался как способ передачи потоковых медиа-данных, в первую очередь видео, по каналам с низкой пропускной способностью. При одном и том же битрейте и определенных условиях кодирования, качество изображения фильма в MPEG-4 может быть лучше MPEG-2. Однако, применение новых алгоритмов сжатия повлекло за собой и существенное увеличение требований к вычислительным ресурсам.

Алгоритм компрессии видео в MPEG-4 работает по той же схеме, что и в предыдущих форматах. При кодировании исходного изображения кодек ищет и сохраняет ключевые кадры, на которых происходит смена сюжета. А вместо сохранения промежуточных кадров прогнозирует и сохраняет лишь информацию об

изменениях в текущем кадре по отношению к предыдущему. Полученная, таким образом, информация сжимается по алгоритмам компрессии, аналогичным тем, что применяются в архиваторах. Компрессия звука чаще всего производится в формате MP3 или WMA. Однако, здесь возможно использование любого кодека, вплоть до применяемого в DVD шестиканального AC-3 потока.

Кардинальное нововведение при компрессии видео в MPEG-4 заключается в следующем. В отличие от предыдущих форматов, которые делили изображение на прямоугольники, новый кодек при обработке изображений оперирует объектами с произвольной формой. К примеру, человек,двигающийся по комнате, будет воспринят как отдельный объект, перемещающийся относительно неподвижного объекта – заднего плана. Естественно, алгоритмы поиска и обработки подобных объектов требуют гораздо больше вычислительных ресурсов, нежели в случае MPEG-2.

При кодировании телевизионных программ высокой чёткости (HDTV) как правило, используется алгоритм компрессии MPEG-4.

4. СПУТНИКОВОЕ ПРИЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

4.1. Основные элементы приемного спутникового оборудования

В состав любой индивидуальной приемной спутниковой системы входят следующие комплектующие элементы оборудования:

- Антенна.
- Наружный блок (приемная головка).
- Поворотные устройства (если необходимо).
- Тюнер.
- Делители.

Приемная антенна предназначена для приема и концентрации электромагнитных волн, исходящих со спутника-ретранслятора. Антенны, применяемые в установках непосредственного телевизионного вещания, не имеют каких-либо принципиальных отличий от антенн СВЧ, используемых в других радиосистемах. По мере развития спутниковой связи совершенствовалось и приемное оборудование. Новые достижения радиоэлектроники, повышение мощности ретрансляторов и установка на КА передающих антенн, формирующих узкий луч, позволили уменьшить размеры приемной антенны до 40 — 60 см. К современной антенне, кроме достаточно жестких технических требований, предъявляются также требования экономической целесообразности, эстетики, надёжности эксплуатации.

В настоящее время приемные антенны СНТВ можно разделить на 2 типа:

- прямофокусные;
- офсетные.

Прямофокусная антенна (рис. 4.1) является антенной классического типа параболоида вращения. Это способствует более точной ориентации на выбранный спутник. Обычно такие антенны используются для приёма сигнала в С-диапазоне (сантиметровые волны – СВЧ радиоизлучение, длина волны которого лежит

примерно в пределах от 1 до 10 см, или, соответственно, частота от 30 до 1 ГГц), как более слабого, чем сигнал в Ku-диапазоне (диапазон частот сантиметровых длин волн, частоты Ku-диапазона расположены в пределах от 10,7 до 12,75 ГГц). Однако возможен приём сигнала и в Ku-диапазоне, а также комбинированный.



Рис. 4.1. Прямофокусная антенна

Офсетная антенна (рис.4.2) – наиболее распространена в индивидуальном приеме спутникового телевидения, хотя в настоящее время используются и другие принципы построения наземных спутниковых антенн. Офсетная антенна является эллиптическим параболоидом (в поперечном сечении эллипса). Фокус такого сегмента расположен ниже геометрического центра антенны. Это устраняет затенение полезной площади антенны облучателем и его опорами, что повышает ее коэффициент полезного использования при одинаковой площади зеркала с осесимметричной антенной. К тому же, облучатель установлен ниже центра тяжести антенны, тем самым увеличивая ее устойчивость при ветровых нагрузках. Офсетная антенна крепится почти вертикально. В зависимости от географической широты угол ее наклона немного меняется. Такое положение исключает собирание в чаше антенны атмосферных осадков, которые сильно влияют на качество приема. Обычно офсетные антенны используются для приёма сигнала Ku-диапазона (в линейной и круговой поляризации). Однако, возможен и приём сигнала в C-диапазоне, а также комбинированный.



Рис. 4.2. Офсетная антенна

Следующим элементом связи является приемная головка.

Принятый спутниковой антенной сигнал фокусируется в одну точку. Эту точку называют фокусной точкой или фокусом параболической антенны. Именно в нее и устанавливают приемник сигнала – принимающую головку.

В зависимости от типа крепления принимающие головки делятся на три группы:

- для прямофокусных антенн – головки с прямофокусным облучателем (рис. 4.1);
- для офсетных антенн – головки с офсетным облучателем (рис. 4.2);
- фланцевые головки, к которым присоединяется отдельный облучатель под любой тип антенн (рис. 4.3).



Рис. 4.3. Внешний вид принимающей головки С-диапазона с прямофокусным

облучателем



Рис.4.4. Внешний вид принимающей головки:

а – Ku-диапазона с интегрированным офсетным облучателем;

б – С-диапазона с офсетным облучателем

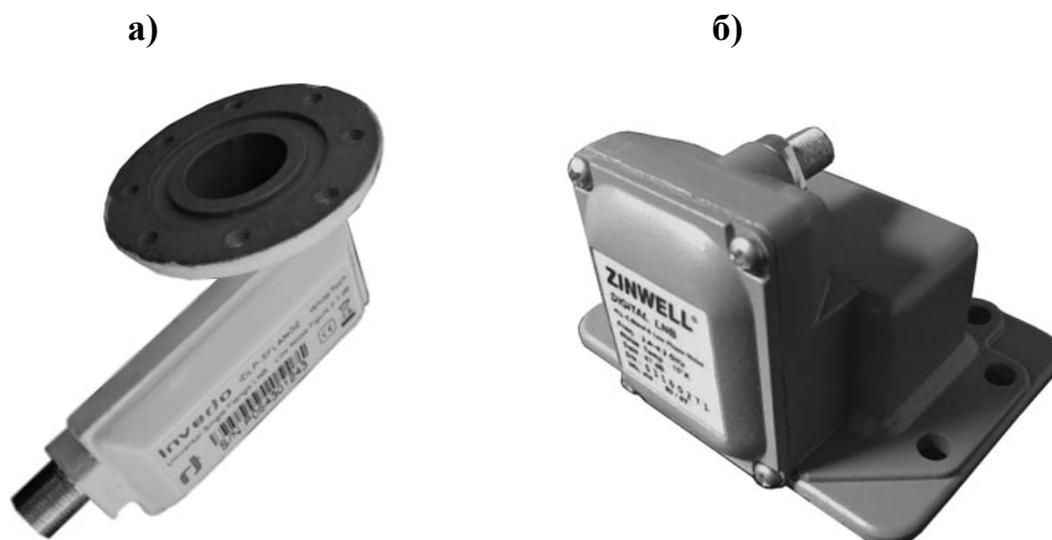


Рис. 4.5. Фланцевая принимающая головка:

а – Ku-диапазона; б – С-диапазона

В приемном тракте между приемной антенной и кабелем снижения существуют три основных звена, объединенных в принимающую головку (рис. 4.6): облучатель; поляризатор; конвертер.

