

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Амурский государственный университет

ВВЕДЕНИЕ В ПРОФЕССИЮ.

**Учебно-методическое пособие для студентов направления
подготовки 03.03.02 – «ФИЗИКА»**

Благовещенск
Издательство АмГУ
2020

УДК 53

ББК 22.3

Рекомендовано

Учебно-методическим советом университета

Рецензент:

Стукова Е.В., док. физ.-мат. наук, доцент по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния», Амурский государственный университет

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов направления подготовки 03.03.02 – «Физика» / сост. И.Б. Копылова, Ю.Г. Кудрявцев; под ред. И.Б. Копыловой – Благовещенск, 2020 - 55 с.

В учебно-методическое пособие включены оригинальные лекции Ю.Г. Кудрявцева о работе современного телевидения и радиовещания, в том числе и в Амурской области. Лекции могут помочь студентам в выборе направления будущей трудовой деятельности. Даны рекомендации по написанию реферата по дисциплине «Введение в профессию, включая информационно-библиографическую культуру». Приведены темы рефератов, охватывающие большинство сфер деятельности выпускников – физиков.

Для студентов физических отделений высших учебных заведений, выполняющих лабораторный практикум по физике.

©Амурский государственный университет, 2020

©Копылова И. Б., Кудрявцев Ю. Г., составители

©Копылова И. Б., редактор

ВВЕДЕНИЕ

Выбирая свой жизненный путь, многие молодые люди не представляют, то же они будут делать, ...«кем работать мне тогда, чем заниматься».

Цель данного пособия сориентировать студента-физика при выборе направления его будущей деятельности.

Современная техника является достаточно сложной, чтобы иметь представление о работе всех механизмов и машин. Но есть нечто общее, что объединяет их: физические законы и принципы, без которых невозможно функционирование никаких механизмов и машин. Развитие науки влечет за собой развитие техники, как практического применения основных принципов и законов науки. В свою очередь, создание новых устройств и приборов для научных исследований приводит к дальнейшему более глубокому изучению различных явлений и феноменов.

Студент-физик получает знания в широкой области общей и теоретической физики, поэтому широк диапазон направлений деятельности после окончания вуза.

Современная техника требует не только умения эксплуатировать, но разбираться в принципах функционирования и обеспечения бесперебойной работы. Глубокие теоретические знания помогают решить такие задачи.

В данном пособии приведены оригинальные лекции в одной из областей, где может работать сегодняшний студент-физик. Это самый распространенный вид передачи информации - телевидение и радиовещание. В пособии также приведены примерные темы рефератов, которые позволят получить представление о том, в каком направлении работают современные специалисты – физики.



РОССИЙСКАЯ ТЕЛЕВИЗИОННАЯ И РАДИОВЕЩАТЕЛЬНАЯ СЕТЬ

филиал
**АМУРСКИЙ
ОБЛАСТНОЙ РАДИОТЕЛЕВИЗИОННЫЙ
ПЕРЕДАЮЩИЙ ЦЕНТР**
телефон горячей линии:
(4162) 20-15-10

Кудрявцев Ю.Г.

ЛЕКЦИЯ №1. АНАЛОГОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Первые проекты передачи изображения на расстояние.

Зрительное восприятие является важнейшим путем, по которому человек получает информации о внешнем мире. Проблема передачи изображений на расстояние, создание оборудования пригодного для этих целей, занимала умы изобретателей в различных странах на протяжении многих лет.

Телевидение базируется на достижениях многих смежных областей знаний. В основе телевидения лежат три физических процесса:

- преобразование световой энергии из оптического изображения в электрические сигналы;
- передача электрических сигналов по каналам связи;
- преобразование принятых сигналов в оптическое изображение.

Появлению первых проектов передачи движущихся изображений предшествовали изобретенные в 1873 г. русским ученым А. Н. Лодыгиным лампы накаливания. Открытие и изучение в 1873 г. англичанами У. Смитом и Дж. Мэйм свойств фотопроводимости селена, т.е. способность селена под воздействием света изменять проводимость. В последствие это явление было названо внутренним фотоэффектом. Эти два открытия обеспечили возможность преобразования световой энергии в электрическую, электрической в световую. Именно такие преобразования необходимы для передачи изображения.

Поэтому естественно, что почти во всех первых проектах передачи изображений использовались селеновые фотосопротивления и лампы накаливания.

Интересно отметить, что хотя первые проекты передачи движущихся изображений были предложены независимо и почти одновременно в ряде стран, они основывались на одинаковых принципах. Со временем совершенствовались и изменялись только методы и технические средства реализации этих принципов.

В 1875 г. американцем Дж. Керн был предложен проект телевизионной передачи изображения, приведенный на рисунке 1. В нем передаваемое изображение объективом проецировалось на панель 1, состоящую из большого числа селеновых элементов. На приемной стороне помещался экран 3 с лампочками накаливания. Их число и геометрическое расположение соответствовало числу и расположению селеновых элементов, каждый из которых отдельным проводом соединялся с соответствующей лампочкой на приемном экране.

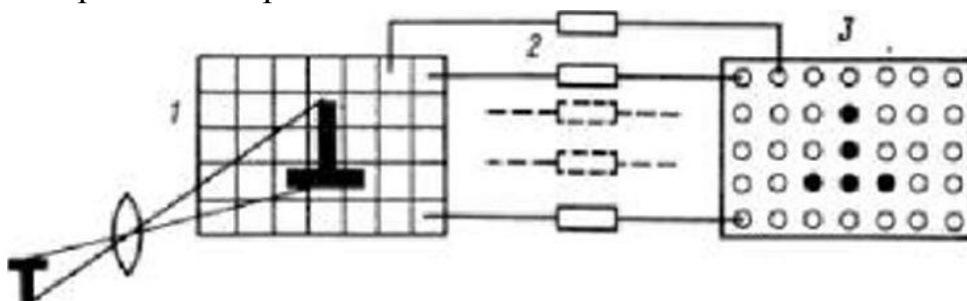


Рисунок 1- Проект Дж.Керна

В каждую цепь селен—лампочка включена своя батарея 2. Так как сопротивление селенового элемента зависит от его освещения, то предполагалось, что при проекции оптического изображения на селеновую панель изменение сопротивления каждого из селеновых элементов будет пропорционально его освещенности в соответствии с распределением яркостей в передаваемом изображении. Это приведет к разной величине тока в цепи каждой лампы и заставит светиться их с разной яркостью. Здесь использовалась особенность зрения, заключающаяся в том, что если изображение разбито на отдельные элементы, то при большом их количестве изображение воспринимается слитно, как единое целое.

Проект Керн интересен именно тем, что в нем осуществлялись **разбивка изображения на отдельные элементы и поэлементная передача всего изображения**. В этом заключается первый из основных принципов телевидения. Процесс же разбивки изображения на элементы называется разложением изображения, а сами элементы — элементами разложения. Чем на большее число элементов разлагается изображение, тем более высокая четкость может быть получена при передаче изображения. Недостаток

проекта заключался в одновременной передаче всех элементов (соответственно такие системы передачи называются одновременными), вследствие чего между передающей и приемной панелями необходимо иметь большое число линий связи — по числу элементов разложения.

Проблема каналов связи решалась в проектах португальского физика А. де Пайва, французского адвоката К. Сенленк, русского студента П.И. Бахметьева предложивших в 1878-1880 годах соединить передающее и приемное оборудование всего одним каналом связи и передавать по нему элементы поочередно, используя различного рода коммутаторы. Возможность синтеза изображения при последовательном приеме отдельных элементов изображения основана на инерционности зрительного аппарата человека. Человеческий глаз воспринимает прерывистый свет, как непрерывный, если число мельканий более 10 в секунду.

Последовательная передача сигналов элементов изображения второй из основных принципов телевидения. Последовательная передача изображения по элементам называется разверткой изображения, а порядок передачи отдельные элементы способом развертки.

В проекте К. Сенлека на передающей стороне применялась многоклеточная панель I (рисунок 2) из селеновых фотоэлементов, каждая из клеток которой поочередно подключалась к одной линии связи с помощью специального коммутатора 2. На приемном конце имела панель 3 с соответственно расположенными лампочками, которые также поочередно подключались к линии связи своим коммутатором 4. Оба коммутатора работали синхронно и синфазно. В проекте представляет интерес конструкция передающей панели. Она состоит из медной пластины с рядами мелких отверстий, заполненных селеном. В центре каждого отверстия расположены тонкие проволоочки, имеющие контакт только с селеном. Таким образом, медная пластина является общим электродом всех фотоэлементов, а тонкие проволоочки — индивидуальным (вторым) электродом каждого отдельного фотоэлемента. Последние, в определенном порядке, согласно принятому закону развертки, присоединены к коммутатору. В эти же годы было предложено еще несколько подобных проектов: в 1887 г. американцем В. Сойерсом, в 1879 г. итальянцем Перозино, в 1881 г. англичанином Ш. Бидуеллом и другими изобретателями. Все эти системы, отличавшиеся одна от другой в основном техническими решениями, не были и не могли быть реализованы. Авторы их не учитывали инерционности механических развертывающих устройств, селеновых элементов и источников света, исключавших возможность быстрой передачи яркости элементов разложения. Токи, которые можно было получить от

селеновых фотоэлементов при изменении их освещенности, были недостаточны для непосредственного воздействия на источник света приемного устройства и тем более для передачи на значительное расстояние. Во всех этих проектах предполагалась **синхронная и синфазная коммутация элементов изображения**, что является следующим основным принципом телевидения.

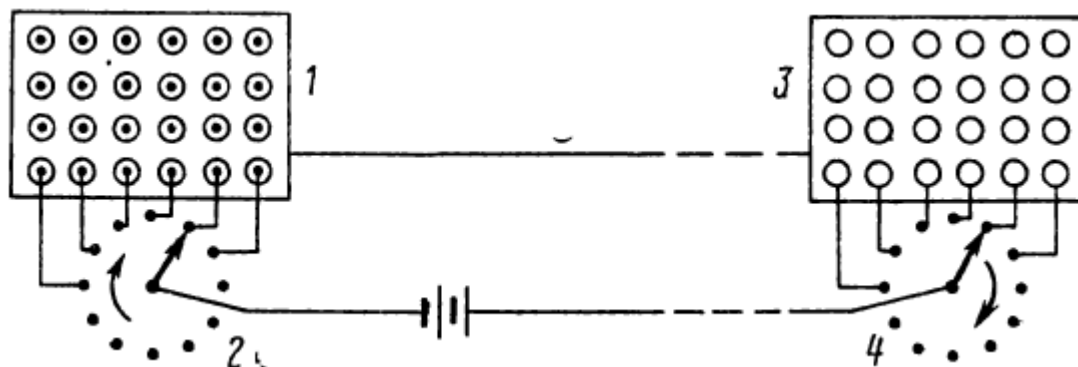


Рисунок 2 – Проект К.Сенлека

Возникновение термина «телевидение» относится к 1900 г. Впервые его употребил русский инженер-электрик К.Д. Перский в докладе «Электрическое телевидение» на международном конгрессе в Париже.

Механические системы телевидения

Все первые проекты телевизионных систем основывались на оптико-механических методах разложения изображения. Особое место занимает предложенный в 1884 г. в Германии польским специалистом Н. Нипковым метод развертки при помощи непрозрачного диска 1 большого диаметра, около внешнего края которого, расположены по спирали отверстия (рисунок 3). Размер отверстия равен элементу разложения. Каждое из отверстий смещено к центру относительно предыдущего на его высоту. Перед отверстиями устанавливается ограничительная рамка 2. Высота выреза 3 в рамке равна расстоянию между началом и концом спирали, а ширина — расстоянию между соседними отверстиями в диске. При вращении диска каждое отверстие поочередно прочерчивает в пределах выреза рамки одну линию 4, называемую строкой, а за один полный оборот диска эти строки поочередно заполняют все пространство выреза рамки, образуя кадр.

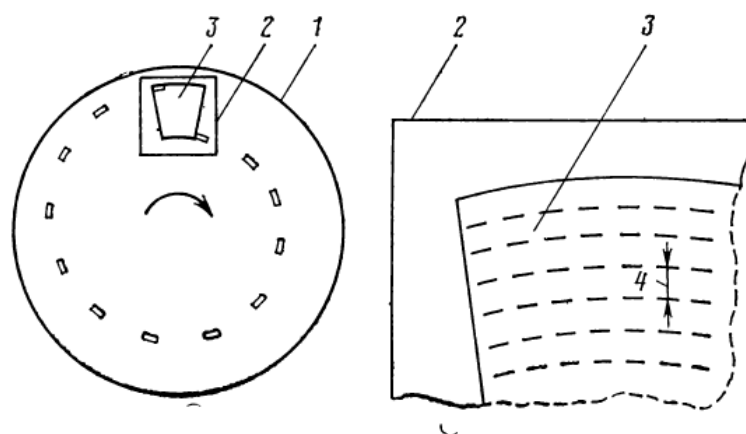


Рисунок 3 – система развертки

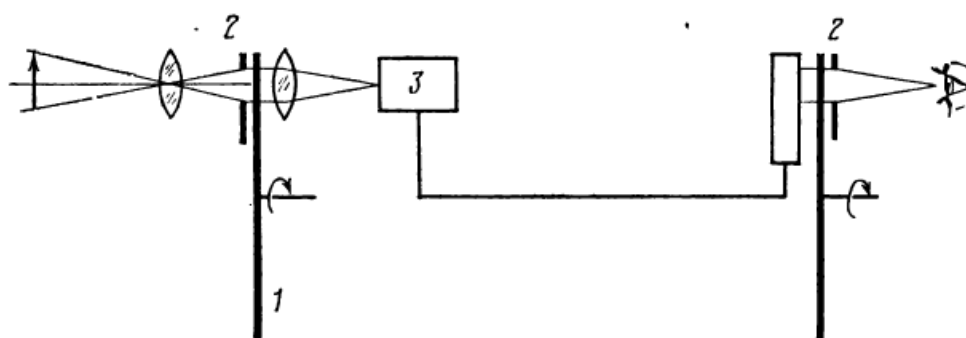


Рисунок 4- Электрический телескоп

Таким образом, число строк разложения соответствует числу отверстий в диске, а число кадров, передаваемых в секунду - скорости вращения диска. На рисунке 4 изображен способ передачи изображений, предложенный П. Нипковым, который был им назван электрическим телескопом. Изображение передаваемого объекта фокусируется на поверхности диска I, за которым размещен селеновый фотоэлемент 3. При вращении диска каждое его отверстие по очереди пропускает свет от отдельных участков изображения, обеспечивая разложение и развертку изображения. В соответствии с яркостью передаваемых элементов изображения изменяется и сигнал на выходе фотоэлемента.

