

Министерство образования и науки Украины
Государственный Университет Телекоммуникаций
Кафедра радиотехнологий

Практическая работа 8

по дисциплине: “Основы телевидения”

на тему: “Особенности построения телевизионных систем”

Доцент Пархоменко В.Л.

Киев-2014

Вихідні дані практичної роботи

2. Контрольные вопросы

2.1. Поясните основные принципы передачи телевизионных сигналов по радиоканалу.

Для передачи телевизионных сигналов по радиоканалам в принципе можно использовать как АМ, так и ЧМ. В случае ЧМ для обеспечения высокой помехоустойчивости передачи необходимо, чтобы индекс модуляции равным 3...5. При этом полоса частот $\Delta f_{\text{ЧМ}}$ занимаемая частотно-модулированным сигналом, будет определяться:

$$\Delta f_{\text{ЧМ}} \cong 2f_B + 2\Delta f_a,$$

где $\Delta f_{\text{ЧМ}} = m_{\text{ЧМ}}$, f_B - девиация частоты

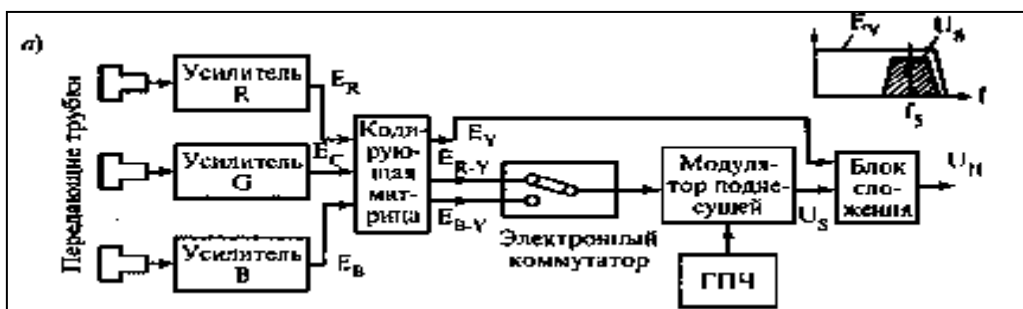
2.2. Каким способом в телевизионной системе передается сигнал звукового сопровождения?

Звуковой спектр разделяют на два спектра: низкочастотный и высокочастотный. Напряжением низкочастотного спектра звукового сигнала модулируется первый из передаваемых импульсов звука. Напряжением нулевых биений высокочастотного спектра звукового сигнала с синусоидальным напряжением частоты строчной развертки модулируется второй передаваемый импульс звука.

2.3. Назовите важнейшие особенности системы цветного телевидения SECAM-III.

Особенность системы цветного телевидения SECAM заключается в том, что вместо одновременной передачи цветоразностных сигналов E_{RY} и E_{BY} осуществляется поочередная их передача (через строку). Такой принцип передачи позволяет избежать присущих системе NTSC перекрестных искажений между двумя цветоразностными сигналами, которые в системе SECAM благодаря разновременной передаче не могут взаимодействовать друг с другом.

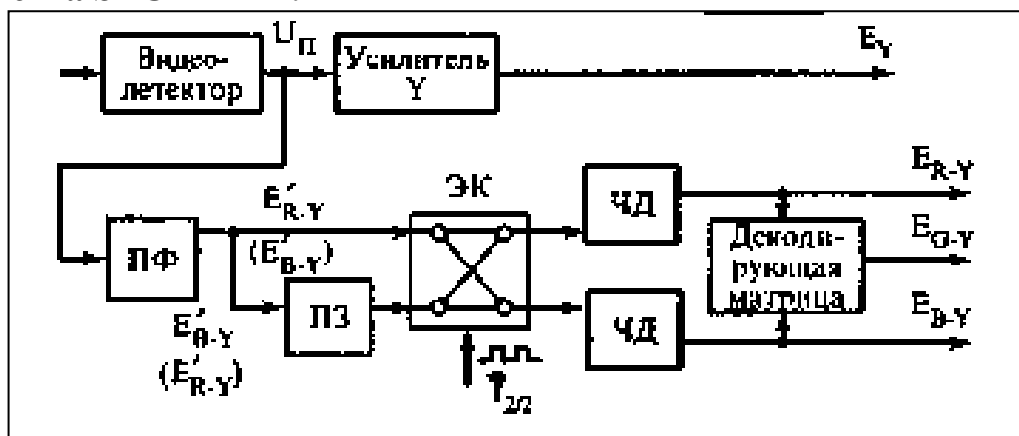
2.4. Нарисуйте структурную схему кодирующего устройства системы SECAM-III.



