

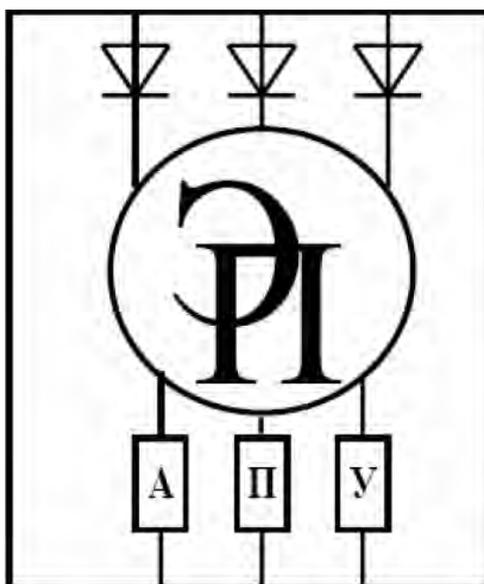
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электропривод и АПУ»

**РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ  
АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ**

*Лабораторный практикум  
для студентов специальности 140607  
«Электрооборудование автомобилей и тракторов»*

**Часть 3**



Могилев 2013

УДК 621.3  
ББК 31.2  
Р 40

Рекомендовано к опубликованию  
учебно-методическим управлением  
ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

Одобрено кафедрой «Электропривод и АПУ» «14» декабря 2012 г.,  
протокол № 6

Составитель канд. техн. наук, доц. В. А. Селиванов

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Болотов

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ студентами специальности 140607 «Электрооборудования автомобилей и тракторов», содержат краткие теоретические знания, руководство по выполнению практических экспериментов.

Учебное издание

## РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Часть 3

Ответственный за выпуск	Г. С. Леневский
Технический редактор	И. В. Русецкая
Компьютерная верстка	И. А. Алексеюс

Подписано в печать . Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл.-печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«Белорусско-Российский университет»  
ЛИ № 02330/0548519 от 16.06.2009.  
Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский  
университет», 2013



## Введение

При изучении материала данного лабораторного практикума студентам предложено закрепить полученные теоретические знания по дисциплине «Радиотехнические системы автомобилей и тракторов» (РТС), а также приобрести практический опыт систем видеонаблюдения, используя низкочастотный способ передачи видеосигнала по кабелю и по беспроводным каналам связи, а также изучить автомобильную связную систему СВ-диапазона «ТАИС – РМ41» и приобрести опыт самостоятельной работы с современным электронным оборудованием в лаборатории «Радиотехнические системы автомобилей и тракторов» (РТС).

В данных методических указаниях рассмотрены вопросы изучения и исследования электронных устройств радиотехнических систем.



## Часть 3

### Организация лабораторных работ в лаборатории РТС

Лабораторные работы по курсу «Радиотехнические системы автомобилей и тракторов» (РТС) отличаются, прежде всего, сложностью схем, большим разнообразием радиотехнического оборудования. Это требует от студентов проявления максимума самостоятельности и вдумчивости при подготовке к работе и её проведении.

Выполнение лабораторной работы должно производиться в строгом соответствии с методическими указаниями. Включение схемы под напряжение осуществляется только с разрешения преподавателя или лаборанта.

Во время занятий особое внимание должно уделяться строгому соблюдению правил техники безопасности. В случае ненормальных режимов работы лабораторной установки нужно немедленно отключить схему от источников питания и поставить в известность лаборанта или преподавателя.

### Порядок выполнения работ в лаборатории РТС

На первом (вводном) занятии студенты получают график выполнения лабораторных работ. Работы выполняются группой в составе 3–4 человек. Студенты должны заблаговременно готовиться к занятию. Подготовка включает в себя:

- изучение цели и содержания лабораторной работы;
- изучение теоретического материала, необходимого для проведения исследований;
- изучение описания работы и схем радиотехнического оборудования;
- составление программы проведения исследований;
- производство необходимых предварительных расчётов;
- составление отчёта (заготовки) по лабораторной работе.

Готовность студентов к выполнению лабораторной работы проверяется преподавателем до начала работы. Студенты, явившиеся на занятия неподготовленными, а также не представившие своевременно отчёт о выполнении предыдущей работы, к выполнению очередной лабораторной работы не допускаются. Студенты, нарушившие правила выполнения работ в лаборатории и правила ТБ, отстраняются от выполнения работы.