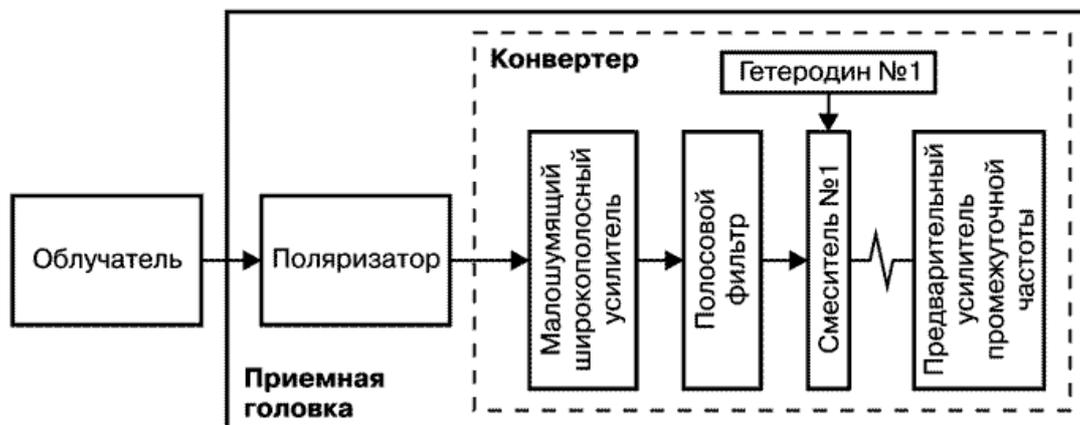


Рис. 4.6. Структурная схема приемной головки

В ряде случаев в эту цепочку включается деполяризатор, который представлен на рис. 4.7.

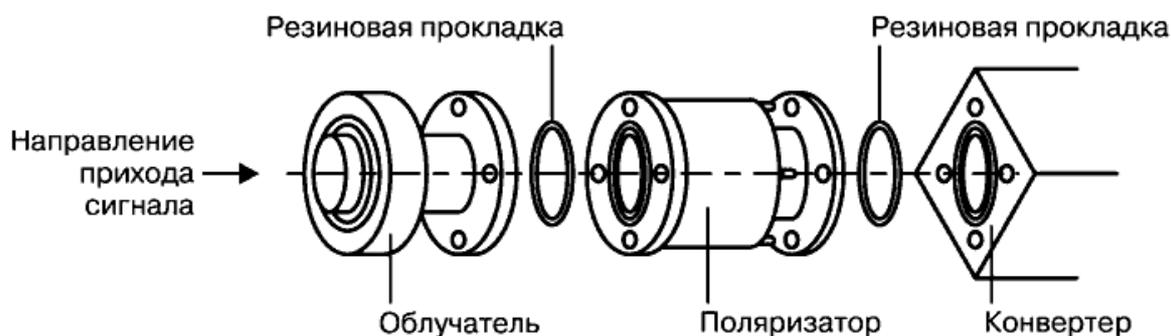


Рис. 4.7. Приемный тракт антенны спутникового телевидения

Конвертеры ранее выпускались как отдельно (заканчивается прямоугольным фланцем), так и со встроенным поляризатором (заканчивается круглым фланцем).

Но сейчас эти устройства монтируются с конвертером в единую конструкцию (заканчивается облучателем) и размещаются в фокусе антенны. В этом случае получается принимающая головка.

Облучатель устанавливается до конвертера для более полного использования поверхности зеркала и реализации максимального коэффициента усиления антенны (рис. 4.8).



Рис.4.8. Облучатель конвертера

Типичная удельная мощность сигнала, попадающего на вход конвертера, при размерах рефлектора антенны 2м в С-диапазоне составляет 10-14Вт/м². Следовательно, конвертор должен обладать очень низким уровнем собственных шумов. Это стало возможным только с созданием малошумящих транзисторов СВЧ.

Технология производства конвертеров для СНТВ основана на опыте, накопленном при создании малошумящих усилителей. Малошумящий усилитель только усиливает сигнал, тогда как конвертор, помимо обеспечения необходимого усиления при минимально возможном уровне шумов, преобразовывает частоты сигнала до частоты, воспринимаемой спутниковым приемником.

Первые СВЧ - усилители, использовавшиеся в радиоастрономии, были созданы на основе обычных параметрических усилителей. В них применялись туннельные диоды, которые охлаждались жидким азотом или гелием. Это позволяло значительно снизить уровень собственных шумов устройства за счет замедления движения молекул. Усилители имели большие габариты, вес, потребляли много энергии и работали в узкой полосе частот.

Использование арсенида галлия (GaAs) позволило создать транзистор с очень низким уровнем шума. Эти транзисторы работают почти так, как будто они охлаждены до температуры абсолютного нуля, когда прекращается всякое молекулярное движение. GaAs-транзисторы в настоящее время являются основными при производстве СВЧ-аппаратуры СНТВ.

В ранних спутниковых системах С-диапазона принятый сигнал сначала усиливался в LNA, а затем частота его понижалась в отдельном блоке, который носит название LNC (LowNoise Converter— малошумящий преобразователь). Это требовало применения дорогого коаксиального кабеля и разъемов с малыми потерями сигнала, максимально близкой установки антенны и спутникового приемника. В целом система имела ряд серьезных ограничений, была трудно устанавливаема и дорога.

Существенным конструктивным улучшением системы было выделение устройства понижения частоты в отдельный блок и его установка вблизи

малошумящего преобразователя. Это позволило применить более дешевый коаксиальный кабель и увеличить его длину до 100 м без введения дополнительных линейных усилителей.

Следующим, вполне логичным шагом было объединение малошумящего усилителя и малошумящего преобразователя в одно устройство — наружный блок. Наружные блоки первых выпусков весили почти 3 кг и имели коэффициент шума в Ки-диапазоне 4 - 5 дБ. Современные наружные блоки С-диапазона имеют шумовую температуру до 15 К, а Ки-диапазона — коэффициент шума до 0,2 дБ. Их вес составляет 150 — 300 г.

Использование различных параметров для характеристики уровня собственных шумов, обусловлено следующим обстоятельством. Уровень собственных шумов наружных блоков С-диапазона варьируется весьма незначительно.

Большое количество спутников — ретрансляторов телевизионных программ сделало популярными индивидуальные приемные системы с возможностью дистанционного перенацеливания антенн (позиционирования). В отличие от профессиональных параболических антенн с электромеханическим слежением по двум координатам и очень точными сельсинными датчиками положения, в СНТВ используют только один простой электромеханический привод, обеспечивающий поворот антенны вокруг полярной оси. В настоящее время в большинстве конструкций антенных систем СНТВ применяются электроприводы двух конструкций: линейные и «горизонт — горизонт» (планетарного типа). Прежде чем начать рассмотрение электроприводов, необходимо отметить некоторые особенности терминологии. В России за линейным приводом закрепилось название «актуатор» (рис. 4.9) — от не полностью произносимого английского словосочетания *linear actuator*, а привод «горизонт — горизонт» (*Horizon-to-Horizon Actuators*) получил название «супермаунт» (*Supermaunt*) из-за ярких наклеек с этим словом на корпусе устройства.

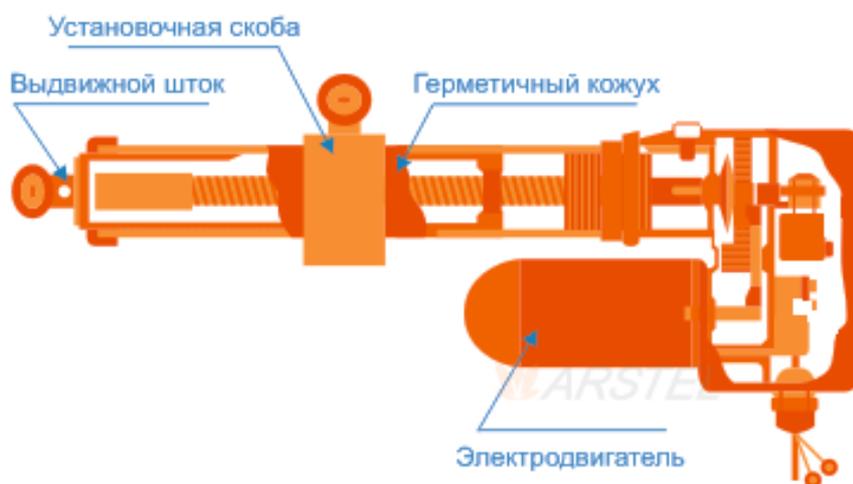


Рис. 4.9. Конструкция линейного привода

В линейном приводе (рис. 4.9) используется электродвигатель с редуктором, который представляет собой несколько (обычно 2 — 3) шестеренчатых передач и одну передачу «винт — гайка» для перемещения выдвижного штока в фиксированных пределах. Снаружи шток закрыт герметичным кожухом.