2.5. С какой целью в системе SECAM-III вводятся предискажения цветоразностных сигналов перед их передачей по каналу связи?

Направленной на повышение помехоустойчивости системы цветного телевидения и снижение заметности помехи от поднесущих на черно-белом изображении, является введение высокочастотных предискажений, при которых каждый частотно-модулированный сигнал цветности пропускается через фильтр с амплитудно-частотной характеристикой.

2.6. Нарисуйте структурную схему приемного декодирующего устройства SECAM-MI.



2.7. Как осуществляется цветовая синхронизация в системе цветного телевидения SECAM-III?

Поочередная передача цветоразностных сигналов требует согласованной работы коммутаторов передающего и принимающего устройств, которые должны переключаться синхронно и синфазно. Для этого используется сигнал цветовой синхронизации, или как его часто называют, сигнал цвetoвого опознавания. Он состоит из серии 9 импульсов трапециевидальной формы, добавляемых в цветоразностные сигналы во время кадровых гасящих импульсов с 7-й по 15-ю строки нечётного и с 320-й по 328-ю чётного полукадров. Начало и конец каждого импульса совпадают с началом и концом активной части строки. Опознавание происходит за счёт разницы в частотах соседних импульсов, принимающих крайние значения 4,756 МГц для «красных» и 3,9 МГц для «синих» строк. В современных телевизорах вместо сигналов опознавания для цветовой синхронизации используются защитные вставки немодулированной поднесущей, следующие на задней площадке строчных гасящих импульсов. Частота этих пакетов, также используемых для настройки амплитудного ограничителя сигнала цветности, соответствует частоте несущей передаваемого в соответствующей строке цветоразностного сигнала.

2.8. Расскажите об особенностях системы цветного телевидения NTSC.

Главными достоинствами системы NTSC считаются хорошая совместимость с чёрно-белым телевидением, низкий уровень перекрёстных искажений сигналов яркости и цветности, а также хорошая помехоустойчивость и относительная простота приёмного устройства, не требующего ультразвуковых линий задержки, в отличие от PAL и SECAM. При этом канал передачи используется наиболее эффективно из всех существующих систем, позволяя при его относительной узости передавать изображение с хорошей цветовой чёткостью.

2.9. Дайте общую характеристику системы цветного телевидения PAL.

PAL — система аналогового цветного телевидения, разработанная инженером немецкой компании «Telefunken» Вальтером Брухом и принятая в качестве стандарта телевизионного вещания в 1966 году в Германии, Великобритании и ряде других стран Западной Европы. В настоящее время система PAL является самой распространённой в мире. В конце 1990-х годов передачи по этому стандарту смотрели в 62 странах 67,8 % телезрителей всего мира. Передача сигнала цветности происходит так же, как в NTSC с использованием квадратурной модуляции поднесущей. Отличие состоит в том, что фаза одной из квадратурных составляющих (R-Y) сигнала цветности PAL меняется от строки к строке на противоположную. Для уменьшения видимости помех от поднесущей, её частота выбрана равной сумме нечётной гармоники четвертьстрочной частоты и частоты кадров[4]. Учитывая то, что система PAL в большинстве случаев используется в сочетании с европейским стандартом разложения 576i, эта частота составляет 4433618,75 Гц (4,43 МГц), обеспечивая «четвертьстрочный сдвиг» поднесущей. Исключения составляют разновидности: PAL-M, используемая в Бразилии и основанная на стандарте разложения 480i, и PAL-N, хотя и основанная на разложении 576i, но с уменьшенной шириной полосы радиосигнала. В этом случае частота поднесущей выбирается близкой к стандарту NTSC, то есть 3,58 МГц, а вместо цветоразностных сигналов U и V передаются модифицированные.

2.10. В чем заключаются основные требования, предъявляемые к способам модуляции, используемым в цифровом телевидении?

Общие требования к способам модуляции. Один из основных вопросов, касающихся передачи данных с заданной скоростью, - распределение энергии в спектре электрического сигнала, переносящего данные, и согласование этого распределения с характеристиками канала связи. По своей природе двоичные сигналы - это последовательность прямоугольных импульсов, а для передачи таких импульсов без искажений требуется теоретически бесконечно большая полоса частот. Однако реальные каналы связи могут обеспечить лишь ограниченную полосу частот, поэтому необходимо согласовывать передаваемые сигналы с параметрами каналов. Такое согласование выполняется благодаря кодированию исходных данных

за счет обеспечения специальной формы импульсов, переносящих данные, например, путем сглаживания прямоугольной формы спектральной плотности импульса по косинусоидальному закону, а также с помощью различных видов модуляции.