### Содержание отчёта и порядок защиты работы по дисциплине «Радиотехнические системы автомобилей и тракторов» (РТС)

Отчёт должен содержать:

- титульный лист;
- цель работы (программу работы);
- сведения об оборудовании;



- домашнее задание;
- схему электрическую принципиальную исследуемых устройств;
- результаты исследований (данные опыта и расчёта);
- основные теоретические зависимости, использованные при расчёте, примеры расчётов;
- экспериментальные и расчётные характеристики (в одних осях);
- анализ и сравнение результатов опыта и расчёта.

Отчёт о лабораторной работе выполняется каждым студентом индивидуально.

До начала работы студенты представляют заготовку отчёта о предстоящей работе (с выполненным домашним заданием) преподавателю и в течение 10–15 мин подтверждают свою подготовку к выполнению работы путём устного собеседования с преподавателем или проходят электронное тестирование.

Студенты, прошедшие предлабораторный опрос, допускаются к выполнению работы. Все результаты экспериментов заносятся в отчёт (или рабочую тетрадь). После выполнения работы данные экспериментов представляются на проверку преподавателю и только по его разрешению можно разбирать схему и приводить в порядок рабочее место.

Полученные результаты должны быть обработаны и занесены в отчёт по лабораторной работе.

При защите лабораторной работы студент должен показать знания основных практических и теоретических положений по данной работе.

## **8 Лабораторная работа № 8. Система видеонаблюдения**

### ***Цель работы***

- 1 Описать систему видеонаблюдения, использующую передачу видеосигнала по кабелю (таблица 8.1).
- 2 Изучить передачу видеосигнала по оптоволоконной линии.
- 3 Сформулировать требования к витой паре для передачи видеосигнала.
- 4 Классифицировать и сформулировать технологии и средства передачи видеосигнала в системах видеонаблюдения.

### ***Задание***

- 1 Изучить и кратко описать системы кабельного наблюдения и видеонаблюдения.
- 2 Определить тип видеонаблюдения используемый в автомобилях и тракторах.
- 3 Определить минимально необходимые зоны обзора в телевизионных системах.



## Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с оборудованием и приборами на рабочем месте.
- 2 Записать паспортные данные измерительных приборов системы видеонаблюдения и испытуемого оборудования.

### 8.1 Краткие теоретические положения

*Проводные каналы связи.*

*Низкочастотная передача видеосигнала по коаксиальному кабелю.*

При необходимости передачи сигнала на большее расстояние, чем это позволяет затухание кабеля, применяются специальные дополнительные устройства – усилители-корректоры, которые позволяют существенно увеличить максимальное расстояние передачи. Основными техническими характеристиками усилителя-корректора являются следующие величины:

- коэффициент компенсации усилителя в децибелах;
- напряжение питания.

Для определения новой максимальной дальности передачи можно воспользоваться следующей формулой:

$$L_{\max} = F \cdot 100/V,$$

- где  $L_{\max}$  – максимальная длина линии передачи, м;  
 $F$  – коэффициент компенсации усилителя, дБ;  
 $V$  – затухание кабеля, дБ, на 100 метров при 5 МГц.

Таблица 8.1 – Передача видеосигнала по коаксиальному кабелю (PK, RG)

Передача видеосигнала по коаксиальному кабелю (PK, RG)	
Плюс	Минус
Передаёт сигнал от видеокамеры к приёмнику (видеорегистратору) на прямую, без применения дополнительного оборудования, т. к. передающее и приёмное оборудование изначально предусматривает именно такой способ передачи сигнала	Дальность передачи уверенного сигнала ограничивается 200–250 м в зависимости от внешних условий и используемой кабельной продукции. Низкая помехоустойчивость кабеля. В некоторых случаях необходимо использовать развязывающие трансформаторы и специальные фильтры от помех

Приведем несколько способов простой конфигурации системы с использованием передачи видеосигнала по РК и RG кабелю (рисунки 8.1 и 8.2).

#### Вариант 1

Выполняет визуальное обнаружение нарушения рубежа охраны без видеорегистрации (записи).