Привод работает в достаточно сложных условиях: больших перепадах температур и под воздействием осадков. Поскольку он используется в течение небольшого промежутка времени (во время изменения ориентации антенны), то для удешевления конструкции используют электродвигатели малой мощности, работающие в форсированном режиме. В случае сильного перегрева мотора термодатчик (биметаллическая пластина) разрывает цепь питания.

Линейный привод закрепляется на опорно-поворотном устройстве и рефлекторе антенны, как показано на рис. 4.10. При выдвижении штока происходит вращение рефлектора вокруг полярной оси подвески.

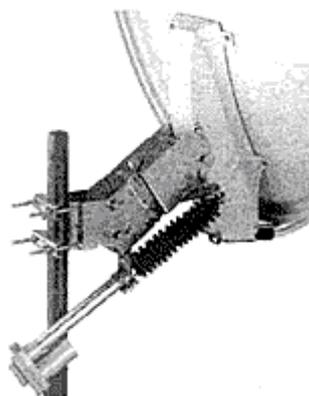


Рис.4.10. Линейный привод

Линейные приводы классифицируются по расстоянию, на которое выдвигается шток, и по величине нагрузки. Наиболее часто используются устройства, обеспечивающие выдвижение штока на 12, 15, 18, 24 и 36 дюймов. От мощности электродвигателя и материала, из которого изготовлены шестерни редуктора зависит величина допустимой нагрузки. Наиболее простые и дешевые устройства обеспечивают вращение антенной системы до 360 кг. В этих моделях установлены пластмассовые шестерни, а самосмазывающаяся передача «винт — гайка» изготовлена из сплава алюминия и бронзы. Более дорогие модели позволяют управлять подвеской весом до 700 кг: здесь уже используются стальные шестерни и шарико-винтовая передача, обладающая меньшей фрикционной нагрузкой и, следовательно, более высоким КПД, что позволяет при том же прикладываемом усилии, как и в случае передачи «винт — гайка», увеличить полезную нагрузку. Конструкции линейных приводов позволяют просматривать сектор геостационарной орбиты до 100° .

Устройства типа «горизонт — горизонт» имеют шестеренчатый механизм, способный вращать антенну от горизонта до горизонта по всему сектору геостационарной орбиты вокруг полярной оси (рис.36).

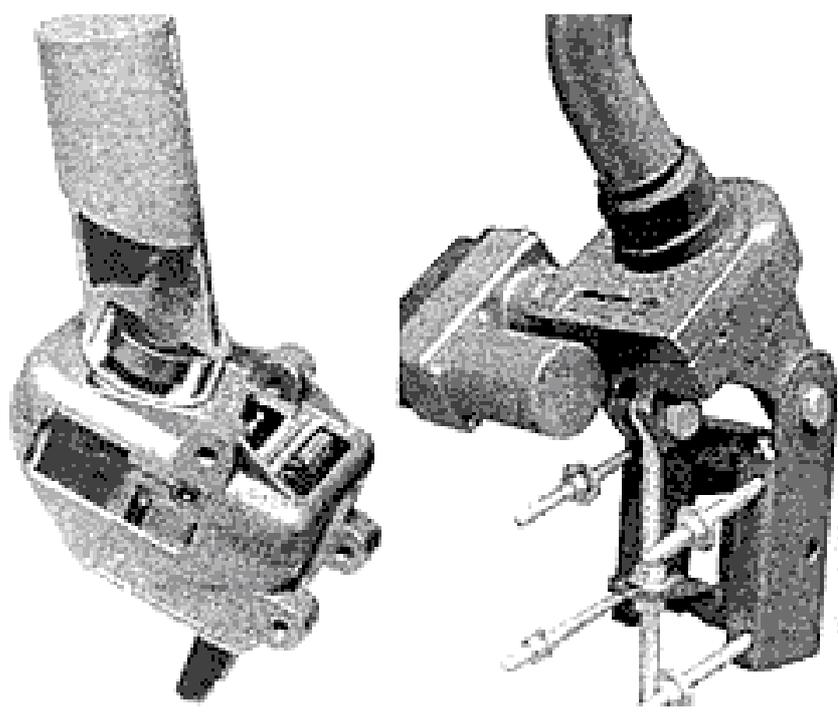


Рис.4.11. Полярная подвески типа «горизонт-горизонт»

Следующим элементом связи является цифровой спутниковый приемник

Начало активного цифрового спутникового телевизионного вещания (Digital Broadcast Satellite — DBS) относится к середине 1996г. К этому времени был сформирован ряд цифровых пакетов и началось производство цифровых приемников. Цифровые спутниковые приемники существенно отличаются от аналоговых моделей. Рассмотрим базовую структурную схему, представленную на рис. 4.12.

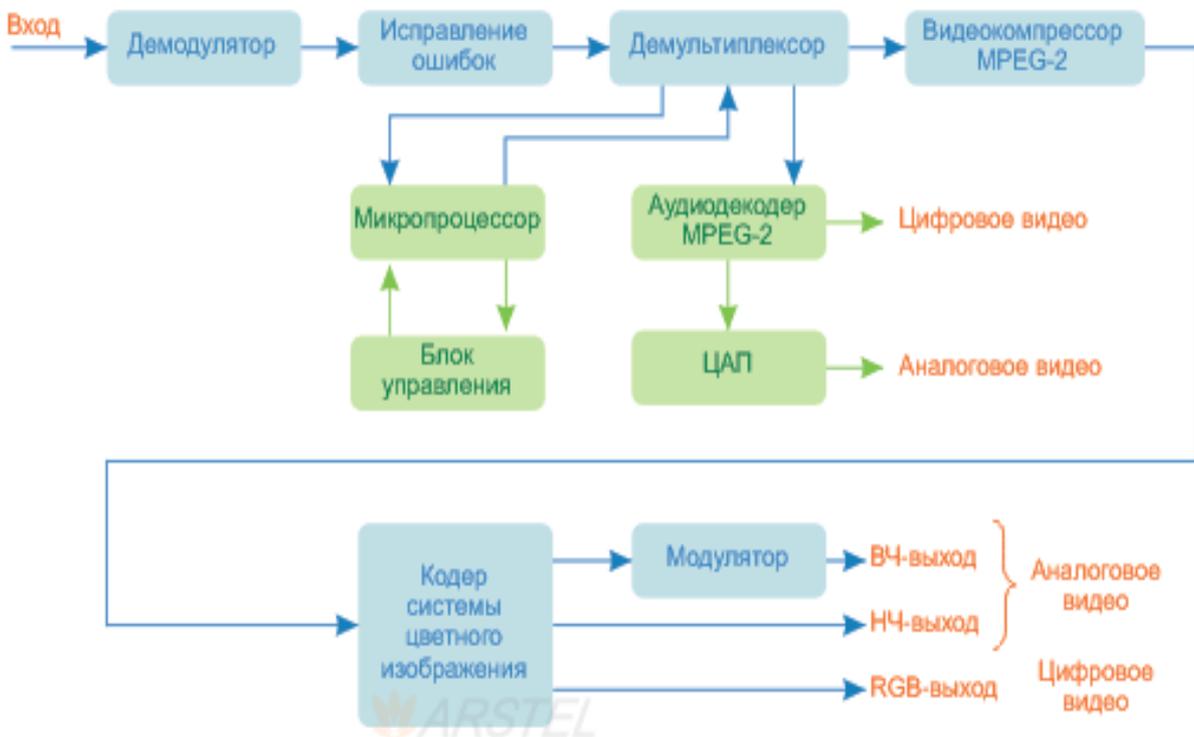


Рис. 4.12. Обобщенная структурная схема цифрового приемника

После того, как выделенный сигнал проходит цепи демодуляции, он преобразуется в информационный поток в виде цифровых пакетов и поступает в устройство исправления ошибок. В демультимплексоре производится разделение информационного потока на два канала: аудио и видео. Декодер поддерживает самые различные форматы и имеет большое количество выходов: цифровое видео, аналоговое видео, цифровое аудио, аналоговое аудио, RGB-выход и др.