Если сообщения передаются двоичными символами, то скорость передачи данных не может превышать значения 2 бит/с или 2 бит/с на 1 Гц полосы пропускания канала связи. Предел удельной скорости передачи данных с помощью двоичных символов, равный 2 (бит/с)/Гц, называется также "барьером Найквиста". Теоретически "барьер Найквиста" может быть преодолен за счет повышения отношения сигнал-шум в канале связи до очень большого значения, что практически не возможно. Поэтому для повышения удельной скорости передачи данных (преодоления "барьера Найквиста") необходимо перейти к многопозиционной (комбинированной) модуляции, при которой каждая электрическая посылка несет более 1 бита информации. К способам многопозиционной модуляции, используемым в системах цифрового телевидения, относятся: квадратурная амплитудная модуляция (QAM – Quadrature Amplitude Modulation), квадратурная фазовая манипуляция или четырехпозиционная фазовая манипуляция (QPSK – Quadrature Phase Shift Keying), частотное уплотнение с ортогональными несущими (OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing) и восьмиуровневая амплитудная модуляция с частично подавленной несущей и боковой полосой частот (8-VSB – Vestigial Side Band).

2.11 Объясните принципы квадратурной амплитудной модуляции.

Импульсные сигналы в параллельном потоке однополярные. Логической 1 соответствует сигнал $\pm A_m$, (знак минус соответствует смене фазы модулированных колебаний на π), а логическому 0 соответствует нулевой уровень. Причем логическая 1 создает на выходе модулятора колебания с амплитудой A_m , а логический 0 не создает колебаний. Выходной сигнал, таким образом, будет модулирован (точнее, манипулирован) и по фазе, и по амплитуде. Если входной поток битов после преобразования из последовательного в параллельный преобразовать в многоуровневый импульсный сигнал, то на выходе модулятора будут получаться фазоманипулированные многоуровневые по амплитуде колебания. Схема КАМ модулятора по принципу действия совпадает со схемой QPSK, разница лишь в том, что в преобразователе потока из последовательного в параллельный производится многоуровневое преобразование битовых символов. К настоящему времени освоена техника создания QPSK-модуляторов, имеющих 256 и более состояний.

Ширина спектра КАМ-сигнала примерно такая же, как и m -ичного ФМ-сигнала. Однако данный способ модуляции может обеспечить меньшую

вероятность ошибки на бит передаваемой информации и поэтому иногда оказывается более предпочтительным. Следует, однако, отметить, что, так как амплитуда КАМ-сигнала принимает различные значения, то применение этого способа модуляции сопровождается повышением требований к линейности канала передачи.

Использование КАМ-модуляции обеспечивает более высокую скорость передачи, но требует обеспечения большей отношения сигнал/шум.

2.12. Поясните особенности квадратурной фазовой манипуляции.

Модуляцию QPSK можно представить как вдвоенный метод BPSK, в котором одно BPSK имеет сдвиг фазы на $+\pi/4$ и на $-\pi/4$, а другое на $+3\pi/4$ и $-3\pi/4$ (или $+\pi/4$, $+7\pi/4$, $+3\pi/4$ и $+5\pi/4$ соответственно). Поэтому такой вид модуляции еще называют *четырёхуровневой PSK (ФМ-4)*. При таком способе модуляции каждой сигнальной посылке модулированного сигнала соответствуют два бита.

Передаваемый последовательный поток битов преобразуют в параллельный (например, разделяя на нечетные и четные биты). Поток с нечетными битами подают на модулятор, куда также подаются с генератора (синтезатора) опорной частоты колебания несущей частоты $\cos(\omega_0 t)$. Этот канал модуляции называют синфазным и обозначают буквой I. Поток с четными битами подают на другой модулятор. На второй модулятор подают такую же опорную частоту, что и на первый модулятор, но сдвинутую по начальной фазе на $-\pi/2$, т. е. колебания $\sin(\omega_0 t) = \cos(\omega_0 t - \pi/2)$. Поскольку косинус и синус являются ортогональными функциями, то о них говорят, что они находятся в квадратуре. Поэтому второй канал модуляции называют квадратурным и обозначают буквой Q. На практике колебания опорной частоты для обоих каналов модуляции получают от одного и того же синтезатора. Это гарантирует совместную стабильность опорной частоты в обоих каналах. С выхода модуляторов обоих каналов сигналы суммируются и получается выходной сигнал квадратурного модулятора.