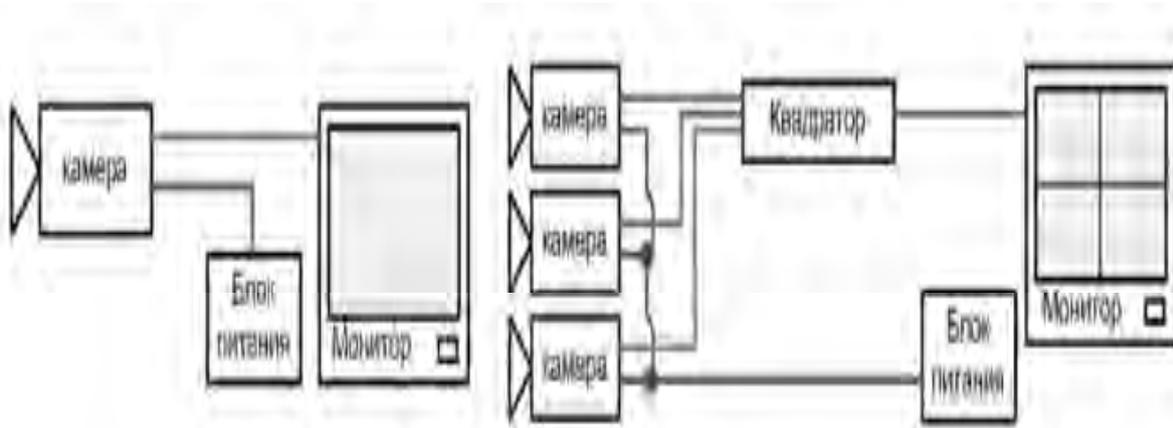


Рисунок 8.1 – Передача видеосигнала по РК кабелю

### Вариант 2

Выполняет визуальное обнаружение с видеорегистрацией (оцифровка видеосигнала, формирование архива). Емкость системы 4, 8 или 16 каналов. Видеорегистратор устанавливается на посту охраны или в ином помещении с ограниченным доступом.

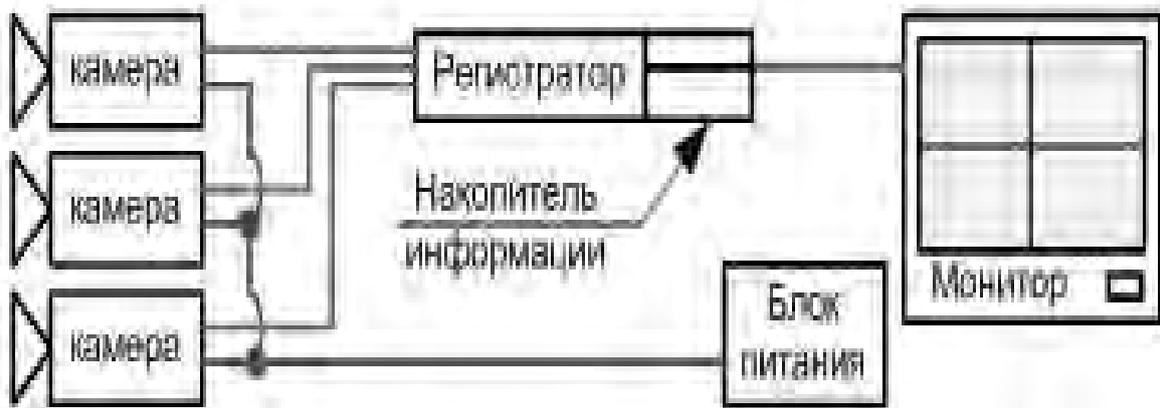


Рисунок 8.2 – Передача видеосигнала по RG кабелю

#### *Низкочастотная передача по симметричной линии.*

Низкочастотная передача видеосигнала по симметричной линии – это достаточно простой способ понижения шумов, неизбежно возникающих при передаче видеосигнала по коаксиальному кабелю.

Принцип низкочастотной передачи видеосигнала по симметричной линии состоит в том, что видеосигнал на входе разделяется на две составляющие, каждая из которых со строго фиксированным фазовым сдвигом передается по независимому проводу. На эту линию, безусловно, также наводятся достаточно сильные шумы, однако их фазовый сдвиг хаотичен. Величина фазового сдвига сигнала выбирается так, чтобы, поставив на выходе линии вычитающий усилитель, мы получили сложение полезного

сигнала и вычитание шумов друг из друга. Таким образом, удастся существенно увеличить соотношение «сигнал/шум» в видеосигнале.

С применением низкочастотной передачи видеосигнала по симметричной линии удаление камеры наблюдения от прибора видеообработки может достигать до трех километров без существенного искажения исходного видеосигнала. Приведенная цифра достигается при использовании в качестве кабеля витой пары, однако для дальностей порядка одного километра вполне возможно использовать практически любой двухпроводный кабель.