Управление работой демультимплексора осуществляет микропроцессор, обрабатывая команды пользователя, переданные через блок управления (пульт

дистанционного управления или модуль приемника). В цифровом приемнике нет понятия “плохое качество изображения” — качество картинки на экране телевизора при использовании профессиональной и бытовой аппаратуры одинаково высокое.

В том случае, если уровень ошибок превышает предельно допустимый, изображения на экране телевизора просто не будет, так как не смогут работать алгоритмы восстановления.

Конечной целью совместных усилий является создание модульной архитектуры приемника, которая состояла бы из универсальных чипов, применяемых не только в спутниковом телевидении, но и в системах MMDS-вещания, цифровых кабельных сетях и других видах телекоммуникаций. Ключ к успеху модульного подхода лежит в оптимальном разделении субблоков и организации связи между ними при помощи универсального гибкого интерфейса и программного обеспечения.

Цифровые приемники первого поколения имели большое количество чипов, каждый из которых был ответственен за независимые задачи: коррекцию ошибок, демодуляцию, демультимплексирование цифрового потока, обработку данных (центральный процессор), MPEG-2-декодирование видео и аудиосигналов. В этих моделях использовались дорогостоящие динамические оперативные запоминающие устройства (DRAM) с произвольным порядком выборки. Все используемые чипы имели достаточно большие размеры и стоимость.

Приемники последующих поколений, были разработаны с использованием уже всего универсальных чипов, которые осуществляют все функции обработки сигнала, которые содержат MPEG-2 и MPEG-4 видео и аудиодекодер.

Несколько слов о закрытости каналов. Большинство телевизионных каналов (таких как коммерческих) – закодированы.

В настоящее время в Европе используется, по крайней мере, несколько разновидностей кодирования т.е. скремблирование. Очевидно, что универсальный цифровой приемник должен уметь работать с любой системой скремблирования. Эта проблема решается несколькими путями. Один из них — создание универсального модуля условного доступа, в котором система скремблирования задается программным путем. Такие модули встраиваются в некоторые современные профессиональные и полупрофессиональные приемники. Система

скремблирования задается в них через меню.

К базовому декодеру может подсоединяться один или несколько модулей условного доступа. Модуль доступа расшифровывает те элементарные потоки в программах пакета, в которых используется соответствующая система скремблирования.

Для управления электроприводом разработан специальный протокол. В соответствии с ним после адресной информации, определяющей необходимое устройство, передается число импульсов, кратное необходимому количеству оборотов электродвигателя. В настоящее время наибольшее распространение получили системы, использующие протокол mini-DiSEqC (уже сейчас существуют версии 1.0, 2.0, 3.0). С его помощью станет возможным полное управление всем спектром оборудования.

Система DiSEqC была задумана как универсальная технология для управления любым периферийным оборудованием, как существующим, так и тем, которое может появиться в будущем. Управление по стандарту DiSEqC обладает следующими достоинствами: Во-первых, для управления по DiSEqC не требуется никаких дополнительных кабелей и проводов, в качестве линии для передачи сигналов управления используется тот же коаксиальный кабель, по которому к ресиверу доставляется радиочастотный сигнал от спутниковой антенны. Пример подключения DiSEqC 1.2 с моторизированной подвеской представлен на рис.4.13.

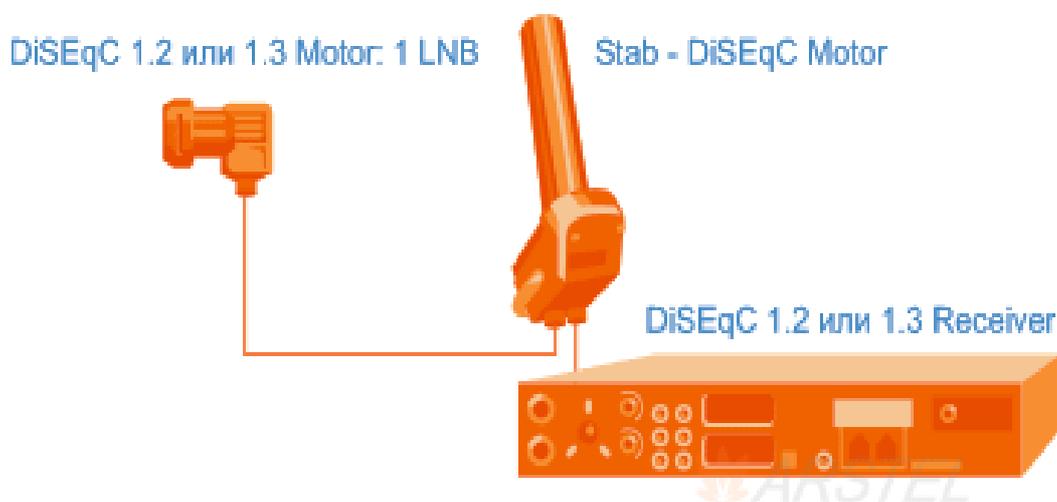


Рис.4.13. Вариант подключения DiSEqC 1.2

В заключении рассмотрим методы подключений к спутниковому приемнику.

Подключение спутникового приемника к телевизору и видеоманитофону

может быть произведено, как показано на рис. 4.14.

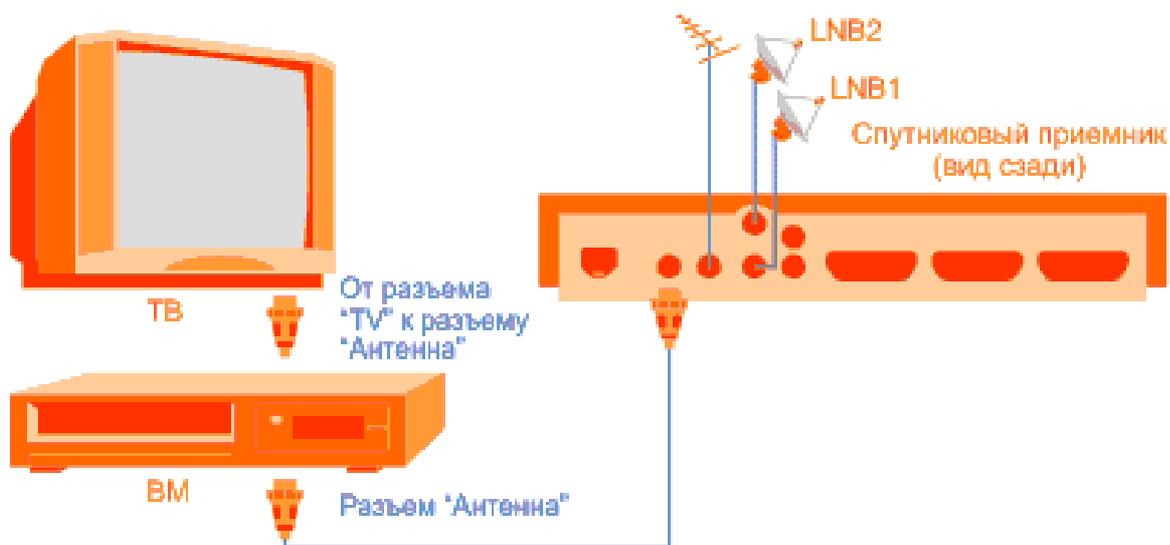


Рис. 4.14. Подключение спутникового приемника к телевизору и видеомаягнитофону

4.2. Спутниковый тюнер OPENBOX CI-7200PVR

Сейчас можно смело сказать, что цифровая революция произошла. Цифровое телевидение, музыка, фотография уже давно вошли в наш дом. Если раньше для просмотра видео, воспроизведения музыки в MP3 и фотографий в JPEG применялся

в основном персональный компьютер, то теперь у нас есть более удобное решение.