2.13. Как на практике реализуется модуляция типа OFDM?

Ряд распространенных коммерческих протоколов, таких как, стандарт цифрового телевидения DVB, ADSL, WiFi используют OFDM. Стандарты WiFi IEEE 802.11a и IEEE 802.11g используют методы OFDM с небольшими видоизменениями. В IEEE 802.11g каждый канал занимает полосу частот 16,25 МГц в диапазоне 2,4 ГГц. Кроме того, каждый канал разделен на 52 поднесущие с интервалом 312,5 кГц. Эти поднесущие накладываются, образуя полосу 16,25 МГц. При этом каждая поднесущая может использовать уникальную схему модуляции.

WiMAX, или IEEE 802.16, является IP-протоколом, обеспечивающий беспроводной доступ в Интернет на больших расстояниях. WiMAX имеет пропускную способность до 75 Мб/с и работает в диапазонах 2,5 ГГц, 3,5 ГГц и 5,8 ГГц. WiMAX использует OFDM модуляцию, поэтому он более устойчив к многолучевой интерференции символов и может использоваться для передачи данных на расстояние до 45 км.

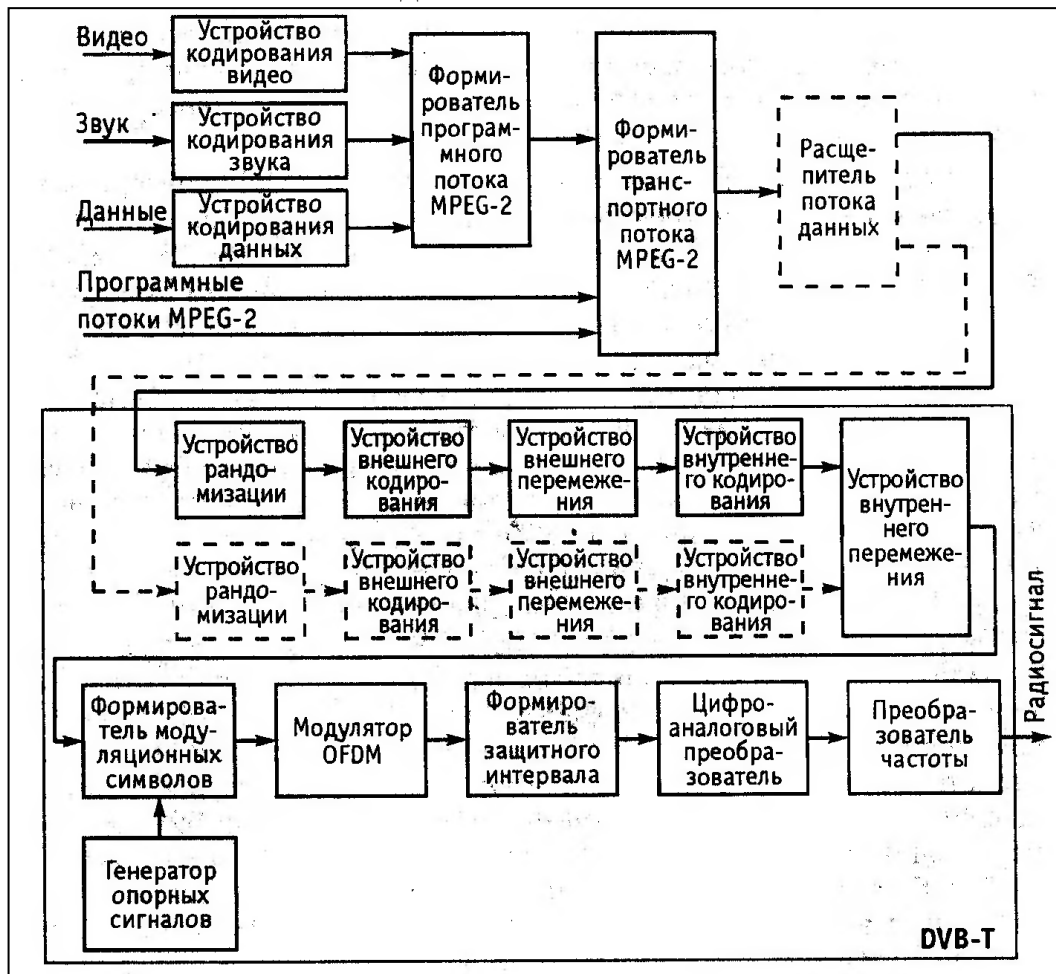
2.14. Объясните принципы многоуровневой амплитудной модуляции с частично подавленными несущей и боковой полосой частот.