К недостаткам способа низкочастотной передачи видеосигнала по симметричной линии можно отнести лишь необходимость покупки двух специальных модулей на каждый видеоканал: передатчика по двухпроводной линии, реализующего преобразование сигнала в симметричную форму и приемника, осуществляющего преобразование в обратную сторону. Это, безусловно, несколько увеличивает общую стоимость оборудования системы видеонаблюдения.

#### *Передача видеосигнала по оптоволоконной линии.*

В последнее время достаточно широкое распространение получили системы передачи видеосигнала по оптоволоконным линиям связи с использованием специальных оптоэлектронных преобразователей, преобразующих электрический сигнал в световой, инфракрасный диапазон и обратно.

Максимальная дальность передачи видеосигнала по оптоволоконной линии зависит от используемой длины волны, качества оптоволокна и его вида (одномодовое или многомодовое).

Например, при длине волны 850 нм, затухании 3 дБ/км многомодовое волокно позволяет обеспечить дальность передачи до 6 км, при длине волны 1300 нм, затухании 0,5 дБ/км одномодовое волокно позволяет обеспечить дальность передачи до 30 км.

#### *Оптоволоконный кабель.*

Достоинства способа передачи видеосигнала по оптоволокну:

- нечувствительность к электромагнитным и высокочастотным помехам;
- полная электрическая изоляция;
- высокая степень секретности канала передачи информации;
- малый диаметр и вес, высокая гибкость кабеля.

Недостатком способа передачи видеосигнала по оптоволоконной линии можно считать дороговизну качественного оптоволоконного кабеля с высокой степенью механической защищенности.

#### *Передача видеосигнала по оптическому каналу.*

Еще одной возможностью для трансляции изображения на большие расстояния является передача видеосигнала по оптическому каналу.

При передаче видеосигнала по оптическому каналу изображения от



одной или нескольких камер наблюдения подаются на специальный модуль, который преобразует сигналы в модулированное лазерное излучение инфракрасного диапазона 780–850 нм и выдает в виде лазерного луча. Обратное преобразование осуществляет приемный модуль, находящийся на расстоянии до 2000 м.

Передача видеосигнала по оптическому каналу обладает всеми достоинствами способа передачи видеосигнала по оптоволоконной линии, но не требует применения кабеля. Следует отметить, что необходимое оборудование является достаточно дорогостоящим.

Этот способ передачи ставит условие наличия прямой видимости (в противном случае необходимо применять сложную систему дополнительных отражателей) и его имеет смысл применять в случае наличия между камерами наблюдения и постом охраны труднопреодолимых преград: широких рек, водопадов и пр.

#### *Типы модуляции в оптоволоконных системах.*

Для передачи по одному оптоволокну одновременно нескольких независимых сигналов применяются методы временного и частотного уплотнения сигналов. Для этого в оптоволоконные системы наиболее часто устанавливают оптические мультиплексоры с частотным (спектральным) разделением каналов, которые объединяют несколько передаваемых сигналов в один. Каждый источник сигнала передается лучами с различными длинами волн. Эти лучи проходят по оптоволоконной линии независимо и не взаимодействуют друг с другом. Такой вид модуляции называется WDM (wavelength division multiplexing). Он повышает пропускную способность оптоволоконной системы и позволяет осуществлять одновременную двунаправленную передачу информации.

Другие виды модуляции оптического сигнала, которые используют оптоволоконные системы:

- частотно модулированное частотное мультиплексирование FM-FDM (frequency-modulated frequency division multiplexing);

- амплитудная модуляция с частично подавленной боковой полосой, частотное мультиплексирование AVSB-FDM (amplitude vestigial sideband modulation, Frequency division multiplexing) – обеспечивает одновременную передачу по одной оптоволоконной линии до 80 каналов;

- импульсно кодовая модуляция, частотное мультиплексирование PCM-FDM;

- комбинации вышеперечисленных методов модуляции.

#### *Высокочастотная передача видеосигнала по радиоканалу.*

Передача видеосигнала по радиоканалу отличается относительно невысокой помехозащищенностью.

Преимуществом передачи видеосигнала по радиоканалу является полное отсутствие проводных коммуникаций. Обычно частотный диапазон, в котором осуществляется передача видеосигнала, составляет не-



сколько гигагерц. Как показал реальный опыт инсталляции подобных систем, имеет смысл применять, в основном, локальные системы передачи видеосигнала по радиоканалу с максимальной дальностью до 1 км.

При построении многокамерных систем видеонаблюдения с передачей видеосигнала по радиоканалу необходимо следить, чтобы различные передатчики были разнесены по частотам во избежание интерференции каналов.