Сигнал, поступающий в приемник, вызывает изменение яркости свечения лампы 4, перед которой вращается свой диск. Так как закон размещения отверстий на передающем и приемном дисках, а также скорость вращения и фаза обоих дисков одинаковы, то в каждый момент времени положения соответствующих отверстий передающего и приемного дисков в пределах выреза ограничивающей рамки 2 одинаковы. Яркость точек, наблюдаемых через приемный диск, в каждый момент соответствует яркости

соответствующих элементов передаваемого изображения. При достаточной скорости вращения диска движущаяся светящаяся точка будет восприниматься как слитное изображение. Разложение изображения с помощью диска Нипкова было настолько простым и удачным решением, что диск использовался в большинстве практически работавших телевизионных устройств механических систем.

Хотя в проекте Нипкова и была решена проблема развертки изображения, однако из-за несовершенства других элементов он не был тогда реализован. Потребовались десятилетия, пока были найдены технические решения всех звеньев и было создано работающее оборудование.

К этим решениям, в первую очередь, следует отнести открытие явления внешнего фотоэффекта, в котором отсутствует явление инерционности, детально исследованное начиная с 1888 г. русским физиком Л. Г. Столетовым.

Далее следует отметить предложения, сделанные в 1898 г. в России Ч. Вольфке и в 1890 г Вильсоном, использовать в приемном устройстве газоразрядную лампу, свечение которой по сравнению со свечением лампы накаливания практически безынерционно (примерно до частот 10^5 Гц).

Важнейшее значение имело изобретение электронной лампы, позволившее производить усиление фототоков.

Наконец, изобретение А.С.Поповым радио обеспечило возможность передачи изображений на расстояние без проводов

Получение первых практических результатов с механическими системами телевидения обычно относится к 1925 г, когда в Англии Д. Берд и в США Г. Дженкинс почти одновременно продемонстрировали передачу движущихся изображений на расстояние.

В Советском Союзе первая телевизионная передача демонстрировалась в 1926г. на V Всероссийском съезде физиков. Была показана передача силуэтных движущихся изображений на аппаратуре с механической системой развертки, разработанной сотрудником Ленинградского физико-технического института Л. С.Терменом.

29 апреля и 2 мая 1931г. в СССР лабораторией телевидения ВЭИ были проведены первые опытные передачи через коротковолновый передатчик, а с 1 октября, совместно с Московским радиовещательным техническим узлом, начались регулярные передачи через средневолновую станцию. Передающее оборудование было разработано группой специалистов под руководством В. П. Архангельского. Изображение состояло из 30 строк при 12,5 кадра в секунду (разлагалось на 1200 элементов).

Вскоре телевизионные передачи начали вести в Ленинграде, Киеве,

Томске, Одессе. Было разработано несколько типов телевизионных приемников. Наиболее удачным и простым из которых являлся телевизор Б-1 с диском Нипкова серийно выпускавшийся промышленностью.

Механические системы телевидения к 1934—1935 гг. достигли высокого уровня развития. К этому времени было разработано еще несколько практически реализованных способов оптико-механической развертки с использованием различных конструкций зеркальных барабанов, винтов и т.п. Для повышения яркости телевизионного изображения были предложены различные методы модуляции внешнего источника света, в том числе управляемые механические заслонки, поляризационные устройства и др.

С совершенствованием механических систем телевидения повышалась четкость изображения. Были созданы оптико-механические системы развертки на 120—180 строк и даже 240—375 строк. Но с увеличением числа строк разложения уменьшалась чувствительность передающих устройств.

В механических системах воздействие света от каждого элемента изображения на фотоэлемент осуществляется только в момент передачи данного элемента. Такое преобразование оптического изображения в электрические сигналы основано на принципе мгновенного действия. А так как величина светового потока от одного элемента изображения и время его воздействия на фотоэлемент малы и сокращаются с разложением изображения на большее число элементов, соответственно снижается и величина сигнала на выходе фотоэлемента.

Рассмотрим пример, что мы хотим передать изображение состоящее из 70000 элементов с повторением 20 раз в секунду для получения не мигающего изображения. Время передачи одного элемента изображения составит $1/1400000$ сек. Ток вырабатываемый фотоэлементом пропорционален интенсивности света и времени экспозиции. Если сравнить фотографическую камеру с объективом с фокусным расстоянием – 4.5 и устройство с диском Нипкова, то световой поток падающий на это устройство будет равняться 0,1 lm. Предположим что фотоэлемент имеет чувствительность $10 \mu A/lm$, то отдача фотоэлемента для одной точки будет равна

$$I = 1 \cdot 10^{-5} / 10 \cdot 70000 = 1/43 \cdot 10^{-11} A.$$

Электрический заряд, соответствующий этому току в течение прохождения одной точки изображения через фотоэлемент, будет равен

$$Q = 1,43 \cdot 10^{-11} / 1,4 \cdot 10^6 = 1 \cdot 10^{-17} \text{ кулона.}$$

Сравним эту величину с величиной заряда одного электрона

$$E = 1,59 \cdot 10^{-19} \text{ кулона.}$$

С одной точки изображения получаем 63 электрона. Усиление такого

малого количества энергии весьма сложная задача.

От этого недостатка свободно преобразование по принципу накопления, в котором световой поток от каждого элемента изображения воздействует на фотоэлемент непрерывно в течение всего времени передачи кадра, а сигнал снимается (коммутируется) только в момент передачи данного элемента. Благодаря этому, между моментами коммутации происходят накопление энергии, что существенно повышает величину выходного сигнала. Хотя принцип накопления был впервые предложен применительно к механическим системам телевидения еще в 1928 г (точнее, он был заложен уже в проектах А. де Пайва и Сенленка, но не сформулирован ими), его практическая реализация оказалась возможной только в электронных системах. **Накопление зарядов элементами разложения изображения** – это 4 из основных принципов телевидения.

Повышению чувствительности механических систем телевидения способствовала также разработка вторично-электронного умножения. Вторично-электронный умножитель, соединенный с фотоэлементом (называемый фотоэлектронным умножителем), впервые был предложен в 1930 г. и создан в 1934 г. в СССР Л.А.Кубецким, а вскоре после него независимо в США Фарнсуортом.

Однако никакие технические решения и ухищрения не могли преодолеть органических недостатков механических систем. На смену пришло электронное телевидение, которое примерно с 1933 г. начало все сильнее наступать на механические системы. Этот переход начался с замены оптико-механических приемных устройств приемниками с электроннолучевыми трубками и был завершен созданием полностью электронных телевизионных систем.

Электронные системы телевидения

«...К счастью наука знает один из таких идеальных механизмов — это катодный пучок, являющийся вследствие разряда электричества в крутковой трубке. Этот же пучок способен подавать и световые сигналы, образуя при падении на флуоресцирующий экран яркое пятно. Этим-то механизмом и следует воспользоваться для целей электрической телескопии». Эти слова принадлежат преподавателю Петербургского университета Борису Львовичу Розингу. Он произнес их в докладе 26 ноября 1910 г. в VI отделе Русского технического общества.

В докладе Б.Л.Розинг, сделал общий обзор состояния электрической телескопии, показал принципиальные недостатки оптико-механических систем и высказал твердое убеждение в преимуществе электрических. Этому предшествовали многие годы работы

Начав заниматься в 1897 г. вопросами видения на расстоянии, как тогда называли телевидение, Б.Л.Розинг подал 25 июля 1907 г. заявку на разработанный им «способ электрической передачи изображений на расстояние, отличающийся тем, что на станция получения изображение воспроизводится последовательно точка за точкой на флуоресцирующем экране трубки Брауна или другого подобного прибора пучком катодных лучей, совершающих движения, подобные и синхронные с движением осей световых пучков, идущих на станции отправления от элементов изображаемого поля к фотоэлектрическому приемнику и изменяющих его сопротивление или эдс».

Таким образом, Б.Л.Розингом впервые было предложено использовать для воспроизведения телевизионного изображения электронный прибор — трубку Брауна. На передающем конце Б.Л.Розинг предлагал использовать оптико-механическую систему развертки с вращающимися зеркальными барабанами и фотоэлементом с внешним фотоэффектом. Последнее также являлось важным шагом в деле развития телевидения.

Трубка Брауна в том виде, в котором она существовала в то время и применялась для осциллографических исследований, была непригодна для приема телевизионных изображений, в ней не было возможности изменять интенсивность электронного пучка в соответствии с величиной электрических сигналов от передающего устройства, т.е. осуществлять модуляцию яркости свечения экрана.

Эту задачу Б.Л.Розинг решил, введя в трубку пару отклоняющих пластин и диафрагму с фигурным отверстием (рисунок 5).

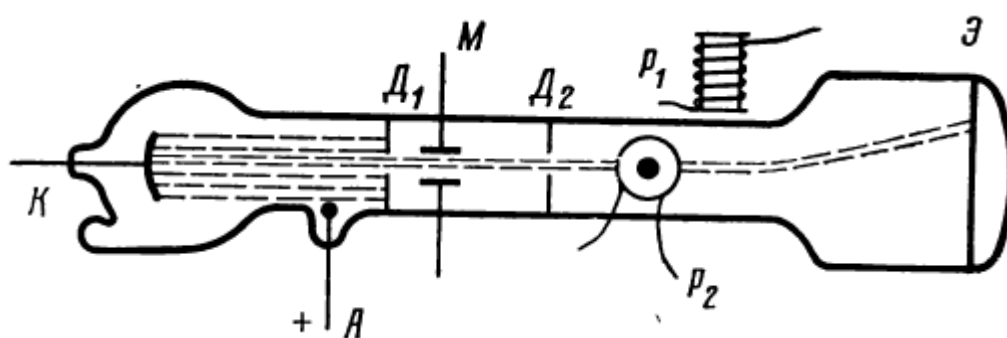


Рисунок 5- Передающая трубка

Пучок электронов с катода **К** под воздействием высокого напряжения. приложенного к аноду **А**. попадает на диафрагму **Д1** и проходит через ее отверстие в виде тонкого луча к экрану **Э**. На пути луч проходит через отклоняющие пластины **М**, на которые подается видеосигнал, заставляя луч несколько отклоняться. Вследствие этого через диафрагму **Д2** проходит

большее или меньшее число электронов и яркость экране в точке нахождения луча будет также изменяться. Таким образом, отклоняющие пластины **М** и диафрагма **Д₂** выполняют роль модулятора тока луча.

Отклонение луча по горизонтали и вертикали (развертка луча) обеспечивается двумя взаимно перпендикулярными электромагнитами **Р₁** и **Р₂**, питаемыми периодически изменяющимся током разной частоты. Позднее Б.Л.Розингом были введены существенные усовершенствования как в трубку, так и в другие элементы схемы.

9 мая 1911 г. Б.Л.Розинг провел первую успешную демонстрацию передачи изображения на расстояние. В оборудовании использовалась трубка Брауна с холодным катодом, в которой практически отсутствовала фокусировка, не применялось усиления слабых фототоков и т. п. Поэтому получение на экране трубки простейшего изображения решетки из четырех полос, передаваемого на расстояние, являлось огромным достижением.

Следующим шагом на пути создания полностью электронной системы телевидения было предложение в 1908 г. английского инженера Кемпбелл Сунитона использовать электронный луч и в передающем устройстве. В предложенной им несколько позже (1911 г.) трубке светочувствительный электрод представлял собой изолированные кубики из металла, обладающего сильно выраженным фотоэффектом (например - рубидий).

Развитие электронных систем телевидения, как и механических, было прервано в годы первой мировой войны. В послевоенные годы развитие электронного телевидения шло параллельно с развитием механических систем. В первую очередь была усовершенствована приемная трубка, которая вначале стала применяться в приемных устройствах механических систем телевидения

Первые конструкции передающих трубок строились по аналогии с механическими системами - с использованием принципа мгновенного действия. Среди таких трубок следует отметить диссектор Франсуорта (США), разработанный им в 1927 г на основе более раннего изобретения Липмана и Халла. Этот тип передающей трубки мгновенного действия был не только реализован, но оказался настолько удачным, что применяется и в настоящее время. В 1934 г. советским ученым Г.В.Брауде была предложена еще одна конструкция передающей трубки мгновенного действия Эта трубка, называвшаяся статитроном, имела оригинальную конструкцию, но могла применяться только для передачи кинофильмов для чего и использовалась позднее на Ленинградском телецентре.

Принцип накопления заряда был сформулирован в 1920г. Г.Раундом (Англия) применительно к передаче неподвижных изображений и в 1928 г. Г. Дженкинсом (США) применительно к телевидению.

В практически реализуемой форме конструкция передающей телевизионной трубки впервые была предложена в СССР в сентябре 1931 г. С. И Катаевым. В ноябре 1931 г. аналогичная трубка независимо была предложена в США В. К Зворыкиным (бывшим лаборантом Розинга в Технологическом институте) и названная им иконоскопом.

Иконоскоп был реализован в США в 1932—1933 г.г. В Советском Союзе работающий иконоскоп был изготовлен в конце 1934 г. Б.В.Крусеером и Н.М. Романовой.

Первая в СССР публичная демонстрация системы электронного телевидения полностью отечественной разработки состоялась 2 февраля 1935 г.

Изобретение иконоскопа явилось поворотным пунктом в истории развития телевидения. Его чувствительность значительно превышала чувствительность систем мгновенного действия (механических и электронных) и была достаточной для осуществления передач с высоким качеством изображения.

В 1933 г. П.В.Шмаков и П.В.Тимофеев предложили трубку с переносом электронного изображения, получившую название супериконоскопа. После иконоскопа эта трубка длительное время (до 60-х гг.) была основным типом передающей трубки для передач из студий и кинофильмов.

В 1938 г. Г.В.Брауде была предложена двусторонняя мишень, на основе которой была разработана трубка, названная суперортиконом. Эта трубка и в настоящее время широко используется в телевизионном вещании. В дальнейшем (в 50-х годах 20 века) была разработана передающая трубка типа видиокон, затем плюмбикон, кремникон, моноскоп и др.

Одновременно с развитием передающих телевизионных трубок шло развитие и приемопередающего оборудования, велись исследования характеристик телевизионного изображения и т.д.

В 1937 году начали работать Ленинградский и Московский телецентры. В первом использовалось полностью отечественное оборудование со стандартом разложения 270 строк. А в Московском телецентре в основном импортное (американское - фирмы RCA) со стандартом разложения 343 строки.