Спутниковый ресивер Openbox CI-7200PVR (рис. 4.15) можно с полной уверенностью назвать современным мультимедийным центром, который имеет просто неограниченные возможности. Но самое главное то, что при наличии богатейшего набора пользовательских функций, он сохранил простоту и удобство работы для рядового пользователя.



Рис. 4.15 Внешний вид ресивера Openbox CI-7200PVR

Основные возможности ресивера Openbox CI-7200PVR

- Два независимых тюнера DVB-S превосходной чувствительности.
- 2 x CI интерфейса и 1 x картоприемник для официальных карт доступа
- Одновременная запись трех каналов (два в обычном режиме, третий - в режиме Time-Shift).
- Запись программ в исходном виде, с последующим декодированием.
- Режим "картинка в картинке" (Picture In Picture).
- Поддержка жестких дисков до 400Гб и более (~ 200 часов записи видео).
- Функция TimeShift с расширенными возможностями.
- Встроенный редактор видеозаписей (вырезка рекламы и др.).
- Функция меток для удобства поиска нужных фрагментов на записи.
- Превосходное качество изображения через CVBS, S-Video, RGB и компонентный PbPrY видеовыходы.

- Кэширования EPG-информации на жесткий диск для удобства поиска нужной программы.
- Удобный проигрыватель музыки в MP3 и фотографий JPEG.
- Воспроизведение фильмов/музыки/фотографий с компьютера и потоковое видео.
- Сетевой порт Ethernet 100Мбит для подключения к компьютеру и доступа к Internet.
- USB хост порт для подключения цифровых фотоаппаратов, MP3 проигрывателей и др.
- Обновление ПО и установка программ при помощи USB Flash-накопителей (без компьютера).
- VFD (вакуумной флуоресцентный дисплей) с поддержкой отображения кириллицы.
- Отличный дизайн, продуманность конструкции ресивера и пульта ДУ

Покупая Openbox CI-7200PVR можно быть уверенным в том, что этот продукт адаптирован для нашего рынка и его владелец никогда не пожалеет о покупке!

Передняя панель (рис. 4.16) создает впечатление солидности, мощности и энергичности, что в полной мере раскрывает богатый внутренний мир цифрового спутникового ресивера Openbox CI-7200PVR. Действительно, описывать некоторые вещи просто нет смысла, лучше это видеть.



Рис. 4.16. Передняя панель ресивера

Органы управления расположены в правой части (рис. 4.17) и при отсутствии пульта ДУ позволяют не только изменить уровень громкости, выполнить практически любые требуемые действия.



Рис. 4.17. Органы управления ресивера

Левая часть представляет собой крышечку (рис. 4.18), за которой спрятались 2xCI слота для установки CAM-модулей и слот картоприемника для установки карт условного доступа при просмотре каналов платного цифрового спутникового ТВ. Кроме этого здесь находится USB порт. Этот порт предназначен для подключения различных устройств: Flash-накопители, цифровые фотоаппараты, и т.д.

Благодаря наличию USB порта, можно без компьютера обновлять программное обеспечение, копировать музыку и фотографии на жесткий диск ресивера и обратно.

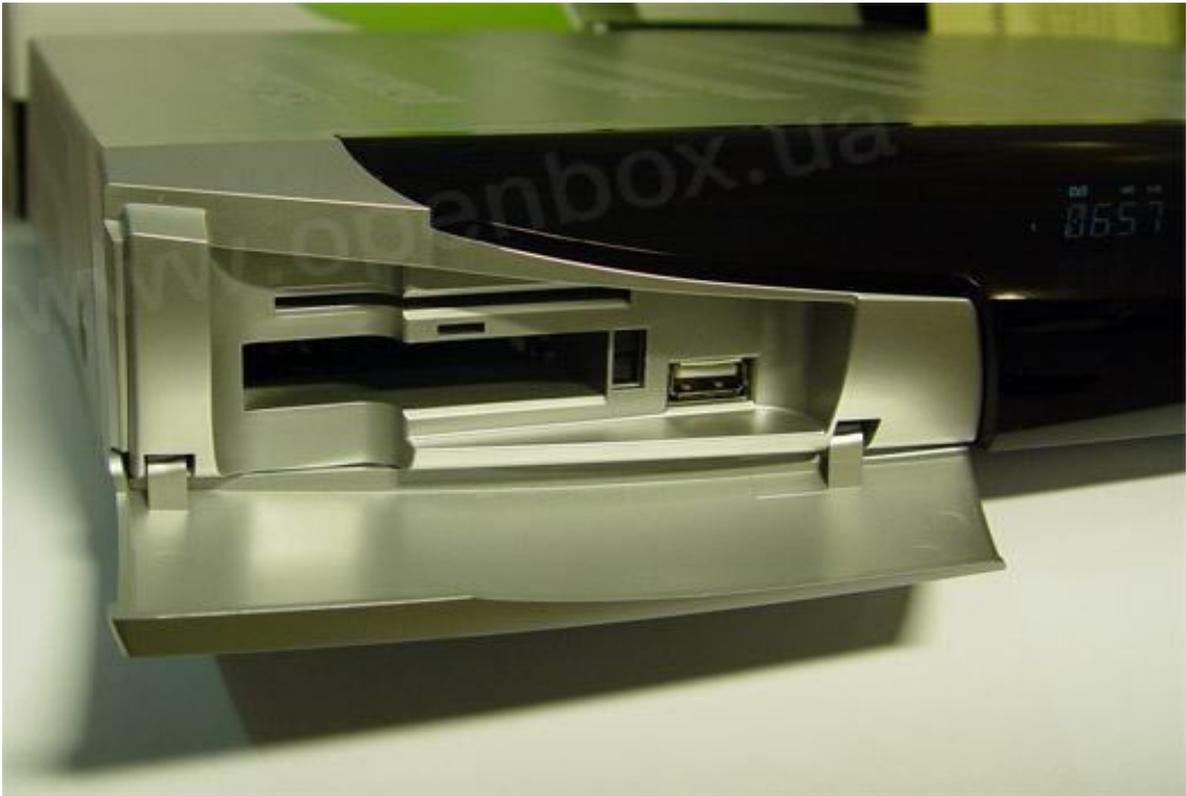


Рис. 4.18. Картоприемники и USB порт

За темным стеклом спрятался вакуумной флуоресцентный дисплей (рис. 4.19), который отображает название текущего канала, режим работы и много другое. Яркость и цвет свечения подобраны очень удачно - информация отлично видна при ярком освещении, а ночью дисплей не "давит" на глаза. Ресивер Openbox CI-7200PVR также отлично знает русский алфавит и без проблем отображает на дисплее данные в кириллице.



Рис. 4.19. Отображение информации дисплея

Задняя часть ресивера представлена на рис. 4.20.



Рис. 4.20. Задняя часть ресивера

В комплекте с ресивером поставляется кабель SCART-SCART, который подразумевает более качественный способ подключения аппарата к ТВ. Если же на Вашей плазменной или LCD панели нет SCART входа, то можно дополнительно заказать компонентный кабель SCARTx3RCA.

Ресивер позволяет также использовать различные варианты подключения к другой аппаратуре по звуку. В простейшем случае это стереовыход на SCART при подключении к ТВ, также предусмотрен отдельный выход 2xRCA для использования "тюльпанов". Ну а если Вы владелец домашнего кинотеатра, который хочет ощутить всю силу объемного звука, то необходимо использовать цифровой оптический выход S/PDIF.