*Преимущества передачи видео по витой паре.*

Передача видео по витой паре от источника (например, видеокамеры) к приемному устройству (монитору или видеорегистратору) осуществляется с помощью комплекта устройств, состоящего из приемника и передатчика. Поступающее на вход видео передатчик преобразует из композитного сигнала в симметричный дифференциальный для последующей передачи его к приемнику, который, в свою очередь, осуществляет обратное преобразование сигнала, после чего видео выводится на монитор или поступает на видеорегистратор. Существуют приемники видео с двумя и более выходами, позволяющие осуществлять передачу видео к нескольким принимающим устройствам одновременно.

Передача видео по витой паре позволяет значительно сократить расходы на прокладку кабеля, поскольку она значительно дешевле коаксиального кабеля. Это особенно выгодно там, где необходима передача видео на большие расстояния – если видеокамера находится на значительном удалении от принимающего устройства (для цветного видеосигнала это, как правило, 1000 м, а для черно-белого – 2000 м). Если осуществляется передача видео на расстояния, значительно превышающие 1 км, то на линии передачи устанавливают усилитель видео или промежуточный комплект оборудования для передачи видео по витой паре.

Использование витой пары позволяет по одному многожильному кабелю осуществлять передачу видео от нескольких приемников, причем количество передаваемых сигналов ограничивается только количеством пар проводов в кабеле.

Транслируемое по витой паре видео значительно меньше подвержено влиянию помех, чем при передаче по коаксиальному кабелю. Кроме того, помехи, возникающие в коаксиальном кабеле при передаче видеосигнала на большие расстояния, компенсировать практически невозможно без потери качества полезного видеосигнала, потому что частотные составляющие спектра наведенной помехи находятся в диапазоне частот видеосигнала. Поэтому для защиты от помех приходится использовать дорогостоящий коаксиальный кабель с двойной металлической оплеткой, прокладывать кабель с использованием металлического рукава и дополнительно соединять с массой, что связано с техническими трудностями и финансовыми затратами (таблица 8.2).

Таблица 8.2 – Передача видеосигнала по витой паре (UTP, FTP, ТПП)

Передача видеосигнала по витой паре (UTP, FTP, ТПП)	
Плюс	Минус
<p>Возможность передачи сигнала на большие расстояния (400, 1200, 2400 м).</p> <p>Высокая помехозащищенность (за счет повива пары кабеля, помеха находится в противофазе).</p> <p>По одному кабелю (например, UTP 4x2x0,5) можно передать сразу четыре видеосигнала</p>	Требует применения специальных приемопередатчиков

*Принцип передачи сигнала по витой паре (рисунок 8.3).*

Передачик видео по витой паре преобразует поступающий на его вход однополярный несимметричный композитный видеосигнал в два симметричных противофазных сигнала, передача которых осуществляется по двухпроводной линии связи (витой паре). В процессе передачи видеосигнал ослабляется, и на него накладываются помехи, которые могут быть обусловлены близостью силовых кабелей или радиоизлучающих приборов. Помехи, возникающие в проводах витой пары, одинаковы для обоих проводов и синфазны.