К 1941г. в СССР были решены основные проблемы и созданы условия для широкого внедрения электронного телевидения. Был принят

стандарт телевизионного вещания – 441 строка и начались работы по реконструкции Московского телецентра. В мире существовало к этому моменту несколько стандартов разложения изображения - в США - 525 строк, в Англии - 405 строк, во Франции и Германии – 441 строка. Начавшаяся 2 мировая война прервала развитие телевидения в Европе, в США оно продолжалось.

В мае 1945 года первым в Европе возобновил работу Московский телецентр. В этом же году был принят стандарт телевизионного разложения 625 строк, который существует по настоящее время в последствии этот стандарт приняли большинство стран в мире. В начале 50-х годов началось строительство новых телецентров (Киев, Рига, Харьков, Свердловск и т.д.). Начался массовый выпуск телевизионных приемников. В Амурской области первая телевизионная передача состоялась в 1957г. в Райчихинске. В 1959г. в стране работало 60 телецентров.

К началу 1973 г. телевизионная сеть страны позволила охватить телевизионным вещанием территорию, на которой проживало более 70% населения страны. К концу существования СССР охват населения телевизионным вещанием достиг 98%, но в основном однопрограммным телевещанием.

Принципы передачи телевизионного изображения.

Сигнал, получаемый от телевизионной камеры с врезками необходимых синхронизирующих импульсов, называется видеосигналом. Для передачи видеосигнала можно использовать различные каналы связи - провода, кабели, оптические линии или эфир. Первоначально в качестве канала связи использовались проводные линии. Они позволяли связать камеру с приемником сигналов на расстоянии сотен метров, что позволяло создать локальную сеть вещания, но не давало возможности передачи сигнала неограниченному числу пользователей (зрителей). С изобретением радио появилась возможность передачи видеосигнала по радиоволнам. В 20-е годы прошлого столетия с бурным развитием радиотехники появились первые телевизионные передающие центры.

Первоначально для передачи телевизионного сигнала и сигнала звукового сопровождения по эфиру использовались два не зависимых передатчика, которые использовали один и тот же вид модуляции. На тот момент времени известен был только один вид модуляции – амплитудный. В начале прошлого века радиоэлектроника находилась на начальном этапе развития. Имеющиеся элементная база позволяла использовать достаточно узкий диапазон радиоволн от сотен кГц, до сотни мГц. Радиолампы были

простейшие, работать в высокочастотной части диапазона (сотни мГц) не могли, да и были достаточно дороги.

В 1933 г. был запатентован новый вид модуляции – частотный.

С появлением электронных систем телевидения и началом массового внедрения телевидения остро встал вопрос создания единого передатчика для изображения и звука, а также создания доступного приемного устройства - телевизора.

Если видеосигнал представить в частотной области, то он занимает полосу частот приблизительно 4,5 мГц. Для передачи видеосигнала и сигнала звукового сопровождения с помощью одного радиопередатчика необходимо было выбрать способы модуляции излучаемого сигнала передатчика.

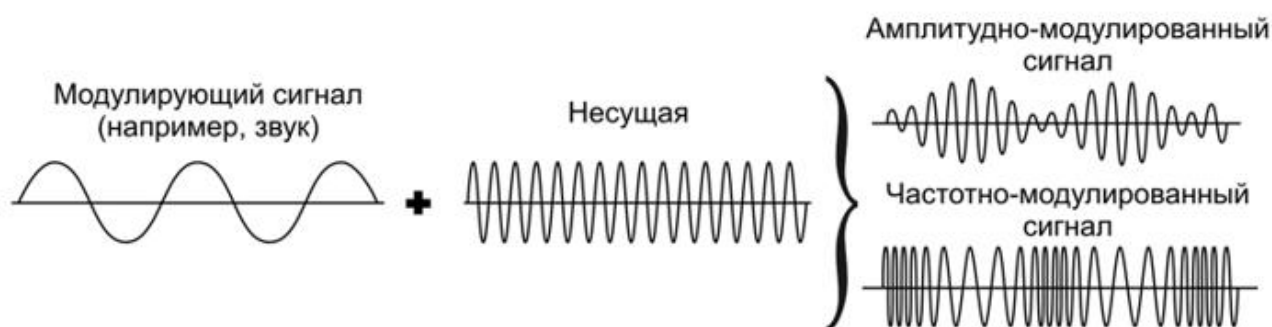


Рисунок 6 - Модуляция сигнала

Для передачи видео сигнала был выбран простейший способ модуляции – амплитудный (рисунок 6). Промодулированный сигнал передатчика можно представить в виде -

$$A(1+k\cos 2\pi p t)\cos 2\pi f_{из} t$$

где k - глубина модуляции ($k < 1$), p -частота видеосигнала, $f_{из}$ - частота несущей изображения передатчика, A -амплитуда радиосигнала.

После тригонометрических преобразований приводится к виду -

$$A\{\cos 2\pi f_{из} t + k/2 \cos 2\pi(f_{из} + p)t + k/2 \cos 2\pi(f_{из} - p)t\}$$

поэтому полоса передаваемых частота может принимать значение $2p_{max}$ (т.е 9мГц), причем центр этой полосы должен совпадать с несущей частотой. Дополнительные частоты, расположенные выше и ниже несущей частоты, известны под названием верхней и нижней боковых. Для того чтобы вместить такую полосу частот, сама несущая частота должна быть очень великой. Для уменьшения занимаемой полосы частот используется режим работы передатчика с частичным подавлением нижней боковой полосы. Можно показать, что вся необходимая информация, содержащаяся в видеосигнале, может быть передана спектром частот, включающим несущую

и все частоты, лежащие выше несущей, т.е. полосу частот от f до $f+p_{\max}$ или лежащие ниже несущей от $f-p_{\max}$ до f . Для передачи сигнала звукового сопровождения была выбрана частотная модуляция, что позволило упростить разделение сигналов в приемнике. Промодулированный сигнал можно представить в виде -

$$f_{зв} + n_{чм} U \sin \Omega t$$

где $n_{чм}$ – коэффициент модуляции, Ω -частота сигнала звука, $f_{зв}$ -частота несущей звука передатчика, U -амплитуда сигнала звука. Частота несущей звука передатчика ($f_{зв}$) сдвинута относительно частота несущей изображения передатчика ($f_{из}$) на 6,5МГц. Сигнал звукового сопровождения занимает полосу 0,25МГц. Всего телевизионный радиосигнал с учетом частичного подавления нижней боковой полосы занимает 8МГц (рисунок 7). Оба сигнала передатчика излучаются в эфир одной антенной.

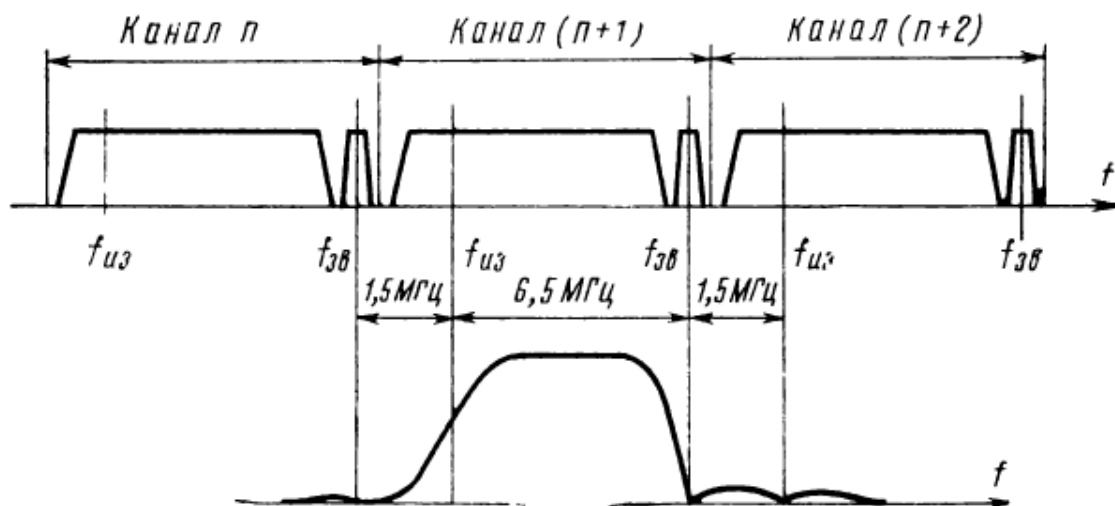


Рисунок 7 – Диапазон сигнала

Первоначально телевизионные передатчики работали в диапазоне 48.5 - 66МГц и 76 - 84МГц. Вещание в СССР велось на 3 телевизионных каналах. Первые телевизионные приемники были построены по схеме прямого усиления, что позволяло упростить схему и уменьшить стоимость. В дальнейшем частотный диапазон был увеличен до 12 каналов, верхняя рабочая частота составляла 230МГц. Телевизионные приемники стали строиться по супергетеродинной схеме, что позволило улучшить качество приема.

ЛЕКЦИЯ № 2. ПЛАНИРОВАНИЕ ПЕРЕДАЮЩЕЙ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СЕТИ

В настоящее время для телевизионного вещания используются метровые и дециметровые волны (примерно от 50 до 1000 МГц). Использование более

низких частот практически затруднено так, как для упрощения оборудования и снижения искажений высшая частота спектра модулирующего сигнала должно быть в несколько раз ниже несущей. Кроме этого, диапазон до 30 МГц полностью занят для целей звукового радиовещания, радиосвязи и аварийных служб. Для сокращения полосы частот радиоканала, требующейся для передачи телевизионных сигналов, а также упрощения передающего и приемного оборудования, передача ведется с частично подавленной одной боковой полосой. Используемые для телевизионного вещания частоты для удобства условно разбиты на пять диапазонов, называемых также полосами, которые обозначаются римскими цифрами; 41-68 МГц - I диапазон (полоса); 87,5-100 МГц - II диапазон; 162- 230 МГц - III диапазон; 470-582 МГц - IV диапазон; 582-960 МГц - V диапазон. I - III диапазоны называются метровыми, IV - V - дециметровыми.

В каждой полосе размещается определенное количество частотных телевизионных каналов, называемых радиоканалами или просто каналами. Один радиоканал предназначается для передачи сигналов изображения и звукового сопровождения одной телевизионной программы. В большинстве стран в метровом диапазоне радиоканалы размещаются последовательно одни за другим с одним частотным разрывом и без перекрытий между двумя смежными. Несущая частота передатчика изображения, как правило, находится ниже несущей передатчика звукового сопровождения. В отдельных странах, например Франции, смежные каналы перекрывают друг друга по частоте. Кроме этого, в одном и том же частотном спектре размещаются по два и даже три радиоканала. Но для уменьшения взаимных помех между двумя станциями, работающими в таких каналах, в одном канале несущая частота передатчика изображения ниже, а в другом выше несущей передатчика звукового сопровождения. Передающая телевизионная сеть представляет собой комплекс различных технических средств, обеспечивающих создание телевизионных программ и возможность приема их индивидуальными телевизионными приемниками на больших территориях.

В состав передающей телевизионной сети входят:

- Телевизионные центры, которые содержат комплекс оборудования и помещений, необходимых для создания телевизионных программ.
- Радиотелевизионные передающие станции (РТПС), называемые также ретрансляционными телевизионными станциями или ретрансляторами содержат радиопередатчики сигналов изображения и звукового сопровождения, составляющие телевизионную станцию.

В зависимости от мощности передатчиков ретрансляторы подразделяются на

ретрансляторы большой (мощные) и малой мощности. К первым относятся РТПС, телевизионный передатчик которой имеет мощность 1 кВт и больше. У вторых мощность телевизионного передатчика может составлять от нескольких ватт до сотен.

- Линии связи, предназначены для передачи сигналов телевизионных программ от телецентров до передающих станций. Для этих целей используются радиорелейные линии — РРЛ, кабельные магистрали КМ и космические линии.

Следует отметить, что РТПС малой мощности могут осуществлять прием сигнала от непосредственно мощной станции (для чего они имеют приемное устройство) и ретранслируют его в радиусе до 10—20 км. Мощные станции имеют радиус действия обычно 50—70 км. Радиус действия(обслуживания) зависит от мощности передатчика, высоты подвеса передающей антенны и частоты излучения.

Планирование передающей телевизионной сети заключается в определении места расположения радиотелевизионных передающих станций и выборе ее параметров (мощности передатчика, высоты подвеса антенны, частоты излучения), чтобы обеспечивались условия приема в заданном районе без взаимных помех между станциями, а также рациональном выборе типа и трассы линии связи между РТПС. При этом имеется в виду, что линии связи, как правило, предназначаются для передачи не только телевизионных программ, но и другой информации (телефон, телеграф, фото и т. п.).

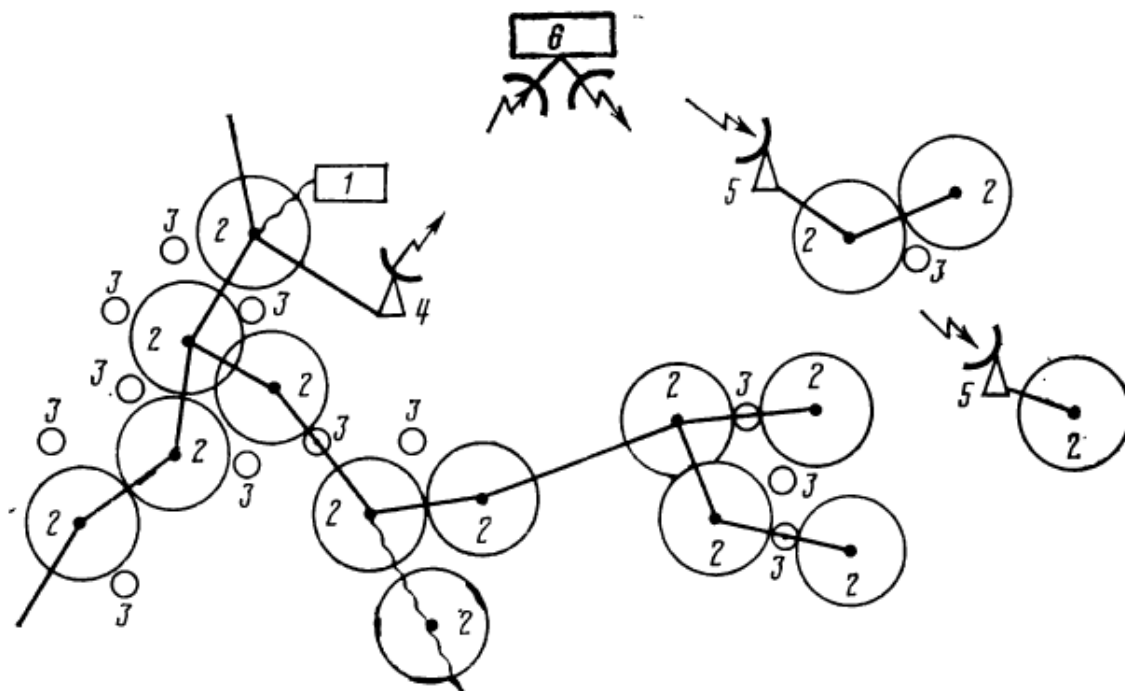


Рисунок 1- РТПС

О- зона действия передающей станции; _____ - трасса РРЛ; ~~~~~ - трасса КМ.