Модуляция одной несущей радиосигнала вещательного телевидения многоуровневыми импульсными телевизионными сигналами, сглаженными формирующим фильтром, в процессе которого несущая частота, наряду с нижней боковой полосой, подавляется, а вместо нее на той же частоте формируется пилот-сигнал небольшого уровня.

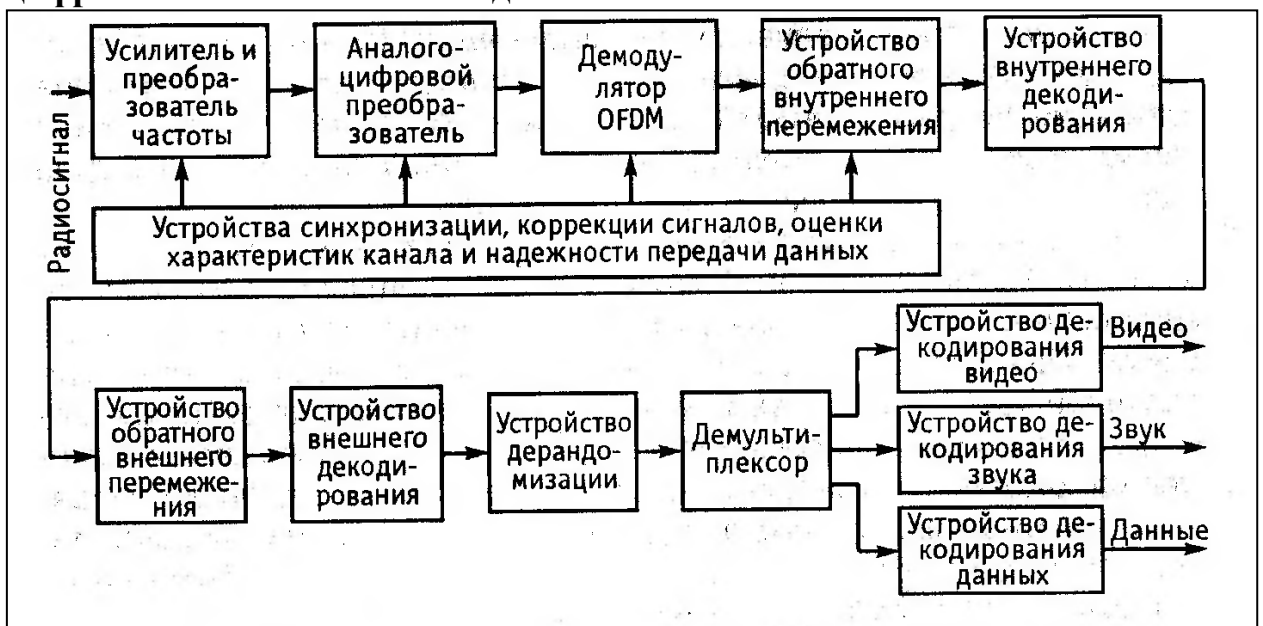
2.15. Изложите концепцию построения цифровых телевизионных систем.

В настоящее время разработаны, исследованы и предложены для международной стандартизации и внедрения три системы цифрового наземного ТВ вещания (ЦНТВ): DVB-T (Европа) с многочастотной схемой модуляции OFDM (частотное распределение ортогональных несущих), ISDB-T (Япония) с многочастотной схемой модуляции BST-OFDM (частотное распределение ортогональных несущих в сегментах спектра), ATSC (США) с одночастотной схемой модуляции 8-VSB (однополосная АИМ).

2.16. Нарисуйте структурную схему передающего устройства стандарта цифрового наземного телевидения DVB-T.



2.17. Приведите структурную схему приемного устройства стандарта цифрового наземного телевидения DVB-T.



2.18. В чем заключается принцип иерархической передачи информации в стандарте цифрового наземного телевидения DVB-T?