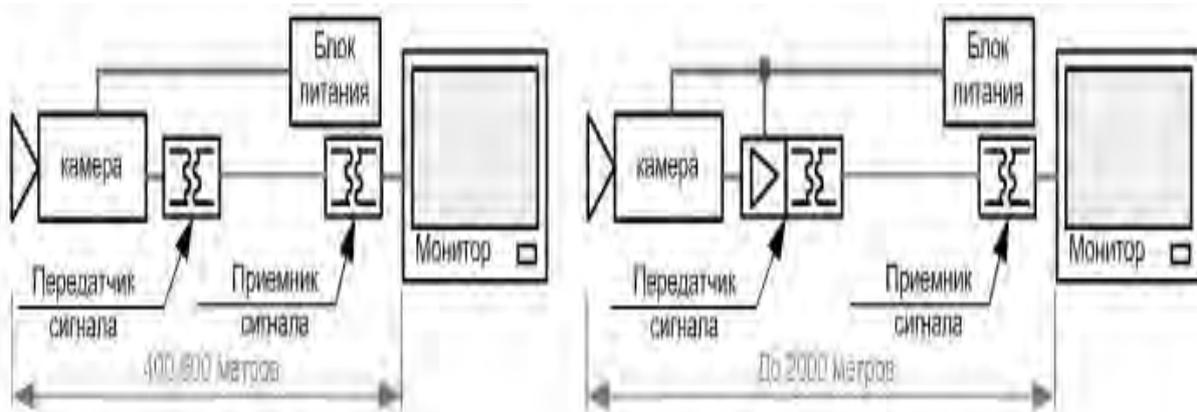


Рисунок 8.3 – Передача сигнала по витой паре

На другом конце линии связи устанавливается приемник, который осуществляет обратное преобразование дифференциального сигнала. Как правило, приемник видео по витой паре строится с применением дифференциального операционного усилителя, который складывает сигналы с двух проводов, усиливая противофазные составляющие (коэффициент усиления равен 50–70 дБ) и подавляя синфазные (коэффициент подавления 60–90 дБ). В результате на композитный вход принимающего устройства поступает стандартный композитный сигнал, очищенный от помех и усиленный.

Приемники и передатчики видео по витой паре могут быть как активными, так и пассивными (не требующими подачи питания). Пассивные устройства передачи видео по витой паре содержат только согласующий

трансформатор и не обеспечивают необходимого качества передачи видео и коэффициента подавления помех, а также характеризуются значительным затуханием передаваемого сигнала. Как правило, такие устройства обеспечивают передачу видео без потери качества на расстояние не более 500–600 м. При этом пассивные устройства компактны и недороги, что и является основным их достоинством, а использование пассивного передатчика в комплекте с активным приемником позволяет увеличить дальность передачи видео по витой паре до 1000 м.

Дифференциальный усилитель активного передатчика с парафазным выходом должен иметь двухполярное симметричное питание, что обеспечивает симметрию его выходного сигнала относительно нулевой точки схемы передатчика. Это же требование должно соблюдаться и для дифференциального усилителя приемника. В противном случае будут возникать дополнительные искажения передаваемого сигнала из-за несимметричных токов утечки.

На схеме рисунка 8.3 показаны два вида приемо-передатчиков по витой паре: пассивный и активный. Пассивный передатчик не требует питания, простой в установке, но дальность передачи сигнала от чернобелой камеры до 600 м, от цветной – до 400 м. Активный передатчик требует питания; чаще всего он совмещен с усилителем видеосигнала, корректором и изолятором; заметно повышается дальность передачи видеосигнала до 2400 м и помехоустойчивость системы.

#### *Настройка аппаратуры передачи видео по витой паре.*

Как приемник, так и передатчик видео по витой паре имеют различные средства настройки на различную длину линии передачи. Сигнал на выходе каждого приемника должен находиться в пределах от 0,9 до 1,1 В, а разброс общего омического сопротивления проводов линии передачи видео на входе приемника должен составлять не более 2–3 %. Исходя из этих параметров производится настройка аппаратуры для передачи видео по витой паре. Величина рассогласования регулируется потенциометрами, позволяющими произвести плавную настройку аппаратуры передачи видео.

Как правило, передача видео по витой паре производится на расстоянии от 50 до 1500 м. С помощью переключателя производится дискретное регулирование уровня коррекции, соответствующего диапазонам расстояний. При необходимости передачи видео на расстояния, меньшие 50 м, в каждый провод витой пары на входе приемника последовательно включают дополнительные сопротивления с тем, чтобы общее сопротивление линии составляло 30–50 Ом. Паразитная емкость линии компенсируется специальными перемычками в приемнике.

Уровень компенсации паразитной емкости линии передачи видео подбирается индивидуально для каждой линии передачи по видеоизображению на контрольном мониторе. Также с помощью контрольного монитора или же осциллографа приемник настраивается по амплитуде выход-

ного сигнала.

При использовании многоканального приемника видео для улучшения параметров принимаемого сигнала иногда целесообразно подключать мониторы к выходам приемника через последовательное сопротивление 51–82 Ом.

Кроме помех от радиоаппаратуры и силовых линий, иногда на линию передачи видео оказывают влияние и электромагнитные наводки, получаемые в результате разряда молнии. Такие наводки могут быть достаточно сильны, в результате чего оборудование для передачи видео по витой паре выйдет из строя.

Требования к витой паре для передачи видео (рисунок 8.4).