1-программный телецентр; 2-ретранслятор большой мощности; 3-ретранслятор малой мощности; 4-передающая станция для связи с ИСЗ; 5-приемная станция сигнала от ИСЗ; 6-ИСЗ.

При планировании передающей телевизионной сети большое внимание уделяется экономическим вопросам, так как ее создание требует больших капиталовложений.

Линии, используемые для передачи программ между городами страны, называются междугородными или национальными, а для передачи между странами международными или интернациональными.

На рисунке 1 в качестве примера изображена схема варианта передающей телевизионной сети с использованием указанных технических средств. Как уже отмечалось, для передачи сигналов телевизионных программ между телецентром и передающей станцией используются наземные (радиорелейные и кабельные) и космические линии связи. Использование радиорелейной или кабельной линии определяется в каждом конкретном случае, исходя из решаемых задач. Только для телевидения линии строятся лишь в исключительных случаях для передачи сигналов на небольшое расстояние (десятки, редко сотни километров). Обычно же линия связи предназначается для одновременной передачи также и другой информации (телефон, телеграф. фото и т. п.). Такое комплексное использование линий существенно повышает их технико-экономические показатели. Система линий связи образует так называемые сети, которые подразделяются на сеть магистральных и сеть зональных линий. Магистральные линии предназначаются для передачи телевизионных программ между отдельными крупными районами страны, например из Москвы на юг, север и т. п. Магистральные линии имеют протяженность до нескольких тысяч километров. Зональные сети предназначаются для распределения телевизионных программ в пределах заданного района, обычно республики, края, области. В связи с этим зональные сети называются также республиканскими, областными.

Учитывая временной сдвиг между западной и восточной частями страны, вся территория разбита на несколько временных зон, в которые должны передаваться специальные программы, формируемые с учетом временного сдвига.

С освоением космического пространства для передач телевизионных программ стали применяться системы, использующие искусственные спутники Земли. Такая система состоит из земной передающей станции, промежуточной ретрансляционной станции, установленной на ИСЗ, и конечной приемной

земной станции (рисунок 2).

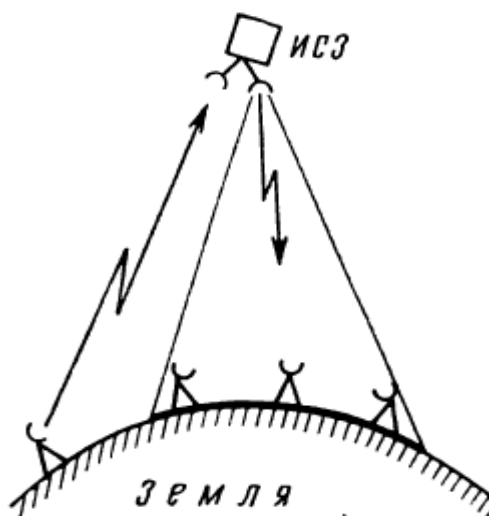


Рисунок 2

В этом отношении ее можно рассматривать как РРЛ с одним промежуточным пунктом. Но благодаря большой высоте промежуточного пункта достигается передача сигнала на большие расстояния. Прием может осуществляться сразу на огромной территории, в любом количестве пунктов, где обеспечивается радиовидимость ИСЗ одновременно с передающего и приемного пунктов.

Для целей ретрансляции телевизионных сигналов возможно использование ИСЗ движущихся как по эллиптической, так и по круговой орбитам.

На рисунке 3 а), изображена эллиптическая орбита, советских ИСЗ типа «Молния-1» системы «Орбита». Ее плоскость наклонена к плоскости экватора примерно на 65° . Апогей находится над средней частью обслуживаемой территории, в данном случае над территорией Советского Союза.

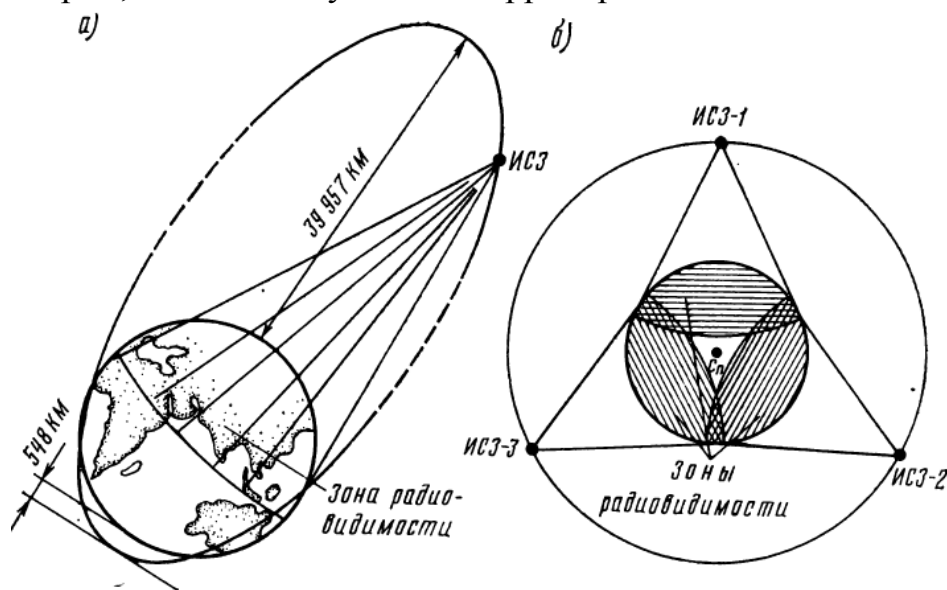


Рисунок 3

Благодаря этому при 12-часовом периоде обращения спутника вокруг Земли длительность сеанса связи между любыми пунктами Советского Союза составляла около 9 часов. Следует помнить, что при 12-часовой орбите ежедневно спутник совершает два оборота вокруг Земли. Но вследствие вращения Земли вокруг своей оси, если на одном витке - апогей находился над территорией СССР, то на втором витке—над территорией Северной Америки. Поэтому в сутки ИСЗ с такой орбитой обеспечивает только 10-часовую работу в заданном районе. Для круглосуточной работы было необходимо иметь три спутника, вращающихся вокруг Земли с временным сдвигом по 8 часов.

Из круговых орбит для указанных целей используется экваториальная синхронная орбита. Период вращения спутника на такой орбите равен 24 часам, что достигается при высоте ИСЗ около 36 тыс. км. Если при этом направление движения ИСЗ будет совпадать с направлением вращения Земли, то их угловые скорости будут равны и спутник окажется неподвижным относительно Земли, будет как бы висеть над одной и той же точкой, расположенной на экваторе. При такой орбите круглосуточная связь в заданном районе обеспечивается при помощи одного ИСЗ. Три таких ИСЗ, расположенных по экватору со сдвигом на 120° , могут обеспечивать круглосуточное обслуживание большей части территории земного шара, за исключением районов, расположенных севернее и южнее 70° (Рисунок 3б). Последнее является одним из принципиальных недостатков синхронных орбит по сравнению с эллиптическими наклонными.

Важное значение в космической линии связи имеет отношение сигнал/шум. На участке Земля - спутник можно установить передатчик довольно большой мощности. Этим обеспечивается достаточный уровень сигнала на входе бортового приемника для обеспечения заданного отношения сигнал/шум на выходе приемка и даже при сравнительно больших собственных шумах последнего. На участке спутник—Земля сигнал определяется мощностью бортового передатчика и чувствительностью приемных устройств. Соотношение между этими параметрами определяется назначением системы.

Различаются три направления использования космических систем связи для целей телевизионного вещания:

- Передача сигналов на большие расстояния между отдельными пунктами, например из Москвы во Владивосток, между отдельными государствами и континентами. Принятые сигналы с помощью наземных средств доводятся до потребителей. Так как количество приемных пунктов ограничено единицами, допускается их усложнение, за счет чего упрощается оборудование ретранслятора на ИСЗ. В таких действующих системах мощность бортового

передатчика равна нескольким ваттам (2—4), а наземная приемная антенна имеет площадь нескольких сотен квадратных метров, и используется приемник с охлаждаемым усилителем высокой частоты.

- Передача сигналов в большое, но все же ограниченное, число населенных пунктов, расположенных и отдаленных и труднодоступных районах страны. В них строительство наземных линий связано с огромными затратами и практически невозможно. В таких системах приемная станция упрощается за счет усложнения бортового передатчика. Примером варианта такой системы служили ИСЗ «Молния-1» с приемными станциями «Орбита». Мощность бортового передатчика — 40 Вт, а диаметр приемной антенны — 12 м. Первый ИСЗ был запущен в 1965 г. В стране работало более 40 таких приемных станций, что позволяло обеспечить передачу программ Центрального телевидения во многие отдаленные пункты Сибири, Крайнего Севера и Дальнего Востока более чем для 25 млн. жителей страны. В дальнейшем система «Орбита» была модернизирована в систему «Орбита-2» и количество приемных станций было доведено до 100. В Амурской области в этот период было построено 4 станции системы «Орбита» - Благовещенске, Сковородино, Зея и Тында. Что позволило обеспечить большую часть территории области телевизионным вещанием Центрального телевидения.

- Передача сигналов для приема в огромном числе пунктов, оборудованных довольно простой аппаратурой. При увеличении мощности бортового передатчика до нескольких сотен ватт при частотной модуляции или 2—5 кВт при амплитудной модуляции, были создано приемное оборудование настолько простое, что его установка стала возможной уже в небольших городах, отдельных поселках и селах и даже для приема на отдельные приемники. Такой приемный пункт рационально сочетать с ретранслятором малой мощности или с домовой кабельной сетью. Первый спутник системы "Экран" был запущен 26 октября 1976 г. на геостационарную орбиту в точку 99° в.д. Несколько позднее в Красноярске были выпущены станции коллективного приема "Экран-КР-1" и "Экран-КР-10" с мощностью выходного телевизионного передатчика 1 и 10 Вт. Земная станция, передающая сигналы на ИСЗ "Экран", имела антенну с диаметром зеркала 12 м, она была оборудована передатчиком "Градиент" мощностью 5 кВт, работающим в диапазоне 6 ГГц. Приемные установки этой системы, разработанные специалистами НИИР, были наиболее простыми и дешевыми приемными станциями из всех, реализованных в те годы. К концу 1987 г. число установленных станций "Экран" достигло 4500 шт.

Дальнейший прогресс в развитии систем спутникового ТВ-вещания в нашей

стране связан с созданием системы "Москва", в которой технически устаревшие ЗС системы "Орбита", были заменены на малые ЗС. Для системы "Москва" на ИСЗ "Горизонт" был предусмотрен ствол повышенной мощности, работающий в диапазоне 4 ГГц на узконаправленную антенну. Энергетические соотношения в системе были выбраны таким образом, что обеспечивали применение на приемной ЗС небольшой параболической антенны с диаметром зеркала 2,5 м без автоматического наведения. Принципиальной особенностью системы "Москва" являлось строгое соблюдение норм на спектральную плотность потока мощности у поверхности Земли, установленных Регламентом радиосвязи для систем фиксированной службы. Это позволяло использовать эту систему для ТВ-вещания на всей территории СССР. Система обеспечивала прием с высоким качеством центральной ТВ-программы и программы радиовещания. Эти станции получили также широкое распространение в отечественных учреждениях, расположенных за рубежом (в Европе, на севере Африки и ряде других территорий), что дало возможность нашим гражданам за рубежом принимать отечественные программы. При создании системы "Москва" был использован ряд изобретений и оригинальных решений, позволивших усовершенствовать как построение самой системы, так и ее аппаратные комплексы. Эта система послужила прототипом для многих спутниковых систем, созданных позже в США и Западной Европе, в которых для подачи программ ТВ на ЗС малого размера и умеренной стоимости использовались ИСЗ средней мощности, работающие в диапазоне фиксированной спутниковой службы.

Дальнейшее увеличение мощности бортового передатчика позволило перейти к так называемой системе непосредственного телевизионного вещания (СНТВ), при которой обеспечивается прием непосредственно на индивидуальные приемники. Однако решение этих вопросов связано не только с техническими трудностями создания и вывода на орбиту передатчиков большой мощности, но и правовыми проблемами.

Космическая связь по своей природе предназначена для обслуживания огромных территорий. Практически невозможно создать систему, действующую подобно наземной, в пределах национальных границ государств без создания помех на территории других стран. Поэтому выделение частот для космических систем связи регламентируется международными соглашениями.

Частоты каналов, используемых для телевизионного вещания

Диа-пазон	Номер канала	Полоса частот, МГц	Частоты несущих, МГц		Диа-пазон	Номер канала	Полоса частот, МГц	Частоты не-сущих, МГц	
			изобра-жения	звука				изобра-жения	звука
I	1	48,5...56,5	49,75	56,25	IV	21	470...478	471,25	477,75
	2	58...66	59,75	65,75		22	478...486	479,25	485,75
II	3	76...84	77,25	83,75		23	486...494	487,25	493,75
	4	84...92	85,25	91,75		...	...	...	...
		92...100	93,25	99,75		33	566...574	567,25	573,75
	5								
III	6		175,25	181,75	V		574...582		
	7		188,25	194,75			582...590		
		174...182	189,25	195,75		34	590...598	575,25	581,75
	8	182...190	191,25	197,75		35	598...606	583,25	589,75
		190...198	199,25	205,75		36	606...614	591,25	597,75
	9	198...206	207,25	213,75		...	...	...	...
		206...214	215,25	221,75		79	934...942	935,25	941,75
	10	214...222	223,25	229,75		80	942...950	943,25	949,75
		222...230	231,25	237,75		81	950...958	951,25	957,75
	11								
	12								

ЛЕКЦИЯ №3. ПРИНЦИПЫ

ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Аналоговый телевизионный сигнал в соответствии с его природой повторяет распределение яркости и цветности на пути, по которому производится развертка изображения, т.е. он действительно является электрическим аналогом изображения. Поэтому системы телевидения, у которых используется для передачи, консервации или каких-либо других задач обработки аналоговый сигнал, называются системами **аналогового телевидения**. На протяжении нескольких десятилетий телевидение было

аналоговым, и только в конце 70-х годов разработчикам телевизионных систем пришлось столкнуться с ограничениями аналоговых методов, серьезно сужающими возможности дальнейшего развития телевидения.