Данные на выходе мультиплексора транспортного потока расщепляются на два независимых транспортных потока MPEG-2, которым присваиваются разные степени приоритета. Поток с высшим приоритетом кодируется с целью обеспечения высокой помехозащищенности, поток с низшим приоритетом (обозначен на рис. 1 пунктиром) - с целью обеспечения высокой скорости передаваемых данных. Затем оба кодированных потока объединяются и передаются вместе. Таким образом появляется возможность передачи по одному каналу двух различных программ или одной телевизионной программы в двух версиях. Первая версия характеризуется высокой помехозащищенностью, но ограниченной четкостью, вторая - высокой четкостью, но ограниченной помехозащищенностью. Это дает новые возможности. На стационарную антенну с помощью высококлассного приемника может быть принята версия с высокой четкостью.

2.19. Объясните особенности обработки данных и сигналов в стандарте DVB-T.

Сохранены основные идеи обработки цифрового сигнала, реализованные в DVB-T: скремблирование, перемежение, помехоустойчивое кодирование, тип модуляции, но при этом каждый вид обработки данных усовершенствован и дополнен.

2.20. Изложите принципы внутреннего кодирования в стандарте цифрового наземного телевидения DVB-T.

Внутреннее кодирование в системе вещания DVB-T основано на сверточном коде. Оно принципиально отличается от внешнего, которое является представителем блочных кодов. При блочном кодировании поток информационных символов делится на блоки фиксированной длины, к которым в процессе кодирования добавляется некоторое количество проверочных символов, причем каждый блок кодируется независимо от других. При сверточном кодировании поток данных также разбивается на блоки, но гораздо меньшей длины, их называют "кадрами информационных символов". Обычно кадр включает в себя лишь несколько битов. К каждому информационному кадру также добавляются проверочные символы, в результате чего образуются кадры кодового слова, но кодирование каждого кадра производится с учетом предыдущих информационных кадров. Для этого в кодере всегда хранится некоторое количество кадров информационных символов, доступных для кодирования очередного кадра кодового слова (количество информационных символов, используемых в процессе сверточного кодирования, часто называют "длиной кодового ограничения"). Формирование кадра кодового слова сопровождается вводом следующего кадра информационных символов. Таким образом, процесс кодирования связывает между собой последовательные кадры.

2.21. Как осуществляется внутреннее перемножение и формирование модуляционных символов в стандарте DVB-T?

Внутреннее перемежение в системе DVB-T тесно связано с модуляцией несущих колебаний. Оно фактически является частотным перемежением, определяющим перемешивание данных, которые модулируют разные несущие колебания. Это довольно сложный процесс, но именно он является основой принципов модуляции OFDM в системе DVB-T. Внутреннее перемежение складывается из перемежения битов и перемежения цифровых символов данных. Его первым этапом является демультимплексирование входного потока данных. Непосредственно за перемежением следует формирование модуляционных символов.

2.22. Назовите основные параметры стандарта DVB-T.

Основные параметры стандарта DVB-T это:

- Число несущих;
- Длительность полезного интервала T_U , мкс;
- Длительность защищенного интервала T_G , мкс;
- Интервал между несущими, Гц;
- Интервал между крайними несущими, МГц;
- Модуляция несущих;
- Скорость внутреннего кода;

2.23. В чем заключаются конструктивные особенности современных цифровых приемников?

Конструктивной особенностью современных цифровых приемников (на примере ЗУСЦТ – 5УСЦТ) стала их полная транзисторизация и использования больших интегральных микросхем, а также цветных кинескопов с самосведением электронных лучей.

2.24. Расскажите об основных конструктивных особенностях приемных устройств цифровых телевизионных сигналов.

Современные модели приемных устройств строятся на основе одной интегральной микросхемы MPEG-демодулятора-декодера и ограниченного числа других узлов (тюнера, микросхемы памяти, блока питания). Также число ОЗУ сократилось до одного.