Ресивер Openbox CI-7200PVR имеет следующие коммуникационные возможности:

- 2 x LNB входа/выхода DVB-S тюнеров.
- Ethernet 100/10Mbit сетевой порт с поддержкой TCP/IP и Samba.
- Служебный последовательный RS-232 порт для сервисных задач.
- 2 x SCART (TV и VCR). Коннектор TV, кроме обычных, выдает компонентный PbPrY сигнал.
- Классические 3 x RCA выходы композитного видеосигнала и стереозвука.
- Видеовыход S-Video.
- Цифровой оптический выход звука S/PDIF.

- Вход/Выход модулятора ВЧ - ANT OUT/ ANT IN.
- Тумблер сети 220В.
- USB-A Female хост порт (под крышкой передней панели).
- 2 x CI интерфейса и один картоприемник (также под крышкой передней панели).

Ресивер имеет два абсолютно независимых тюнера (рис.4.21) что дает практически неограниченные возможности своему владельцу при просмотре и записи каналов. Для использования этих возможностей желательно установить на тарелке LNB конвертор и завести в квартиру два провода.

Находящийся сзади порт RS-232 необходим для сервисного обслуживания ресивера и не используется конечным потребителем. Для обычного пользователя будет гораздо более интересным сетевой порт Ethernet.



Рис. 4.22. Коммутационные порты

Пульт ДУ (рис 4.23) является неотъемлемой частью любого современного бытового устройства и от него зависит удобство эксплуатации устройством. У ресивера Openbox CI-7200PVR великолепный пульт, который имеет свободный дизайн и удобно лежит в руке. Соблюдается приоритетность кнопок - те, которые

используются чаще, находятся ближе к центру. В нижней части выделены кнопки, отвечающие за функции PVR и многофункциональные цветные. Размер кнопок и расстояние между ними подобраны оптимально, нажатие четкое и умеренное, так что пульт будет удобен всем.



Рис. 4.23. Пульт ДУ

С осени 2007 года на рынок поставляется модель Openbox CI-7200PVR+, которая имеет несколько несущественных схмотехнических изменений, а также новый пульт ДУ (рис. 4.24).



Рис. 4.24. Новый пульт ДУ

Как правило, владельцы бытовой техники никогда не заглядывают под металлический кожух своих устройств (рис.4.25), многим это ненужно или останавливают перед этим шагом предупреждающие надписи о высоком напряжении и пр.

Здесь можно увидеть результат инженерной мысли большого количества людей со всего мира, аккуратно заверченный корейскими разработчиками.



Рис. 4.25. Внутренние блоки ресивера

Как и любое другое качественное изделие, ресивер выполнен из нескольких плат: блок питания, основная процессорная, плата индикатора и картоприемник. Подобное разделение разных по напряжению и функциональности модулей повышает надежность изделия, улучшает его технические параметры и др.

Блок питания построен на современной элементной базе и все необходимые активные элементы снабжены радиаторами для улучшения охлаждения. Он обеспечит стабильную работу ресивера при напряжениях питающей сети от 90 до

250 вольт.

На главной плате находится огненное сердце ресивера, которое разработала американская компания IBM - RISC процессор IBM Power PC. Оно бьется с частотой 250 МГц, благодаря чему за 1 секунду успевает выполнить миллионы операций для своего владельца.

Жесткие диски, применяемые в ресиверах Openbox CI-7200PVR для записи видео, фотографий и музыки, аналогичны компьютерным и имеют стандарт IDE. Крепится диск в ресивере на металлическую скобу при помощи винтов используя резиновые амортизаторы, благодаря чему даже минимальные вибрации создаваемые вращающимся диском не будут нарушать тишину при просмотре любимого фильма.

Ресивер Openbox CI-7200PVR, кроме всего прочего, имеет сетевой порт Ethernet 100/10 Mbit, позволяющий существенно расширить функциональность аппарата. Подключив ресивер к компьютеру, можно редактировать списки каналов, копировать записи, музыку и фотографии, просматривать потоковое видео, устанавливать программы и многое другое (рис. 4.26).

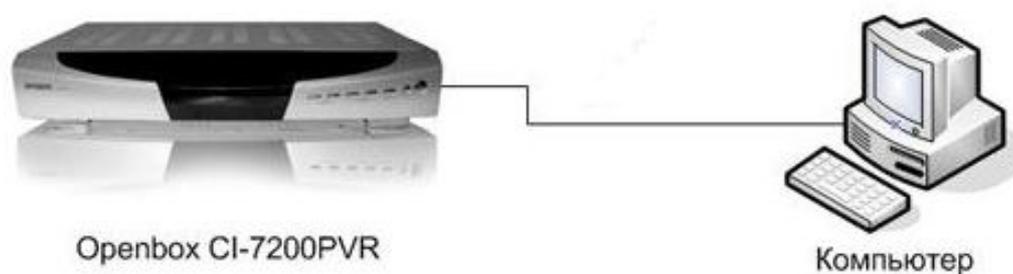


Рис. 4.26. Подключение ресивера к компьютеру

ГЛАВА 5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Охрана труда представляет собой систему законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и

работоспособности человека в процессе труда.

5.1. Защита людей от поражения электрическим током при работе на оборудовании и с электрооборудованием

Электрическими называются установки, в которых вырабатывается, преобразуется и распределяется электрическая энергия. Электроустановки могут быть напряжением до 1000 В и выше, постоянными и временными, размещаться на открытом воздухе или в закрытых помещениях.

Эксплуатация и ремонт электроустановок связаны с опасностью поражения работающих электрическим током, а также возникновения взрывов и пожаров.

При эксплуатации и ремонте электрического оборудования человек может оказаться под напряжением электрического тока. Поражение человека электрическим током происходит при соприкосновении с оголенными токоведущими частями электроустановок (повреждение изоляции) или при неправильном переключении в них.

Тело человека является проводником электрического тока и имеет переменное сопротивление, которое зависит от состояния организма, физиологических факторов, параметров электрической цепи и характера окружающей среды. Проходя через тело человека, электрический ток оказывает термическое, электрическое и биологическое действие.

Термическое действие тока выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высокой температуры кровеносных сосудов, сердца, нервов, мозга и других органов, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства.

Электролитическое действие тока проявляется в разложении крови и других органических жидкостей, которое сопровождается значительными нарушениями их физико-химического состава.

Биологическое действие тока выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц, в том числе мышц сердца и легких. В результате могут возникнуть различные нарушения в организме, в том числе нарушение и даже полное прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения.

Раздражающее действие тока на ткани живого организма (а следовательно, и обусловленные им произвольные судорожные сокращения мышц) может быть прямым, когда ток проходит непосредственно по этим тканям, а в некоторых случаях — рефлекторным, т. е. через центральную нервную систему, когда путь тока лежит вне этих тканей.

Все многообразие действий электрического тока на организм вызывает два вида поражения: электрические травмы и электрические удары.

Электрические травмы - это ярко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные действием электрического тока или электрической дуги. Различают следующие электрические травмы: электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения и электроофтальмия.

Электрические ожоги могут быть вызваны протеканием тока непосредственно через тело человека при соприкосновении его с токоведущей частью (контактный ожог), а также воздействием электрической дуги на тело (дуговой ожог). В первом случае ожог является следствием преобразования энергии электрического тока, протекающего через пораженный участок тела, в тепловую. Такой вид ожога возникает редко и характеризуется обычно I или II степенями, т. е. является сравнительно легким (покраснение кожи, образование пузырей). Ожоги, вызванные электрической дугой, - наиболее распространенный вид электротравмы. Они обусловлены высоким напряжением и высокой температурой дуги (свыше 3500°) и носят, как правило, тяжелый характер: III и IV степень (омертвление всей толщи кожи и обугливание тканей).

Электрические знаки представляют собой четко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности тела человека, подвергшегося действию тока. Обычно знаки имеют круглую или овальную форму с углублением в центре и размеры 1—5 мм. Бывают знаки в виде царапин, небольших ран, порезов или ушибов, Пораженный участок кожи затвердевает подобно мозоли.