Одной из главных причин этих ограничений следует считать слабую помехозащищенность аналогового сигнала, который подвергается в каждом из устройств телевизионного тракта воздействию шумов и других помех. Современная же вещательная ТВ система представляет собой весьма длинную цепь устройств преобразования и передачи сигналов, число звеньев которой с развитием телевидения сильно увеличивается.

В любом звене этой сложной цепи возникают неизбежные потери качества изображения. Связано это с тем, что в каждом устройстве, при любом из преобразований, которому подвергается сигнал, на него воздействуют помехи. При аналоговых методах усиления и обработки ТВ сигнала эти помехи накапливаются от звена к звену, и естественно, тем сильнее, чем больше в ТВ системе процессов обработки, переприема или перезаписей сигнала. Пока этих преобразований немного, суммарные искажения еще могут быть незаметны. Но с развитием телевидения число преобразований очень быстро возрастает. Увеличиваются расстояния между передающими и приемными пунктами, растет номенклатура и число различных видеоэффектов, разнообразящих передачу, но требующих дополнительных преобразований, усложняется технология монтажа ТВ программ. В таких системах проблема обеспечения необходимой помехоустойчивости становится главенствующей. Существенно уменьшить искажения от помех при формировании телевизионной программы, ее консервации или передаче позволяют цифровые методы.

Цифровое телевидение – область телевизионной техники в которой операции обработки, консервации и передачи телевизионного сигнала связаны с его преобразованием в цифровую форму.

Применение методов и средств цифрового телевидения – это ступень развития телевизионной техники, обеспечивающая ряд преимуществ по сравнению с аналоговым телевидением.

Эти преимущества обусловлены как самими принципами, присущими цифровому телевидению, так и наличием разнообразных алгоритмов, схемных решений и мощной технологической базы для создания соответствующих устройств.

В своём развитии цифровое телевидение прошло ряд этапов. На каждом этапе сначала выполнялись научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, создавались экспериментальные устройства и системы, а затем принимались стандарты, как правило, международные,

которые должны выполняться всеми организациями, ведущими телевизионное вещание и выпускающими видеопрограммы, и всеми фирмами-производителями аппаратуры. Принятие стандартов – важнейшая составляющая развития любой технологии. Международные стандарты принимаются в первую очередь Международной организацией по стандартизации (ISO – International Organization for Standardization), созданной в 1947 г. Для разработки стандартов в какой-либо области техники ISO создаёт рабочие группы. Пример такой группы – MPEG (Motion Picture Expert Group), занимающаяся стандартами для цифрового телевидения.

Первый этап развития цифрового телевидения – использование цифровой техники в отдельных частях телевизионной системы при сохранении обычного стандарта разложения и аналоговых каналов связи. Наиболее важным достижением было создание полностью цифрового студийного оборудования. На современных телестудиях сигналы передающих камер преобразуются в цифровую форму, и вся дальнейшая их обработка и хранение в пределах телецентра осуществляются цифровыми средствами. Это позволяет в значительной степени реализовать указанные выше преимущества цифрового телевидения. На выходе студийного оборудования телевизионный сигнал преобразуется в аналоговую форму и передаётся по обычным каналам связи. Другое направление использования цифровой техники, характерное для первого этапа развития цифрового телевидения – введение цифровых блоков в телевизионные приёмники с целью повышения качества изображения или расширения функциональных возможностей. Примерами таких блоков могут служить цифровые фильтры для разделения яркостного и цветоразностных сигналов, для уменьшения влияния шумов на изображение и для подавления эхо-сигналов, возникающих при отражении радиоволн от поверхности Земли и различных объектов.

Второй этап развития цифрового телевидения – создание гибридных аналого-цифровых телевизионных систем с параметрами, отличающимися от принятых в обычных стандартах телевидения. Можно выделить два основных направления изменений телевизионного стандарта: переход от одновременной передачи яркостного и цветоразностных сигналов к последовательной их передачи и увеличение числа строк в кадре и элементов изображения в строке. Реализация второго направления связана с необходимостью сжатия спектра телевизионных сигналов для обеспечения возможности его передачи по каналам связи с приемлемой полосой частот. Примерами гибридных телевизионных систем

могли служить японская система телевидения высокой чёткости MUSE и западноевропейские системы семейства MAC. В передающей и приёмной частях всех этих систем сигналы обрабатывались цифровыми средствами, а в канале связи сигналы передавались в аналоговой форме. Системы ТВЧ MUSE и HD-MAC имели формат изображения 16:9, число строк в кадре 1125 и 1250, частоту кадров 30 и 25 Гц, соответственно. С помощью цифрового кодирования исходная полоса частот сигналов этих систем, превышающая 20 МГц, сжималась примерно до 8 МГц. Это позволяло передавать эти сигналы с частотной модуляцией (ЧМ) по спутниковым каналам связи. В то же время, широко развитая сеть наземного телевизионного вещания, включающая УКВ-передатчики, кабельную сеть и другую технику, не позволяла передавать и принимать сигналы указанных систем телевидения.

Третьим этапом развития цифрового телевидения можно считать создание полностью цифровых телевизионных систем.

Первые предложения по полностью цифровым системам телевидения появились в 1990 г. В основе этих проектов лежали достижения в методах и техники эффективного кодирования и сжатия изображений. Работы в этой области проводились не только с целью создания цифровых телевизионных систем, но и для таких применений, как видеотелефон и видеоконференции, запись видеопрограмм на цифровые лазерные компакт-диски, компьютерная графика, мультимедиа и др.

Для сжатия неподвижных изображений широко используется стандарт JPEG (Joint Picture Expert Group). Методы сжатия движущихся изображений и сигналов звукового сопровождения описаны в стандартах MPEG-1 и MPEG-2 (MPEG – Motion Picture Expert Group). Стандарт MPEG-1, ориентированный в основном на запись кинофильмов и видеопрограмм на компьютерные лазерные диски с возможностью воспроизведения изображения и звука с помощью обычного персонального компьютера, был окончательно утверждён к декабрю 1993 г. Стандарт MPEG-2, предназначенный для систем телевизионного вещания как с обычным стандартом разложения, так и с увеличенным числом строк (ТВЧ), был утверждён в ноябре 1994 г.

Главными особенностями нового поколения телевизионных систем являются:

1. Существенное сужение полосы частот цифрового телевизионного сигнала, достигаемое с помощью эффективного кодирования, то есть сокращения избыточности изображений, и позволяющее передавать 10 и более программ телевидения обычной чёткости или 2-3 программы ТВЧ по стандартному телевизионному каналу с шириной полосы частот 6...8 МГц.

2. Единый подход к кодированию и передачи телевизионных сигналов с различной чёткостью изображения: видеотелефон и другие системы с уменьшенной чёткостью, телевидение обычной чёткости, ТВЧ.

3. Интеграция с другими видами информации при передаче по цифровым сетям связи.

4. Обеспечение защиты передаваемых телевизионных программ и другой информации от несанкционированного доступа, что даёт возможность создавать системы платного ТВ-вещания.

Структурная схема цифровой телевизионной системы показана на рисунке 1. Кратко рассмотрим назначение основных частей системы. Подлежащий преобразованию аналоговый сигнал поступает на вход цифровой ТВ системы .



Рисунок 1- Структурная схема цифровой телевизионной системы.

Этот сигнал подвергается предварительной обработке для упрощения последующих цифровых преобразующих устройств. Например, полный цветовой сигнал разделяется в устройстве предварительной обработки на сигнал яркости и цветоразностные сигналы с тем, чтобы цифровые преобразования производились с каждым из трех сигналов отдельно. Можно ввести в аналоговый сигнал определенные предискажения для улучшения субъективного качества выходного изображения и т.п. Сигналы звукового сопровождения также преобразуется в цифровую форму. Несмотря на то что многие из этих предварительных операций по обработке могут быть сделаны и в цифровой форме, на определенном этапе развития технически проще их

выполнять в аналоговой форме. Далее, аналоговый сигнал поступает на кодирующее устройство, в котором он преобразуется в цифровую форму. Это преобразование включает следующие три операции:

1. Дискретизация во времени, т.е. замену непрерывного аналогового сигнала последовательностью его значений в дискретные моменты времени – отсчётов или выборок.

2. Квантование по уровню, заключающееся в округлении значения каждого отсчёта до ближайшего уровня квантования.

3. Кодирование (оцифровку), в результате которого значение отсчёта представляется в виде числа, соответствующего номеру полученного уровня квантования.

В полученном таким образом сигнале содержится значительная избыточность, которая может быть в определенной степени сокращена дополнительным, более эффективным кодированием - методами компрессии. Затем цифровой сигнал подвергается так называемой прямой коррекции ошибок, выполняемой в устройстве канального кодирования, и наконец поступает на выходной преобразователь (например, на модулятор передающего устройства). В приемном устройстве осуществляются обратные операции.

Приведенная на Рисунок 1 схема является обобщенной. В зависимости от задач, стоящих перед цифровой системой, она может видоизменяться. Например, система вообще не будет содержать аналоговых звеньев, если использовать преобразователи свет-сигнал и сигнал-свет, генерирующие и преобразующие сигнал в цифровом виде. В другом случае могут отсутствовать устройства, повышающие помехоустойчивость сигнала в каналах связи. Это допустимо при отсутствии протяженных линий связи и в частности, при цифровой обработке сигнала внутри одного телецентра. В том же случае не обязательны и устройства, устраняющие в ТВ сигнале избыточность и сокращающие цифровой поток.

Переход к цифровому представлению видеосигналов и сигналов звукового сопровождения и появления методов многократного сжатия данных, рост производительности процессоров и объемов ЗУ при одновременном снижении их стоимости, стремительное развитие Интернет и других технологий создали предпосылки для создания цифровых вещательных систем телевидения.

Уже в 1990 году появились первые предложения полностью цифровых систем телевидения. С каждым годом возрастало количество таких проектов, и улучшались их характеристики. В мае 1993 года 4 группы компаний, представлявших близкие по существу проекты, объединились и в

дальнейшем представляли единый проект, который и стал основой стандарта полностью цифровой телевизионной системы в США. Основой этого проекта стал тогда ещё не утверждённый стандарт MPEG-2.

Цифровое телевидение высокой чёткости стало возможным благодаря появлению в первой половине 1990-х годов первых цифровых стандартов, учитывавших возможность цифрового вещания, как в стандартном разрешении, так и в формате высокой чёткости. В августе 1993 года был окончательно сформирован первый стандарт сжатия цифрового видео - MPEG-1 (в дальнейшем от него отказались из-за многочисленных недостатков в пользу MPEG-2 и MPEG-4). Первой публичной HD-трансляцией в цифровом формате считается телетрансляция, состоявшаяся 23 июля 1996 года со станции телекомпании WRAL-TV в городе Роли (Северная Каролина).

В Европе в 1993 году, когда стало ясно, что за цифровыми телевизионными системами будущее, был принят проект DVB (Digital Video Broadcasting — цифровое видео вещание), также основанный на MPEG-2. В 1997 г. через искусственные спутники Земли (ИЗС) на европейские страны передавалось 170 каналов цифрового ТВ, а к концу 1998 г. число таких каналов превысило 1000. Одновременно распространялось цифровое телевизионное вещание по кабельным линиям, цифровая видеозапись, цифровые видеодиски.

В настоящее время системы цифрового телевидения быстро развиваются во многих странах. При этом в первую очередь решается задача значительного увеличения количества передаваемых программ телевидения обычного разрешения, так как это даёт быстрый коммерческий эффект.

Стандарты цифровых телевизионных систем.

В настоящее время существуют следующие основные стандарты:

- DVB - европейский стандарт цифрового телевидения.
- ATSC - американский стандарт цифрового телевидения.
- ISDB - японский стандарт цифрового телевидения.
- DTMB - китайский стандарт цифрового телевидения.

Способы передачи

Эфирное наземное телевидение - DVB-T и DVB-T2

Мобильное телевидение – DVB - H

Спутниковое телевидение - DVB-S и DVB-S2

Кабельное телевидение - DVB-C

Распространение

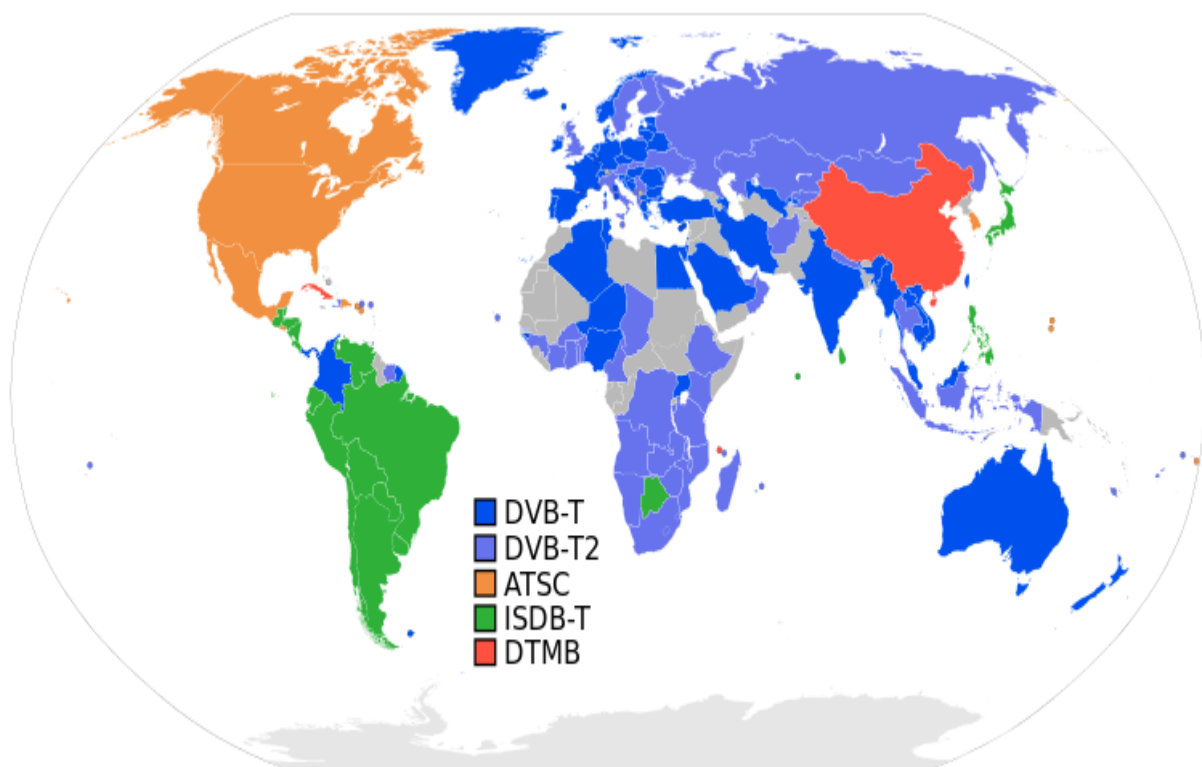


Рисунок 2 - Карта распространения стандартов цифрового телевидения в мире.