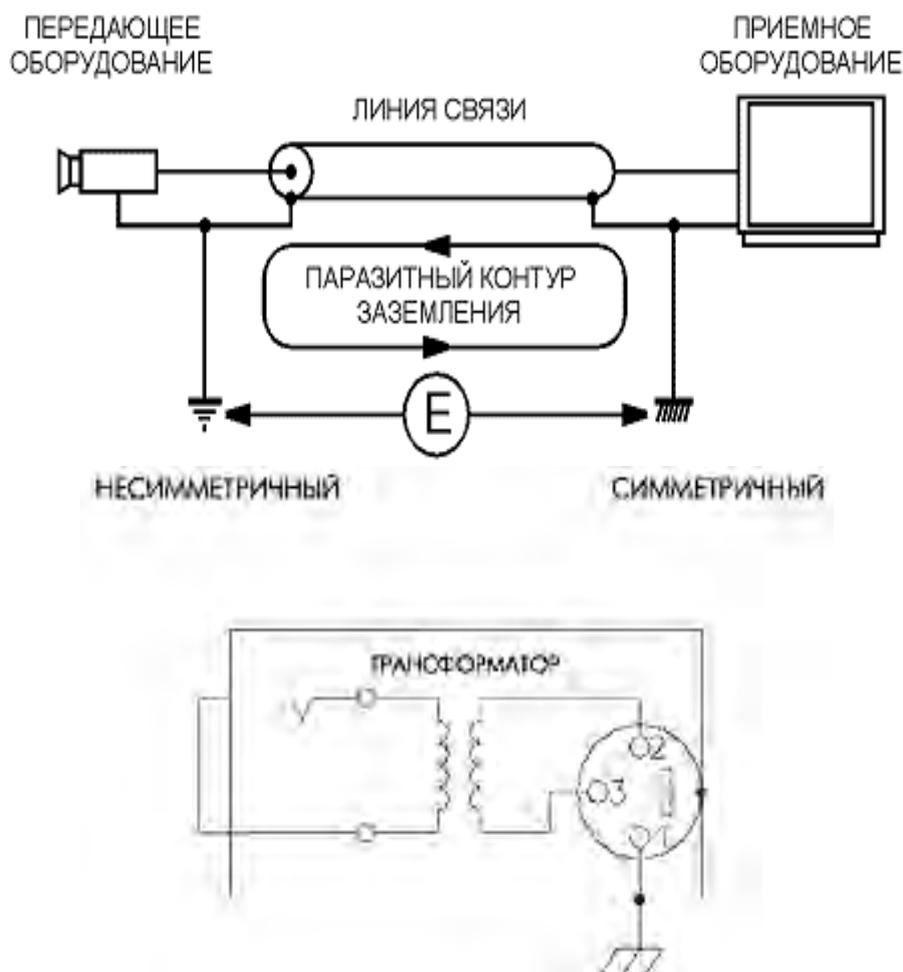


Рисунок 8.4 – Требования к витой паре для передачи видео

Наилучшее качество передачи видео достигается при использовании специальной витой пары с количеством скруток от 10 до 20 на 1 м. При передаче видео на относительно небольшие расстояния допускается использовать телефонный кабель или витую пару для компьютерных сетей (100 BaseT Ethernet).

Для передачи видео по витой паре не рекомендуется использовать ка-

бель, состоящий из нескольких соединенных в линию отрезков разнородных по своим параметрам витых пар, имеющих различный шаг скрутки, емкость и индуктивность.

При передаче видео по витой паре на большие расстояния не рекомендуется использовать экранированную витую пару, поскольку такой кабель имеет большую паразитную емкость, чем кабели без экранирующей оплетки. Однако если кабель расположен рядом с линией электропередачи, то лучше использовать экранированную витую пару.

*Технологии и средства передачи видеосигнала в системах видеонаблюдения.*

В большинстве систем видеонаблюдения возникает необходимость передачи видеoinформации от телекамер к оборудованию, установленному на автомобиле – мониторам. При этом расстояние, на которое осуществляется передача видеосигнала, незначительное может составлять до десятков метров.

Возможна передача видеосигнала по коаксиальному кабелю без его усиления. Системы передачи видеосигнала включают в себя передающие устройства, соединенные с телекамерами, приемные устройства, принимающие видеосигнал и передающие его на аппаратуру автомобиля, а при необходимости усилители видеосигнала и линии связи. Кроме этого, в системе видеонаблюдения может осуществляться как передача видеосигнала, так и аудиосигнала и данных управления функциями оптики и поворотного устройства телекамеры – фокусом, диафрагмой, поворотом, наклоном, масштабированием и др.

В настоящее время в системах видеонаблюдения используются несколько основных способов передачи видеосигнала: передача видеосигнала по коаксиальному кабелю, передача видеосигнала по кабелю «витая пара», передача видеосигнала по волоконно-оптическому кабелю и передача видеосигнала по радиоканалу.