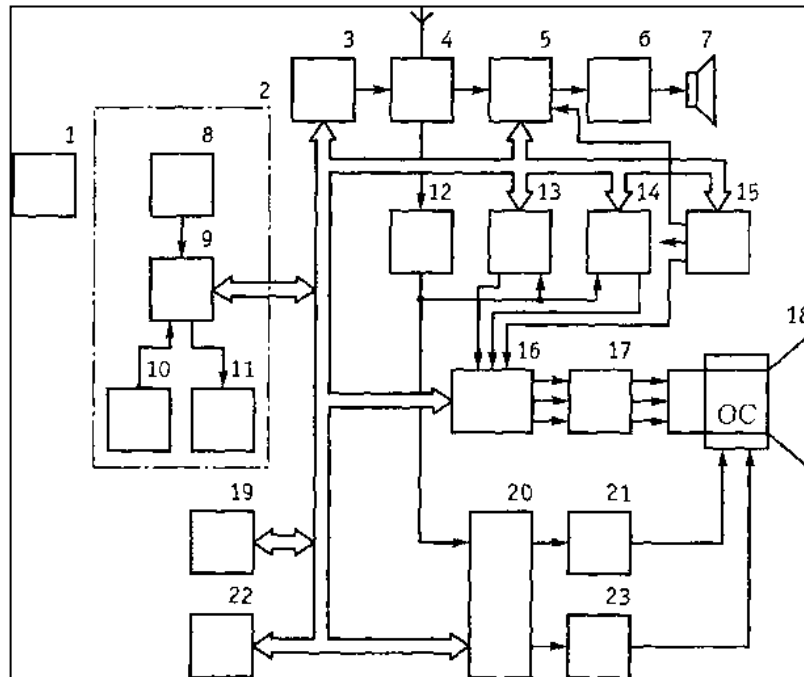
2.25. В чем заключаются основные принципы построения комбинированных (аналогово-цифровых) телевизоров?

Комбинированные, или аналогово-цифровые телевизоры, созданы на основе серийно выпускаемых моделей цветных телевизоров.

Эти телевизоры состоят из аналогового шасси, и подключаемой к нему платы DVB. Адаптация этого шасси заключается в установке нескольких соединителей для подключения плат расширения (на первом этапе – платы

DVB, в дальнейшем – платы для Интернета, телефонных и кабельных модемов), замены аналогового тюнера на цифровой (для обеспечения возможности приема каналов DVB), прошивке в память процессора управление телевизором специального программного обеспечения, которое допускает его работу совместно с дополнительными платами в составе единой микропроцессорной сети.

2.26. Нарисуйте структурную схему аналогово-цифрового цветного телевизора.



Структурная схема аналогово-цифрового цветного телевизора:

- | | |
|--|---|
| 1 - пульт дистанционного управления; | 15 - коммутатор внешних сигналов; |
| 2 - блок управления; | 16 - коммутатор видеосигналов; |
| 3 - контроллер селектора каналов; | 17 - плата кинескопа; |
| 4 - селектор каналов; | 18 - цветной кинескоп с отклоняющей системой; |
| 5 - канал звука; | 19 - адаптер сервисного коммутатора; |
| 6 - усилитель низкой частоты; | 20 - синхропроцессор; |
| 7 - акустическая система; | 21 - генератор кадровой развертки; |
| 8 - система дистанционного управления; | 22 - блок питания; |
| 9 - микро-ЭВМ; | 23 - генератор строчной развертки. |
| 10 - функциональная клавиатура; | |
| 11 - индикаторная панель; | |
| 12 - УПЧ изображения; | |
| 13 - канал цветности; | |
| 14 - декодер Телетекста; | |

2. Завдання практичної роботи.

2.1. Вивчити матеріал лекції із даної теми.

2.2. Виконати дослідження на відповідність сформованих питань та відповідей використовуючи отримані лекційні знання і дані інших джерел в тому числі науково практичні роботи рекомендовані в списку літератури.

2.3. За результатами виконаної роботи розробити реферат і доповіді його зміст на практичному занятті (до обговорення поставлених питань залучаються присутні).

3. Оформлення результатів практичної роботи та оцінювання.

3.1. Після обговорення результатів роботи з теми присутні формують звіт де фіксують отримані результати.

3.2. Отримані результати записуються у лаконічній формі бажано у табличній.

3.3. Звіти перевіряються викладачем та оцінюються отримані результати.

Список літератури

1. Основна

1. Телебачення / Під ред. В.Е. Джаконії. – М.: Радіо та зв'язок , 1986.
2. Домбругов Р.М. Телебачення. – Київ : Вища школа , 1988.
3. Проектування та технічна експлуатація телевізійної апаратури / Під ред. С.В. Новаковського. – М : Радіо та зв'язок , 1989.
4. Ю.Б. Зубарьов , Г.Л. Глоріозов . Передача зображень – М. : Радіо та зв'язок , 1989.
5. А.В. Виходець , В.І. Коваленко , М.Т. Кохно – Звукове та телевізійне мовлення ; - М. : Радіо та зв'язок , 1987.
6. Цифрове телебачення / Під ред. М.І. Кривошеєва. - М. : Радіо та зв'язок , 1980.
7. Певзнер Б.М. Якість кольорових ТВ зображень : видання друге ; М. : Радіо та зв'язок , 1988.
8. Радіорелейні та супутникові системи передачі : Підручник для вузів / Під ред. А.С. Немировського . - М. : Радіо та зв'язок , 1986. – 392 с
9. Системи радіозв'язку : Підручник для вузів / Під ред Л.Я. Калашникова - М. : Радіо та зв'язок , 1987. – 352 с
10. Посібник по радіорелейному зв'язку / Під ред С.В. Бородича - М. : Радіо та зв'язок , 1981. – 416 с
11. Супутниковий зв'язок та мовлення. Посібник / Під ред. Л.Я. Кантора - М. : Радіо та зв'язок , 1988. – 344 с
12. Системи космічного зв'язку. Посібник під ред. Б.В. Одинцова , Е. А. Сукачова; Одеса 1989.
13. Сучасні системи радіозв'язку в прикладах та задачах. Посібник під ред. Б.В. Одинцова , Е. А. Сукачова; Одеса 1990.
14. Мамчев Г.В. «Основы радиосвязи и телевидения», 2007 год;