Преимущества и недостатки цифрового телевидения

Преимущества по сравнению с аналоговым телевидением:

- Повышение помехоустойчивости трактов передачи и записи телевизионных сигналов.
- Уменьшение мощности передатчиков.
- Существенное увеличение числа ТВ-программ, передаваемых в том же частотном диапазоне.
- Повышение качества изображения и звука в ТВ-приёмниках.
- Создание ТВ-систем с новыми стандартами разложения изображения (телевидение высокой чёткости).
- Создание интерактивных ТВ-систем, при использовании которыми зритель получает возможность воздействовать на передаваемую программу (например, видео по запросу).
- Функция «В начало передачи».
- Архив ТВ-передач и запись ТВ-передач.
- Передача в ТВ-сигнале различной дополнительной информации.
- Выбор языка (более обычных двух) и субтитров.
- Расширение функциональных возможностей студийной аппаратуры.
- Возможность добавления в мультиплексы радио

Недостатки:

- Замирания и рассыпания картинки на «квадратики» при недостаточном уровне принимаемого сигнала, данные либо принимаются качественно на 100% или восстанавливаются, либо принимаются плохо с невозможностью восстановления.

- Практически полное замирание сигнала в грозу.

- Передатчик даже с мощностью 10 кВт и высотой подвеса передающей антенны 350 м обеспечивает уверенный прием на расстоянии 50 км, а вследствие этого - необходимость в большем, нежели при аналоговом ТВ, количестве передающих центров.

Во многих странах в начале XXI века начался переход с аналогового телевизионного вещания к цифровому телевидению. В ряде из них он уже завершён.

ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ В РОССИИ

Коллегия Министерства связи в декабре 1999 года приняла документ «Стратегия перехода от аналогового к цифровому телевизионному вещанию в России», а в мае 2004 года было подписано распоряжение Правительства РФ о переходе до 2015 года на цифровое эфирное телевидение в стандарте DVB-T. В 2008 году в страну стали завозить телевизоры с поддержкой DVB-T. На тот момент все встроенные ресиверы поддерживали только MPEG-2. Однако в тестовой эксплуатации вещание DVB-T осуществляется в формате MPEG-4. С 2010 года «Российская телевизионная и радиовещательная сеть» (РТРС) начала в России строительство сети эфирного наземного цифрового телевидения в стандарте DVB-T, первые цифровые передатчики были запущены на Дальнем Востоке России. С 2010 года вещание производилось в стандарте DVB-T. Ситуацию изменило распоряжение Правительства РФ № 287-р от 3 марта 2012 года «План использования полос радиочастот в рамках развития перспективных радиотехнологий в Российской Федерации», внесшее изменение о переносе планируемого срока начала предоставления услуг в стандарте DVB-T2 с 2015 на 2012 год.

Российская сеть цифрового эфирного вещания будет состоять из 20 бесплатных каналов. 24 октября 2016 года министр связи и массовых коммуникаций России Николай Никифоров заявил, что аналоговое телевидение будет отключено в стране в 2018 году.

В начале августа 2016 года началось тестовое вещание в формате Ultra HD, DVB-T2 (кодировка H.265) с Останкинской телебашни (Москва) на 58 телевизионном канале.

ЛЕКЦИЯ №4. СТРУКТУРА СЕТИ ЦИФРОВОГО ЭФИРНОГО ТЕЛЕВЕЩАНИЯ В РФ, СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ ВЕЩАНИЯ.

Организация спутниковой доставки федеральной версии мультиплекса

Основной целью развития эфирного телерадиовещания является обеспечение населения РФ возможностью приема большого числа телеканалов свободного доступа. Эфирное вещание в аналоговом формате долгое время было основным способом трансляции телевизионного сигнала. Несмотря на развитие сегмента услуг спутникового и кабельного вещания, а также технологий передачи потокового видео и широкополосной передачи данных, эфирное телевизионное вещание в России занимает свое исключительное место в медиа сфере. Эфирное вещание является инструментом, позволяющим государству реализовать функции по обеспечению конституционного права граждан на получение информации. В связи с развитием новых технологий телевизионного вещания в настоящее время осуществляется перевод сетей эфирного вещания в цифровой формат DVB-T2. При переходе на цифровое наземное эфирное вещание обеспечивается высокая эффективность использования радиочастотного спектра. В частности, в одном радиочастотном канале шириной 8 МГц обеспечивается трансляция до 10 телевизионных каналов стандартной четкости (720x576 элементов с чересстрочной разверткой 50 Гц) или 3–4 канала высокой четкости (1920x1080 элементов с чересстрочной разверткой 50 Гц).

В силу географических особенностей в РФ существует 11 часовых поясов. Поэтому, чтобы население получало информацию в удобное время, многие вещатели формируют несколько временных дублей телеканалов, предназначенных для трансляции в разных часовых поясах. Применительно к спутниковой доставке телевизионного сигнала с учетом разницы во времени с московскими студиями и орбитальными позициями на геостационарной орбите, закрепленными за РФ, территория России разделена на 5 условных участков, так называемых "временных" зон вещания, для которых осуществляется формирование временных дублей. "Временные" зоны вещания обозначаются буквами: "А", "Б", "В", "Г" и "М" и приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – 11 часовых поясов России

При этом количество часовых поясов не соответствует количеству временных дублей, формируемых вещателями. Кроме того, "временные" зоны вещания включают в себя до двух и более часовых поясов. В результате вещатели 1 мультиплекса формируют для зон вещания временные дубли с различным сдвигом относительно московского времени.



Рисунок 2– 5 зон вещания России

Ниже приведена таблица временных сдвигов вещания в различных зонах по отношению к московскому времени (рисунок 3).

Часовой пояс	Зона вещания	Каналы
- 1 ч	М	
Московское время	М	
+ 1 ч	М	
+ 2 ч	Г	
+ 3 ч	Г	
+ 4 ч	В	
+ 5 ч	В	
+ 6 ч	Б	
+ 7 ч	Б	
+ 8 ч	А	
+ 9 ч	А	

Рисунок 3 –Таблица «временных» дублей телеканалов.

Система наземного эфирного цифрового телевизионного вещания включает 3 основные стадии передачи телевизионного сигнала от студии к зрителям:

- формирование единого сигнала мультиплекса из сигналов от нескольких вещателей;
- доставка сигнала мультиплекса до объектов наземного вещания;
- трансляция сигнала мультиплекса для непосредственного приема телезрителями.

С учетом социальной значимости телеканалов 1 мультиплекса необходимо обеспечить бесперебойную круглосуточную трансляцию входящих в него телеканалов. Чтобы выполнить это требование, было построено два равнозначных центра формирования федеральных мультиплексов, обеспечивающих взаимное резервирование, – основной на технических площадях Российской телевизионной и радиовещательной сети (РТРС), другой, резервный, в Государственном предприятии "Космическая связь" (ГП КС).

Центры формирования федеральных мультиплексов (ЦФФМ) оснащены однотипным оборудованием компрессии ТВ- и звуковых сигналов, мультиплексирования, формирования пакетов T2-MI, а также скремблирования.

На вход ЦФФМ ТВ-сигналы от студий федеральных телерадиокомпаний поступают по волоконнооптическим линиям связи (ВОЛС) в формате SDI с вложенными сигналами звукового сопровождения, телетекста, скрытых субтитров и метками управления (SCTE-104) для врезки региональной и локальной рекламы. По отдельным каналам поступают данные для формирования электронной программы телепередач (EPG). Кодировующее

оборудование ЦФФМ обеспечивает компрессию ТВ-сигналов в соответствии со стандартом MPEG-4/AVC, звуковых - MPEG-1 Layer II.

Мультиплексоры ЦФФМ обеспечивают формирование из компрессированных ТВ- и звуковых сигналов транспортных потоков (ТП), включение в ТП сигналов EPG и распределение информации для последующей организации PLP с заданными информационными скоростями. PLP – канал физического уровня, формируемый в рамках мультиплекса. С выходов мультиплексоров ТП поступают на входы DVB-T2-шлюзов, в которых происходит формирование соответствующих PLP- и T2-MI-потоков. T2-MI представляет собой поток данных, содержащий команды управления модуляторами передатчиков DVB-T2 для работы в синхронном режиме и соответствующие потоки PLP. Каждый ЦФФМ формирует 5 потоков T2-MI с временными сдвигами относительно московского времени +0, +2, +4, +7 и +9 часов. Полная информационная скорость каждого из потоков T2-MI первого мультиплекса на выходах шлюзов составляет 33,4 Мбит/с. Для ограничения доступа к программам первого мультиплекса при их распространении по спутниковым каналам связи используется отечественная система условного доступа (СУД). Скремблеры СУД являются в своем роде уникальными устройствами, не имеющими аналогов в мире. Они обеспечивают посервисное скремблирование программных потоков в потоке T2-MI и устанавливаются непосредственно после шлюзов DVB-T2.

Помимо формирования сигнала 1 мультиплекса для 5 вещательных зон ЦФФМ выполняют задачи непрерывного мониторинга входных ТВ- и звуковых сигналов и выходных ТП. Причем контролируются ТП, сформированные как в основном ЦФФМ, так и в резервном. Это позволяет минимизировать время ввода в работу резервного ЦФФМ при возникновении аварийной ситуации на основном. С выходов ЦФФМ ТП 1 мультиплекса по двум независимым, географически разнесенным ВОЛС передаются в центры космической связи (ЦКС) ГП КС, откуда осуществляется их трансляция в направлении назначенных космических аппаратов (КА). Для трансляции через космические аппараты серии "Ямал" сигнал формируется в основном ЦФФМ.

Для обеспечения бесперебойной доставки сигнала ТП 1 мультиплекса в ГП КС разработана и действует схема межобъектового резервирования, которая работает на уровне ЦКС. В соответствии с этой схемой каждый ЦКС, помимо трансляции основных, предназначенных конкретно для него ТП 1 мультиплекса, обеспечивает резервирование смежного ЦКС и в случае необходимости готов принять его нагрузку. Учитывая значительные территории, на которые осуществляется распространение эфирного телевизионного сигнала, использование наземных каналов связи для доставки

сигнала до всех 5017 объектов вещания РТРС представляется весьма затруднительным, т.к. строительство наземных каналов связи такой протяженности – это трудоемкая и дорогостоящая задача, а их надежность значительно уступает спутниковым каналам связи, которые являются наиболее оптимальным средством, обеспечивающим доставку единого сигнала мультиплекса до объектов вещания.

Сегодня именно спутниковые линии связи являются основным средством доставки сигнала мультиплекса до объектов эфирного вещания. Существующая схема распространения федеральных версий 1 и 2 мультиплексов приведена на рисунке 4.

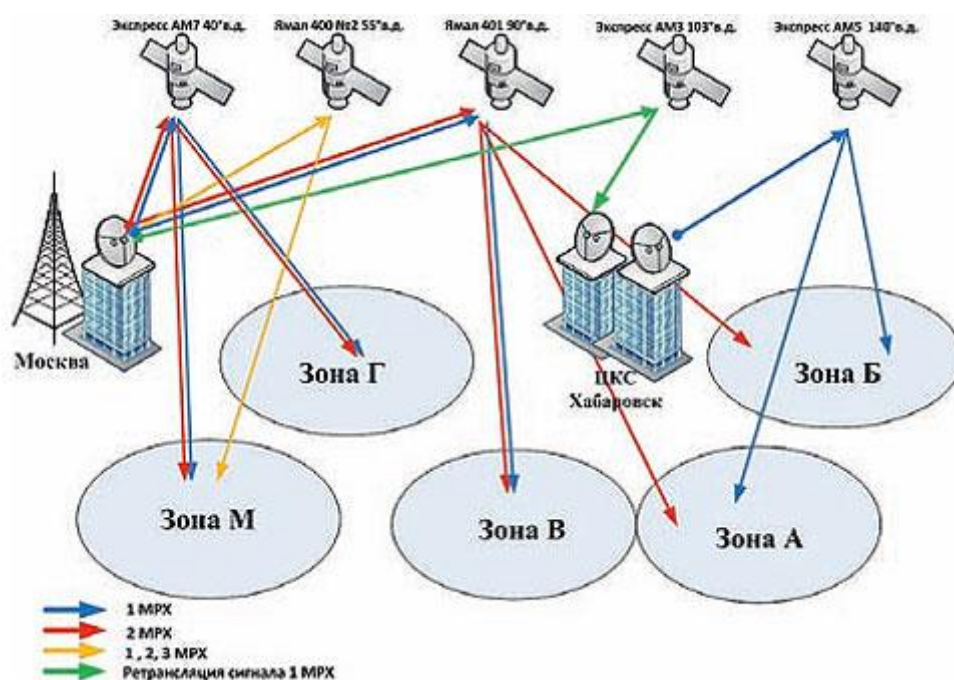


Рисунок 4 – Схема распространения сигналов 1 и 2 мультиплексов

В настоящее время доставка цифровых пакетов на всю территорию России осуществляется с использованием космических аппаратов серии "Экспресс" и "Ямал".

Доставка сигнала 1 и 2 мультиплексов до объектов вещания в зонах "М" и "Г" обеспечивается с помощью космического аппарата (КА) "Экспресс-АМ7" (точка стояния 40 град. в.д.), до зоны "В" сигнал 1 мультиплекса доставляется с помощью КА "Ямал-401" (точка стояния 90 град. в.д.). С помощью того же аппарата сигнал 2 мультиплекса доставляется до зон "В", "Б" и "А".

Доставка сигнала 1 мультиплекса в зоны вещания "Б" и "А" обеспечивается с помощью КА "Экспресс-АМ5", (точка стояния 140 град. в.д.). При этом в центре космической связи ГП КС "Хабаровск" осуществляется переприем сигнала с космического аппарата "Экспресс-АМ33" с последующим подъемом этого сигнала на КА "Экспресс-АМ5".

В 2014 г. вещателями 2 мультиплекса было принято решение о трансляции сигналов телеканалов, входящих во 2 мультиплекс, только в городах с численностью населения более 50 тыс. человек, однако подобная ситуация является временной. Вещание в населенных пунктах с численностью менее 50 тыс. человек будет начато в 2018 г., и для доставки ТВ-сигнала будет использоваться такая же схема, как и схема, реализованная для 1 мультиплекса.