Как правило, электрические знаки безболезненны и излечиваются благополучно: с течением времени верхний слой кожи сходит, и пораженное место приобретает первоначальный цвет, эластичность и чувствительность.

Металлизация кожи - проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги. Это может произойти при коротких замыканиях, отключениях разъединителей и рубильников под нагрузкой и пр. Обычно с течением времени больная кожа сходит, пораженный участок принимает нормальный вид, исчезают и болезненные ощущения.

Механические повреждения являются следствием резких произвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через человека. В результате могут произойти разрывы кожи, сухожилий, кровеносных сосудов и нервной ткани, а также вывихи суставов и даже переломы костей. Механические повреждения являются серьезными травмами, требующими длительного лечения. Они возникают примерно у 0,5% лиц, пострадавших от электрического тока вследствие относительно длительного нахождения под напряжением.

Электроофтальмия - воспаление наружных оболочек глаз (покраснение и воспаление кожи и слизистых оболочек век, слезотечение, гнойные выделения из глаз, а в тяжелых случаях - нарушение прозрачности роговой оболочки) под воздействием электрической дуги.

Электрический удар - возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся произвольными судорожными сокращениями мышц.

В зависимости от исхода воздействия электрического тока на организм человека электрические удары можно условно разделить на четыре степени:

I — судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II — судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;

III — потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе);

IV — клиническая смерть, т. е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Клиническая («мнимая») смерть - переходное состояние организма от жизни к смерти, наступающее с момента прекращения деятельности сердца и легких. У человека, находящегося в состоянии клинической смерти, отсутствуют все признаки жизни: он не дышит, сердце его не работает, болевые раздражения не вызывают

никаких реакций, зрачки глаз расширены и не реагируют на свет. Однако в этот период в организме еще полностью жизнь не угасла, ибо ткани его отмирают не все сразу и не сразу угасают функции различных органов. В первый момент почти во всех тканях организма продолжают обменные процессы, хотя и на очень низком уровне и резко отличающиеся от обычных, но достаточный для поддержания минимальной жизнедеятельности.

Первыми начинают погибать очень чувствительные к кислородному голоданию клетки коры головного мозга, с деятельностью которых связаны сознание и мышление. Поэтому длительность клинической смерти определяется временем с момента прекращения сердечной деятельности и дыхания до начала гибели клеток головного мозга. В большинстве случаев она составляет 4—6 мин, а при гибели здорового человека от случайной причины, например от электрического тока, примерно 7—8 мин.

Биологическая (истинная) смерть - необратимое явление, характеризующееся прекращением биологических процессов в клетках и тканях организма и распадом белковых структур. Она наступает по истечении периода клинической смерти.

Эти обстоятельства позволяют, воздействуя на более стойкие жизненные функции организма, восстановить угасающие или только угасшие функции, т. е. оживить умирающий организм.

Степень воздействия электрического тока на организм человека различна и зависит от ряда факторов: рода, частоты, силы тока и длительности его воздействия, напряжения сети, сопротивления тела человека и индивидуальных особенностей его организма.

По степени опасности поражения людей напряжение, применяемое в электрических установках, классифицируется на три вида: низковольтное - 12 и 42 В, низкое - от 42 до 1000 В и высокое - свыше 1000 В.

Условно безопасным напряжением считается низковольтное, которое в зависимости от характера среды тоже может представлять опасность.

Величина (сила) тока, протекающего через тело человека, является главным фактором, от которого зависит исход поражения: чем больше ток, тем опаснее его воздействие. Человек начинает ощущать протекающий через него ток с частотой 50

Гц и относительно малого значения: 0,5—1,5 мА. Этот ток называется пороговым током. Он не может вызвать поражения человека и в этом смысле является безопасным. Однако такой ток может стать косвенной причиной несчастного случая, поскольку человек, почувствовав воздействие тока, теряет уверенность в своей безопасности и может допустить неправильные действия.

При увеличении тока возрастают болезненные ощущения. Ток в 10-15 мА (при 50 Гц) вызывает непроизвольные болезненные сокращения мышц, рук (судороги), которые человек не в состоянии преодолеть, т. е. он не может разжать руку, прикасающуюся к токоведущей части, отбросить провод от себя и оказывается как бы прикованным к токоведущей части. Такой ток называется пороговым неотпускающим. Сам по себе он не угрожает жизни, но если человек немедленно не будет освобожден от токоведущих частей, то с течением времени по мере увеличения тока вследствие понижения сопротивления тела человек погибнет.

При 25-50 мА действие тока распространяется и на мышцы грудной клетки, что приводит к затруднению и даже прекращению дыхания. Одновременно происходит сужение кровеносных сосудов и, как следствие этого, повышение артериального давления и ослабление деятельности сердца.

Ток в 100 мА оказывает непосредственное воздействие на мышцу сердца, вызывая его остановку или фибрилляцию, т. е. быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы (фибрилл), при которых сердце перестает работать как насос. В результате прекращается кровообращение в организме, и наступает клиническая смерть.

Если пораженному в течение ближайших 5—7 минут не будет оказана своевременная медицинская помощь (искусственное дыхание), он погибнет вследствие кислородного голодания, т. е. наступит биологическая смерть.

Электрическое сопротивление различных тканей тела человека неодинаково. Так, кожа, точнее ее наружный слой, называемым эпидермисом, имеет толщину от 0,1 до 0,5 мм, состоит в основном из мертвых ороговевших клеток, обладает большим сопротивлением (сухая, чистая, неповрежденная), которое и определяет общее сопротивление тела человека - от 3000 до 100000 Ом. Сопротивление внутренних тканей тела человека незначительно - примерно 300—500 Ом.

При увлажнении и загрязнении кожи снижается ее сопротивление и возрастает опасность поражения электрическим током; при повреждении кожи сопротивление тела оказывается наименьшим —300—500 Ом. Сопротивление тела уменьшается с увеличением силы тока и времени его протекания вследствие увеличения потовыделения и других факторов. При расчетах среднее сопротивление тела человека принимается равным 1000 Ом.

Род и частота тока в значительной степени определяют степень поражения. Сопротивление тела человека постоянному току больше, чем переменному. Переменный ток с частотой от 20 до 1000 Гц наиболее опасен. При частоте меньше или выше 1000 Гц опасность тока снижается.

При постоянном токе порог ощущения повышается до 6—7 мА, а неотпускающий ток — до 60—70 мА. Токи частотой более 500000 Гц не оказывают раздражающего действия на ткани и потому не вызывают электрического удара, однако они опасны тем, что могут вызвать термические ожоги.

Индивидуальные особенности человека - состояние здоровья, подготовленность к работе в электрической установке и другие факторы (повышенная температура окружающего воздуха - до 30-45°C) - также влияют на исход поражения. Поэтому обслуживание электроустановок поручается лицам, прошедшим специальное обучение и медицинский осмотр.

Основные причины поражения людей электрическим током

Основные причины поражения людей электрическим током сводятся к следующему:

1. Случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Это может быть в результате производства работ вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением; неисправности защитных средств, посредством которых пострадавший прикасался к токоведущим частям; потери ориентировки пострадавшим, который ошибочно принял части, находящиеся под напряжением, за отключенные.

2. Прикосновение к металлическим нетокоевущим частям электроустановки (электрооборудования), случайно оказавшимся под напряжением (корпусы, кожухи, ограждения и другие части) в результате ошибочного включения отключенной

установки; повреждения изоляции токоведущих частей электрооборудования или заземляющих устройств (вследствие электрического или теплового пробоя, естественного старения, механических воздействий и т. п.), падения проводов, находящихся под напряжением, на конструктивные части электрооборудования; замыкания фазы на землю; замыкания между отключенными и находящимися под напряжением токоведущими частями; разряда молнии непосредственно в установку или вблизи нее; наведения напряжения от соседних электроустановок, находящихся в работе.