15. Джакония В.Е., Гоголь В.А., Друзин Я.В. «Телевидение (4-е издание), 2007
16. Локшин Б.А. «Телевизионное вещание. От студии к телезрителю», 2001
17. Кириллов В.И., Ткаченко А.П. «Телевидение и передача изображения», 1988
18. Самойлов В.Ф., Хромой Б.П. «Основы цветного телевидения», 1982
19. Ельяшкевич С.А., Юкер А.М. «Усовершенствование телевизоров ЗУСЦТ и 4УСЦТ», 1994
20. Быков Р.Е., Сигалов В.М., Эйсенгардт Г.А. «Телевидение», 1988
21. Ельяшкевич С.А. «Справочное пособие. Цветные телевизоры ЗУСЦТ», 1990
22. Зубарев Е.Б., Кривошеев М.И., Красносельский И.Н. «Цифровое телевизионное вещание. Основы и методы», 2001
23. Корытов В.И. «Телевизоры ЗУСЦТ. Ремонт и настройка», 1999
24. Смирнов А.В. «Основы цифрового телевидения», 2001
25. Ельяшкевич С.А., Песков А.Е. «Телевизоры ЗУСЦТ, 4УСЦТ, 5УСЦТ. Устройство, регулировки, ремонт»
26. Шумихин Ю.А. «Телевизионный сигнал», 1968
27. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 1 Принципи радіозв'язку, 2014
28. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 2 Радіопередавальні пристрої, 2014
29. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 3 Радиоприймні устройства, 2014
30. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 4 Физические основы телевидения, 2014
31. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 5 Основные принципы функционирования телевизионных систем, 2014
32. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 6 Формирование телевизионного сигнала, 2014
33. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 7 Конструктивні особливості телевізійної апаратури, 2014
34. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 8 Особенности построения телевизионных систем, 2014
35. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 9 Сети телевизионного вещания, 2014

2.Додаткова

1. Мордуховіч Л.Г., Степанов А.П. Системи радіозв'язку. Курсове проектування. - М. : Радіо та зв'язок , 1987. – 192 с
2. Спілкер Дж. Цифровий супутниковий зв'язок / пер. з англ. ; Під ред. В.В. Маркова - М. : Зв'язок , 1979. – 592 с
3. Одинцов Б.В., Сукачьев Е.А. , Гуцаюк А.К. Цифрові системи радіозв'язку : Навчальний посібник / ОЕІС ім. А.С. Попова – Одеса , 1988. – 56 с.
4. Одинцов Б.В., Сукачьев Е.А. , Гуцаюк А.К. Космічний зв'язок : Навчальний посібник / ОЕІС ім. А.С. Попова – Одеса , 1989. – 56 с.
5. Новаковський С.В. Колір в кольоровому телебаченні - М. : Радіо та зв'язок, 1988.
6. Кривошеєв М.І. Основи телевізійних вимірювань. : видання 3 – е. - М. : Радіо та зв'язок , 1989.
7. ГОСТ 7845 – 79. Система мовленнєвого телебачення. Основні параметри , методи вимірювань.
8. Прийом телебачення та радіомовлення з супутників / Д.Ю. Бем , М.Є. Ільченко , А.П. Житков, Л.Г. Гассанов. – К.: Техніка , 1992. – 176 с.
9. Довідник. Індивідуальні відео – засоби. С.А. Сєдов – Київ 1990.
10. В.Бондарьов , Г.Трьостер , В. Чернега. Цифрова обробка сигналів : методи та засоби. Навчальний посібник для вузів. Харків 2001.