Доставка сигнала через космические аппараты осуществляется в С-диапазоне (3,6–4,2 ГГц). Единственным исключением является КА "Ямал-402" (точка стояния 55 град. в.д.), на котором используется Ku-диапазон (10,7–12,5 ГГц). Указанный аппарат задействован для доставки регионального контента в Краснодарский край и на территорию Крымского федерального округа.

Организация спутниковой доставки региональной версии мультиплекса

Помимо трансляции федеральных версий мультиплекса планируется осуществлять регионализацию отдельных каналов 1 мультиплекса. Вставка регионального контента будет осуществляться преимущественно в сигнал телеканалов "Россия-1" и "Россия-24". В отдельных регионах вставка регионального контента будет осуществляться и в другие телеканалы. При этом для трансляции регионального контента необходимо сформировать так называемую региональную версию мультиплекса, т.е., сигнал, состоящий из 10 телеканалов, содержащих региональные вставки.

Доставку региональных версий мультиплекса можно организовать двумя способами.

В первом варианте сигнал федеральной версии мультиплекса обрабатывается в региональном центре мультиплексирования, где в федеральные версии телеканалов добавляется региональный контент. Региональная версия мультиплекса передается из регионального центра формирования до объектов вещания через спутниковые линии связи. Тем самым спутниковый сегмент используется дважды: для передачи федеральной версии и каждой из 83 региональных версий мультиплекса, без учета Крыма, так называемый метод "двойного переподъема". Существенным недостатком данной схемы является использование больших объемов спутниковой емкости. Для формирования региональных версий для 83 регионов РФ через космические аппараты фактически нужно передать сигнал 83 мультиплексов. Соответственно, возрастут затраты вещателей, не использующих региональные вставки.

Вторым вариантом является применение системы **распределенной модификации телеканалов** (Рисунок 4). При таком подходе формирование региональной версии мультиплекса осуществляется на объектах вещания.

Помимо федеральной версии через спутниковые линии осуществляется передача не всего мультиплекса, а только тех телеканалов, в сигнал которых осуществляется региональная вставка. За счет этого достигается существенная экономия спутниковой емкости.

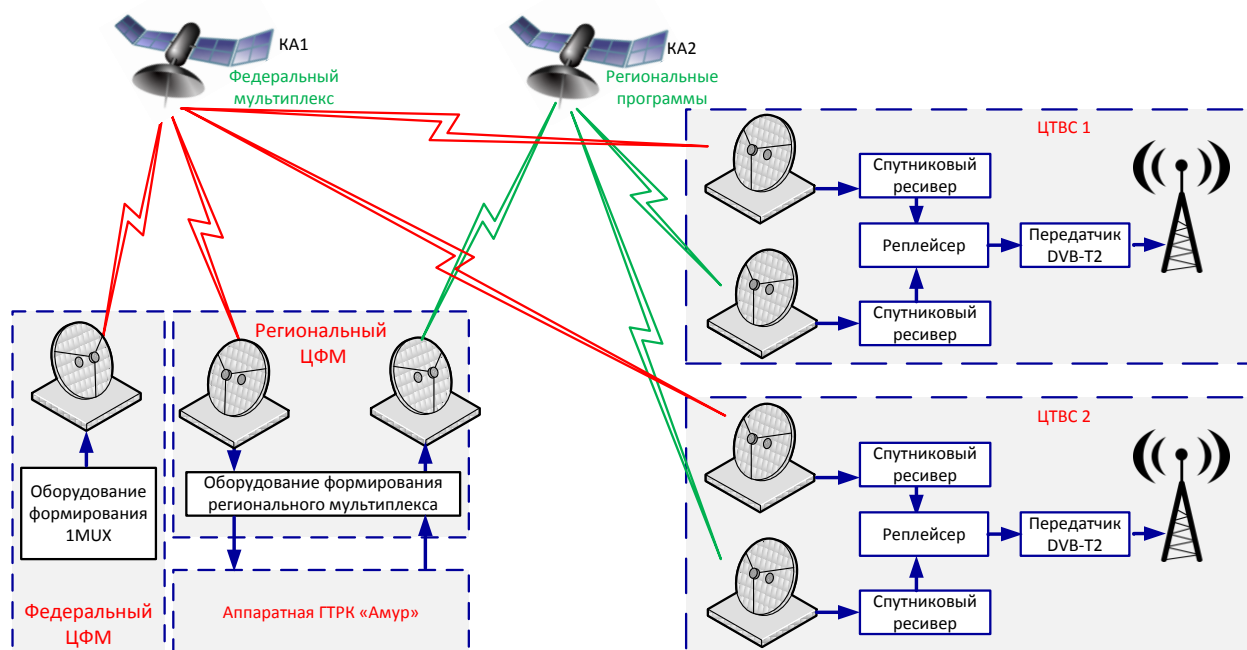


Рисунок 5 - Схема доставки и формирования транспортного потока 1 мультиплекса в Амурской области.

Тем не менее, и для данного варианта доставки сигнала регионального контента до объектов вещания требуется дополнительная спутниковая емкость сверх той, что используется для доставки федеральных версий мультиплексов. Для этого планируется задействовать КА "Экспресс-АМ7" (точка стояния 40 град. в.д.), построенный в рамках ФЦП, а также планируемые к запуску в 2017–2019 гг. КА "Экспресс-АМУ3", "Экспресс-АМУ7" и другие аппараты ГП КС.

Вопросы резервирования

Вместе с тем для спутниковой доставки сигнала характерны некоторые особенности. Имеют место отдельные неполадки, возникающие в ходе эксплуатации космических аппаратов. В связи с отсутствием наземных линий связи до большинства объектов РТРС, учитывая исключительную важность телевизионного вещания, необходимо обеспечить устойчивое и бесперебойное вещание путем резервирования доставки телевизионного сигнала по спутниковым линиям связи.

При рассмотрении вопросов резервирования следует разделять понятия оперативного резервирования и аварийного резервирования. Оперативное

резервирование должно обеспечивать мгновенное переключение на резервный канал доставки в автоматическом режиме.

Схема оперативного резервирования представляется весьма затратной с точки зрения капитальных вложений на ее создание, а также потребует задействования значительного объема орбитально-частотного ресурса для обеспечения "горячего" резерва. В настоящее время прорабатываются несколько вариантов схем аварийного и оперативного резервирования.

Система контроля и управления сетью ТВ вещания

С целью обеспечения устойчивой работы сети ТВ вещания необходим постоянный контроль за работой и управлением приемопередающего и другого оборудования размещенного на цифровых станциях, как правило, работающих в необслуживаемом режиме. С этой целью в РТРС создана сеть мониторинга и управления.

Особенности сети мониторинга:

- позволяет в любой момент иметь информацию о текущем состоянии оборудования;

- в случае возникновения критических событий, сообщение об этом сразу поступает на пункт наблюдения;

- сообщения о событиях сохраняются в базе данных, на протяжении всего времени эксплуатации. -непрерывно записываются наиболее важные параметры оборудования;

- система позволяет дистанционно управлять передатчиками: изменять режимы работы, включать/выключать;

- возможность подключения к системе дистанционного контроля дополнительного оборудования, пожарно-охранной сигнализации, электросчетчика, датчика температуры.

Устройство.

Каждый передающий центр оснащен блоком дистанционного контроля СДК-5, к которому непосредственно подключается оборудование, установленное на передающем центре. Этот блок представляет собой промышленный компьютер программное, обеспечение которого включает приложения сбора данных от подключенных устройств, SNMP агент, WEB сервер. Через Ethernet интерфейс блок дистанционного контроля подключен к компьютерной сети TCP/IP, к которой также подключены компьютеры пользователей системы и центральный сервер. С помощью обычного WEB браузера пользователи системы могут устанавливать соединение с блоком дистанционного контроля и получать информацию о текущем состоянии устройств на передающем центре, управлять работой этих устройств. Также

доступно получение данных и управление через SNMP протокол.

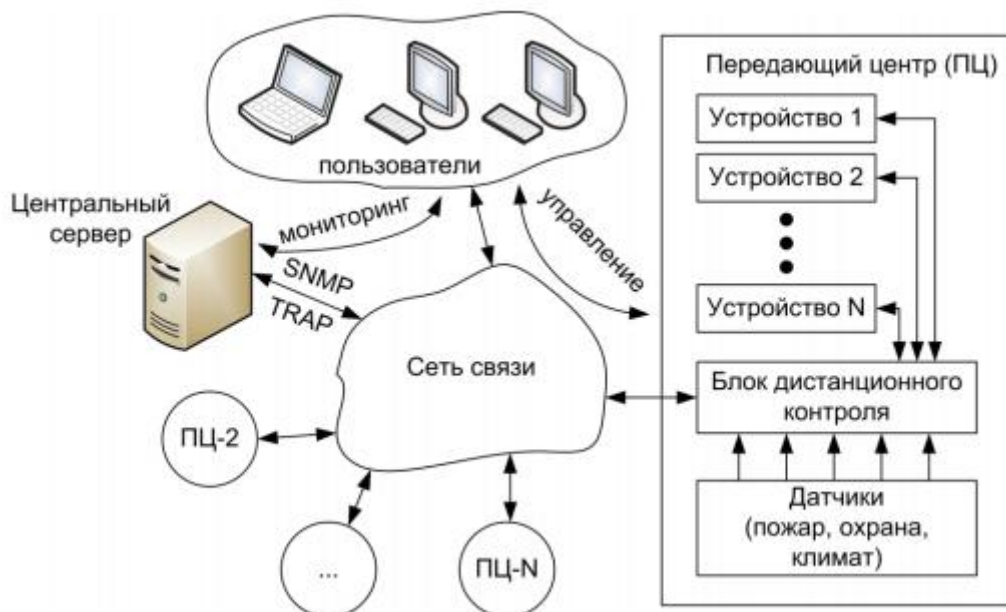


Рисунок 6 - Центральный сервер

Центральный сервер (рисунок 6) служит для непрерывного наблюдения и архивирования данных о работе оборудования. На каждом передающем центре блок дистанционного контроля непрерывно запрашивает данные от оборудования и в случае возникновения неисправности, сразу посылает сообщение на центральный сервер. Кроме того, на центральный сервер через определенный период времени передаются данные о наиболее важных параметрах оборудования. Информация, полученная центральным сервером, хранится в базе данных. Доступ к этой информации осуществляется через WEB-интерфейс.

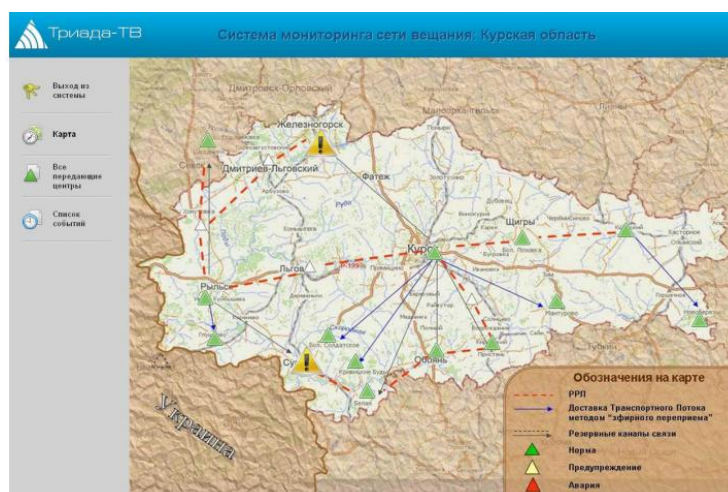


Рисунок 7- Главная страница центрального сервера

Со страницы со списком оборудования на передающем центре пользователь может перейти на страницу одного из устройств. Здесь выводятся

данные об этом устройстве, список сообщений о последних событиях, произошедших с устройством. Здесь также выводится таблица с текущими значениями наиболее важных параметров устройства. Перейдя по ссылке можно посмотреть всю историю значений конкретного параметра за весь период наблюдения за устройством. На странице устройства также есть гиперссылка на встроенный WEB сервер устройства. Загрузив страницу со встроенного WEB сервера, пользователь может получить полную информацию обо всех параметрах устройства на текущий момент времени и если имеет соответствующие права доступа, изменить настройки устройства.

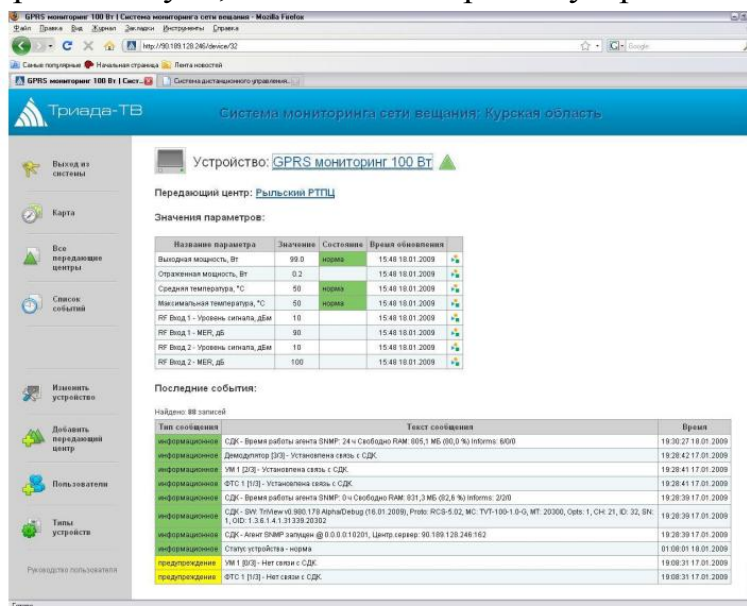


Рисунок 8 - Страница устройства

Особенности построения системы контроля и управления сети ТВ вещания.

Открытость. В системе дистанционного контроля используются только открытые стандартизированные протоколы и интерфейсы (HTTP, SNMP, Ethernet). Программное обеспечение центрального сервера поставляется вместе с исходным кодом. Для получения данных от блоков дистанционного контроля используется протокол SNMP.

Возможность масштабирования системы. Увеличение количества устройств и передающих центров не вызывает существенных трудностей. Процедура подключения нового устройства заключается в его регистрации в блоке дистанционного контроля и на центральном сервере. Количество устройств, от которых сообщения поступают на центральный сервер, ограничено вычислительной мощностью компьютера, применяемого в качестве центрального сервера, и может достигать нескольких тысяч.