3. Возникновение шагового напряжения на поверхности земли в результате падения провода и замыкания его на землю, выноса потенциала, неисправностей в устройстве защитного заземления, зануления и т. п.

Меры защиты от поражения электрическим током

Анализ несчастных случаев в промышленности, сопровождающихся временной утратой трудоспособности, показывает, что число травм, вызванных электрическим током, сравнительно невелико и составляет 0.5—1% от общего числа несчастных случаев на производстве.

Совершенно иная картина наблюдается, если рассматривать только смертельные несчастные случаи. При этом оказывается, что из общего числа смертельных несчастных случаев на производстве 20—40% их происходит в результате поражения электрическим током, что, как правило, больше, чем по какой-либо другой причине. Вот почему вопросам электробезопасности на производстве необходимо уделять большое внимание. 75—80% смертельных поражений электрическим током происходит в электроустановках напряжением до 1000 В и, в первую очередь, в установках 127 и 220 В. Объясняется это весьма широким распространением этих установок на производстве.

Основными мерами защиты от поражения электрическим током являются:

- обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, для случайного прикосновения;
- устранение опасности поражения электрическим током при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования путем защитного заземления, зануления, защитного отключения, применения малых

напряжений, защитного разделения сетей, применения двойной изоляции, выравнивания потенциала и др.;

-применение индивидуальных защитных средств при электротехнических работах.

Недоступность токоведущих частей электроустановок для случайного прикосновения может быть обеспечена их изоляцией, размещением на недоступной высоте, ограждением и др.

5.2. Чрезвычайные ситуации. Защита предприятия в чрезвычайных ситуациях и ликвидация последствий

Потенциальная опасность - это опасность скрытая, неопределенная во времени и пространстве. Реализуется потенциальная опасность через причины и в случае, если нежелательные последствия будут значительные, то это событие классифицируется как чрезвычайная ситуация.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Независимо от причин появления ЧС, в их развитии можно выделить основные пять стадий:

Зарождения - возникновение условий или предпосылок для ЧС (усиление природной активности, накопление деформаций, дефектов и т.п.).

Инициирования - начало ЧС. На этой стадии важен человеческий фактор, поскольку статистика свидетельствует, что до 70% техногенных аварий и катастроф происходит вследствие ошибок персонала.

Кульминации - стадия высвобождения энергии или вещества. На этой стадии отмечается наибольшее негативное воздействие на человека и окружающую среду вредных и опасных факторов ЧС.

Затухания - локализация ЧС и ликвидация ее прямых и косвенных последствий. Продолжительность данной стадии различна, возможны дни, месяцы, годы и десятилетия.

Период ликвидации последствий.

Задачи, решаемые в ЧС. Классификация ЧС.

Все ЧС можно классифицировать по трем основным принципам - масштабу распространения, темпу развития и природе происхождения.

При классификации ЧС по масштабу распространения (Рис.51.) следует учитывать не только размеры территории, подвергнувшейся воздействию ЧС, но и возможные ее косвенные последствия. К ним относятся тяжелые нарушения организационных, экономических, социальных и других существенных связей, действующих на значительных расстояниях. Кроме того, принимается во внимание тяжесть последствий, которая и при небольшой площади ЧС может быть огромной и трагичной.

Рис. 5.1. Классификация ЧС по масштабу распространения

Каждому виду ЧС свойственна своя скорость распространения опасности, являющаяся важной составляющей интенсивности протекания чрезвычайного события и характеризующая степень внезапности воздействия поражающих факторов. С этой точки зрения ЧС можно классифицировать по темпу развития(Рис.5.2.).

Рис.5.2. Классификация ЧС по темпу развития

Каждая ЧС имеет свои причины, в этой связи их можно классифицировать по происхождению(Рис.5.3.).

Рис.5.3. Классификация ЧС по происхождению

Планирование мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности в ЧС.

В ЧС военного и мирного времени защите подлежат все население, но защищаются его отдельные группы дифференцированно. Основными способами защиты населения при ЧС в современных условиях являются:

- укрытия в защитных сооружениях, в простейших укрытиях на местности;
- рассредоточение и эвакуация населения из крупных городов в загородную зону;
- своевременное и умелое применение средств индивидуальной защиты.

Для укрытия людей заблаговременно на случай ЧС строятся защитные сооружения. Защитные сооружения подразделяются:

- по назначению (для населения или для размещения органов управления);
- по месту расположения (встроенные, отдельно стоящие, в горных выработках, метро и др.);
- по времени возведения (заблаговременно возводимые и возводимые в особый период);
- по характеру (убежища или укрытия).

Убежищем называется защитное сооружение герметичного типа, обеспечивающее защиту укрываемых в нем людей от всех поражающих факторов ядерного взрыва, отравляющих веществ, бактериальных средств, высоких температур и вредных дымов.

Убежища оборудуются всеми системами жизнеобеспечения. Система воздухообмена включает воздухозаборные устройства, противопылевые фильтры и фильтры-поглотители, вентиляторы, воздухорегулирующие и защитные устройства.

Отчистка воздуха осуществляется:

- в режиме чистой вентиляции, когда наружный воздух очищается только от пыли с воздухообменом 8-13 м³ на человека в час;
- в режиме фильтровентиляции, когда воздух дополнительно пропускается через фильтры-поглотители для очищения от отравляющих веществ и бактериальных средств с воздухообменом не менее 2 м³ на человека в час.

Регенерация воздуха осуществляется посредством соответствующих патронов. Очищенный воздух вентиляторами нагнетается по воздуховодам в отсеки убежища.

Система водоснабжения обеспечивает людей водой для питья и гигиенических нужд. Она осуществляется от наружной водопроводной сети.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конвергенция телекоммуникационных компьютерных технологий стала реальностью в настоящее время, привело к созданию новых систем, которые называются инфокоммуникационными. Следовательно, инфокоммуникация – это современная информационно-телекоммуникационная инфраструктура общества, развивающееся в соответствии с его технологическими законами эволюции. Основными направлениями развития инфокоммуникации в XXI веке является

глобализация связи.

Одним из разновидностей систем связи является спутниковая система связи, предоставляющая круг возможностей, как для потребителей, так и для поставщиков телекоммуникационных услуг.

В данный момент спутниковые системы сильно развиты, и используются в различных сферах связи, таких как, например, определения объекта на местности (системы GPS, Глонасс), передача информационных данных (системы Intelsat, Globalstar, Eutelsat и др.), а также ретрансляции телевизионных сигналов (Ямал, Экспресс и др.).

Спутниковое телевизионное вещание является сегодня одним из самых экономичных и надежных способов передачи телевизионных сигналов высокого качества в любую точку обширной территории нашей страны.

В данной работе рассмотрены основы современных спутниковых систем связи, разновидности спутникового приемного оборудования, ретрансляция и приема телевизионных сигналов, основные элементы приемного спутникового оборудования, а также пример выбранного спутникового тюнера OPENBOX CI-7200PVR.

ЛИТЕРАТУРА

1. Под ред. Проф. О.В.Головина. Радиосвязь.– Москва. Горячая линия – Телеком. 2001г.
2. *Машбиц Л.М. Зоны обслуживания систем спутниковой связи. М.: Радио и связь, 2006г.*
3. *Аболищ А. Персональная спутниковая связь. PC Week/RE, 2009г.*
4. Немировский А.С. др. Радиорелейные и спутниковые системы передачи. М.: Радио и связь, 1986г.

5. Калашников Н.И. Крупицкий Э.И. Системы радиосвязи. М.: Радио и связь, 1988г.

6. ИНТЕРНЕТ

- http://www.orange-business.com/ru/content/network-services/access-services/Satellite-Access/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=sputnikovaya_svyaz.
- <http://www.orange-business.com/ru/content/telephony/>

http://www.satinfo.ru/isatphone-pro?gclid=CKza_Y7gzrcCF7cAodgU4AKA

ПРИЛОЖЕНИЕ