Надежность. Все компоненты блока дистанционного контроля (компьютер, коммутатор, блок питания, модуль сбора данных) имеют промышленное исполнение и рассчитаны для работы в диапазоне температур от 0 до 60 °С. Встроенный компьютер оснащен Watch Dog таймером. В случае зависания любой из программ происходит автоматическая перезагрузка компьютера.

Безопасность. В блоках дистанционного контроля возможность изменения настроек оборудования и самого блока защищена паролем. Для доступа к информации на центральном сервере также необходимо ввести логин и пароль. В случае передачи данных через общедоступную сеть или Интернет может быть настроено соединение через частную виртуальную сеть (VPN).

Простота использования. Обычному пользователю системы достаточно навыков работы с WEB браузером. Конфигурирование блоков дистанционного контроля и центрального сервера происходит через WEB интерфейс интуитивно понятными средствами, обновление программного обеспечения может выполняться дистанционно.

Универсальность. Система дистанционного контроля построена с применением типовых компонентов, применяемых при построении компьютерных сетей (Ethernet коммутаторы, роутеры). Принципы организации сети обмена данными обычные для компьютерных сетей. В качестве протокола транспортного уровня используется TCP/IP. Передача данных может быть организована через сеть Ethernet, оптико-волоконную линию, спутниковый канал, GPRS.

МОДУЛЬ МОНИТОРИНГА СДК-5.3

Блок СДК-5.3 (рисунок 9) предназначен для дистанционного мониторинга параметров устройств передающей станции. Этот блок имеет встроенный журнал событий и позволяет не только отслеживать текущее состояние подключенных устройств, а также вести историю событий. Блок СДК-5.3 имеет следующие возможности: встроенный web-интерфейс; встроенный SNMP, журнал событий, 12 портов Ethernet LAN, что позволяет подключать до 12 устройств к системе мониторинга без дополнительного коммутационного оборудования; 20 входов «сухих» контактов для определения замкнута / разомкнута линия; 4 выхода опто-реле – коммутирование маломощных линий, 1 выход реле – коммутирование линии с током до 5А; Порт I2C – для подключения цифровых датчиков.

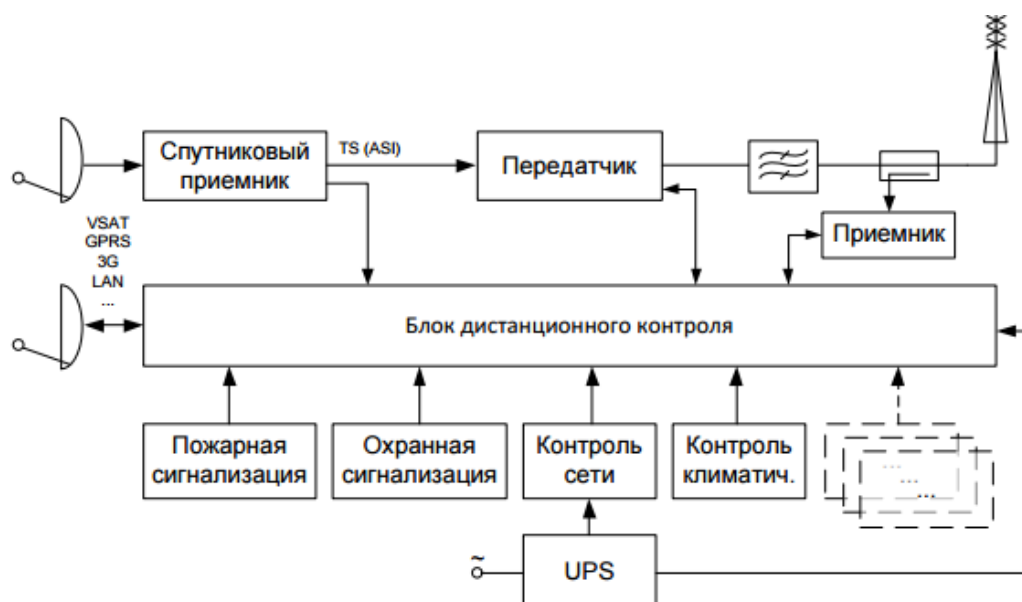


Рисунок 8- Блок- схема модуля мониторинга

Общий вид блока мониторинга в сборке представлен на рисунке 9.



Рисунок 9- Общий вид модуля мониторинга

Использование цифровых технологий современного уровня позволяет значительно уменьшить габариты, расширить возможности передающей и принимающей аппаратуры, улучшить качество вещания.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Особенности распространения электромагнитных волн (радиоволн) в атмосфере.
2. Цветное телевидение. Особенности и проблемы.
3. Цифровые стандарты спутникового телевизионного вещания.
4. Системы кабельного телевидения.
5. Стереотелевидение.
6. Волоконные линии связи: физика работы, структура, материалы.
7. 23. Современная цифровая и аналоговая электроника.
8. 24. Информационные ресурсы. Интернет.
9. ЭВМ как основа глобальной информационной сети.
10. Оптические линии связи, оптические методы хранения информации.
11. Модуляция цифровых сигналов.
12. Цифровое телевидение. Схема цифрового телевидения.
13. Центры формирования федеральных и региональных мультиплексов. Транспортные сети.
14. Оборудование наземных радиотелевизионных передающих станций региональных сетей цифрового ТВ вещания.
15. Система управления и контроля сети цифрового телевизионного вещания и приемопередающего оборудования.
16. Структура сотовой связи GSM.
17. Функциональные блоки сети GSM. Подсистемы коммуникации и базовых станций.
18. Познание как процесс отражения действительности.
19. Ценности и идеалы в науке.
20. Этические проблемы в науке (на примере естественных наук).
21. Физика – основная наука в системе естествознания.
22. Место физики в системе современной картины Мира.
23. Роль физических моделей в инженерных, естественнонаучных и гуманитарных исследованиях.
24. Проблемы и перспективы лазерного термоядерного синтеза.
25. Современные исследования в области физики плазмы и токамаков.
26. Высокотемпературные сверхпроводящие материалы, возможные области применения.
27. Методы создания современных метаматериалов.
28. Современные методы исследования и диагностики в медицине.
29. Применение лазерных источников в биофизике.
30. Нанотехнологии и геновая инженерия.
31. Томография. 3D - томография.

32. Ядерная физика на службе здоровья.
33. Развитие систем полногеномного секвенирования и генотипирования..
34. Биотехнологии: от гена до биокристалла.
35. Ядерная медицина.
36. Использование синхротронного излучения, нейтронов и протонов в современных исследованиях.
37. Нанокapsулирование – новый метод целевой доставки лекарственных препаратов.
38. Перспективные подходы в создании новых информационных материалов.
39. Способы кодирования, защиты и передачи информации.
40. Пакеты прикладных программ, ориентированные на решение физических задач.
41. Основные направления экспериментальной физики. Важнейшие открытия XX века.
42. Методы исследования микромира. Типы, основные характеристики современных и планируемых ускорителей.

ТРЕБОВАНИЯ К РЕФЕРАТУ

1. Тема реферата может быть выбрана студентом из предложенного преподавателем списка, либо может быть предложена самим студентом. Тема реферата утверждается руководителем.
2. Реферат выполняется под руководством преподавателя. План реферата обязательно обсуждается с руководителем и утверждается им.
3. Реферат должен быть оформлен согласно стандарту АмГУ. Обязательным является наличие реферата, в котором определяются цель и задачи выполненной работы.
4. Содержание реферата включает основные разделы: содержание, введение, основная часть (каждая глава основной части может иметь собственное название), заключение, библиографический список.
5. Во введении определяется круг вопросов по исследуемой проблеме, которые найдет отражение в реферате. Основная часть может состоять из нескольких глав или разделов. В заключении делается вывод по выполненному исследованию. Каждый подпункт излагается на 1 и более страницах, дробление материала на более мелкие части является нецелесообразным.
6. Объем реферат должен составлять 15-25 страниц.

7. Библиографический список должен включать не менее 5 источников, изданных не ранее 10 лет со дня текущей даты. Ссылки на официальные сайты оформляются согласно требованиям стандарта. **Помните, что учебники не должны использоваться для написания реферата!**
8. Для написания реферата обязательно использовать публикации на выбранную тему в периодических отечественных и зарубежных изданиях:
 - а) периодические издания**
 1. Успехи физических наук.
 2. Оптика и спектроскопия.
 3. Оптический журнал.
 4. Доклады Академии наук.
 5. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
 6. Известия РАН. Серия физическая. Известия вузов. Физика.
 7. Материаловедение.
 8. Упрочняющие технологии и покрытия.
 9. Физика и химия обработки материалов.
 - б) зарубежные периодические издания**
 1. Ferroelektrics.
 2. Physica.
 3. Physical Review Letters.
 4. Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modeling.
 5. Applied Mathematics.
 6. Physics Review.
9. Студент, не защитивший реферат, не допускается к сдаче зачета.
10. Защита реферата проводится на зачетной неделе.

Критерий оценки

«Отлично» - полностью раскрыта тема реферата, анализ достаточного количества библиографических источников (не менее десяти), обозначена актуальность темы; оформление реферата соответствует требованиям стандартов.

«Хорошо» - полностью раскрыта тема реферата, анализ достаточного количества библиографических источников (не менее десяти), не обозначена актуальность темы; есть незначительные нарушения оформления реферата.

«Удовлетворительно» - не полностью раскрыта тема реферата, не достаточное количество библиографических источников, не обозначена актуальность темы; есть незначительные нарушения оформления реферата.

«Неудовлетворительно» - реферат отсутствует или не раскрыта тема, нет анализа библиографических источников, нарушены требования по оформлению реферата

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Модуляция аналоговых сигналов. Амплитудная и частотная модуляция.
2. Теле- и радиосигналы, диапазон, особенности передачи и приема сигналов различных диапазонов.
3. Понятие о цвете, система RGB аналоговых сигналов. Способы получения цветного телевизионного изображения.
4. Особенности восприятия цвета в телевидении. Условия правильной цветопередачи в телевидении.
5. Системы цветного аналогового телевидения (SECAM, PAL, NTSC).
6. Телевизионные преобразователи сигнал – свет (кинескопы, ЖК панели, плазменные панели, проекционные и др.).
7. Орбиты спутников ТВ вещания. Диапазоны радиочастот используемые для передачи телевизионного сигнала.
8. Искажения телевизионного изображения.
9. Передача дополнительной информации в телевидении.
10. Как оценить качество цветного изображения по испытательной таблице.
11. Радиоприемные устройства: основные сведения. Приемник прямого усиления. Супергетеродинный приемник.
12. Принципы функционирования спутниковых сетей телевизионного вещания.
13. Радиоприемные и радиопередающие устройства: основные сведения.
14. Телевизионные системы. Организация подачи и приема телесигналов.
15. Системы черно-белого телевидения. Особенности и принципы цветного телевидения.
16. Преобразование сигналов изображения в цифровую форму.
17. Каналы передачи телевизионных сигналов.
18. Релейные и спутниковые системы подачи сигналов.
19. Профессиональные системы подвижной связи: система персонального радиовызова, система спутниковой связи.
20. Особенности научного мышления. Научный подход к получению новых знаний.
21. Основные цели и функции науки.
22. Особенности научного метода познания.
23. Уровни познания и их роль в создании новой научной теории.
24. Структура научной теории. Взаимодействие различных научных теорий.

25. Методы научного познания. Классификация и суть методов.
26. Универсальные методы научного познания.
27. Философские методы научного познания. Этические проблемы науки.
28. Взаимодействие теории и опыта. Роль эксперимента в создании научной теории.
29. Теоретическое исследование. Проблемы доказательности научных гипотез.
30. Виды и суть экспериментальных исследований.
31. Методическое и техническое обеспечение экспериментальных исследований.
32. Измерение. Измерительные приборы. Учет погрешностей при представлении результатов эксперимента.
33. Правила представления результатов эксперимента. Виды научных отчетов.
34. Понятие о стандартах. Правила оформления отчетов.
35. Этика публичных выступлений и научных диспутов.
36. Место физики в системе современных знаний.
37. Физические модели. Использование физических моделей в других областях знаний.
38. Современные методы диагностики в медицине.
39. Понятие о стандартах. Правила оформления отчетов.
40. Этика публичных выступлений и научных диспутов.

ЛИТЕРАТУРА

а) основная литература

1. Кожевников, Н.М. Концепции современного естествознания [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 384 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71787 — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература

1.СТО СМК 4.2.3.05-2011 Стандарт организации. Оформление выпускных квалификационных и курсовых работ (проектов) [Электронный ресурс] / АмГУ ; разработ. Л. А. Проказина, С. Г. Самохвалова. - Введ. с 01.04.2011. - Благовещенск : [б. и.], 2011. - 95 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/4974.pdf

2.Васильева Н.Вл. Основы библиографии. Архивно-библиографическая практика [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов музыкальных вузов / Н.Вл. Васильева. — Электрон. текстовые данные. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная консерватория (академия) им. М.И. Глинки, 2015. — 48 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49909.html>

3. Зиновьева, Нонна Борисовна. Основы современной библиографии [Текст] : учеб. пособие / Н. Б. Зиновьева. - М. : Либерей-Бибинформ, 2007. - 96 с. - (Библиотекарь и время. XXI век ; вып. 69). - Библиогр.: с. 92 . - ISBN 5-85129-175-3

4. Богомолов С.И. Введение в специальность "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Богомолов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. — 162 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13925.html>

5. Мелихов С.В. Аналоговое и цифровое радиовещание [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Мелихов. — 3-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. — 233 с. — 5-86889-108-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72055.html>

6. Винокуров В.М. Сети связи и системы коммутации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Винокуров. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и

радиоэлектроники, 2012. — 304 с. — 5-86889-215-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13972.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

	Наименование ресурса	Описание
	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования.
	http://e.lanbook.com	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека журналов

	Перечень программного обеспечения (обеспеченного лицензией)	Реквизиты подтверждающих документов (при наличии), тип и количество
	Операционная система MS Windows 7 Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года

г) профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

	Наименование ресурса	Описание
	https://uisrussia.msu.ru/	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ).

	https://www.runnet.ru	RUNNet (Russian UNiversity Network) - крупнейшая в России научно-образовательная телекоммуникационная сеть, обладающая протяженной высокоскоростной магистральной инфраструктурой и международными каналами, обеспечивающими интеграцию с зарубежными научно-образовательными сетями (National Research and Education Networks, NREN) и с Интернет.
	https://minobrnauki.gov.ru/	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Копылова Ирина Борисовна,

доцент кафедры физики АмГУ, канд. физ.-мат. наук

Кудрявцев Юрий Георгиевич,

главный инженер Амурского областного радиотелепередающего центра

Введение в профессию. Учебно-методическое пособие