*Беспроводные каналы связи.*

При создании мобильных и переносных систем, а также при невозможности или нецелесообразности прокладки кабельных линий используют радиоканалы связи. Дальность передачи при этом составляет от сотен метров до нескольких километров. В простейшем случае ТК подключают к радиопередатчику дециметрового диапазона, а сигнал принимается на обычный телевизор. Однако такие системы имеют существенные недостатки: могут создавать помехи другому электронному оборудованию автомобиля, а сигнал в зоне действия передатчика может принимать преступник. Этим недостатком лишены радиосистемы, работающие в сантиметровом диапазоне, а также инфракрасные и лазерные системы.

Инфракрасные системы работают следующим образом: передатчик ИК-диапазона преобразует сигнал от одной или нескольких ТК в модулированное излучение ближнего инфракрасного диапазона (780–850 нм) и



выдает в виде узкого луча. Приемник, находящийся на расстоянии до 2000 м, осуществляет обратное преобразование. Эти системы достаточно дорогостоящие, а их дальность действия в значительной мере зависит от оптической плотности среды (снег, дождь, туман, пыль, и т. п.).

Большинство беспроводных систем передачи видеосигнала имеет достаточно узкие диаграммы направленности. Поэтому такие системы критичны к выравниванию и установке передающих и приемных антенн. При проектировании указанных систем и их монтаже упор должен быть сделан на методы выравнивания и жесткости крепления антенн. Естественные движения высоких сооружений, на которых закреплены антенны, могут серьезно воздействовать на эффективность системы передачи.

#### *Беспроводное видеонаблюдение.*

Как видно из словосочетания «беспроводное видеонаблюдение» – это система без проводов и кабельной продукции. Хотя утверждение не совсем верное, потому, что кабели в таких системах все равно есть. Например, очень важно помнить о наличии кабеля питания устройства радиопередачи и самой камеры. В итоге, «беспроводное видеонаблюдение» – это не что иное, как передача только видеосигнала от видеокamеры до приемного устройства.

Беспроводное видеонаблюдение бывает двух типов.

Первый тип (рисунок 8.5) – самый простой и менее распространенный. Аналоговый сигнал с камеры по радиочастоте отправляется с помощью радиопередатчика на радиоприемник сигнала, который в свою очередь передает его записывающему или отображающему устройству.

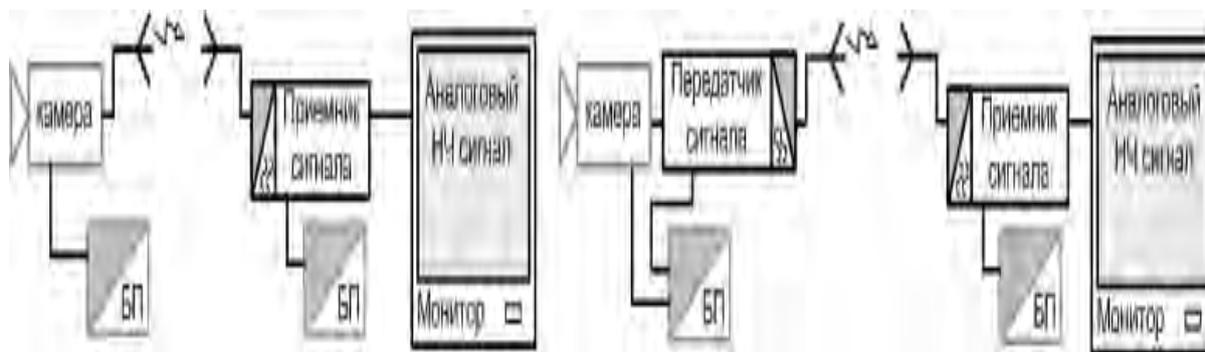


Рисунок 8.5 – Первый тип беспроводного видеонаблюдения

Используемые частоты: 900 МГц, 1,3 ГГц, 1,8 ГГц, 2,4 ГГц.

С появлением мобильной связи, частота 900 МГц используется для сотовых телефонов. Все остальные частоты необходимо официально оформлять. Помехозащищенность таких систем очень слабая. При этом нет защиты от просмотра видео кем-то со стороны при использовании радиоприемника сигнала такого же типа. Есть специальные диапазонные сканеры, которыми можно определить наличие сигнала и даже его визуа-

лизировать.

Применение кодера и декодера сигнала (рисунок 8.6) значительно увеличит цену за систему. Но и декодеры, в определенных случаях не спасают, от людей заинтересованных в получении информации.

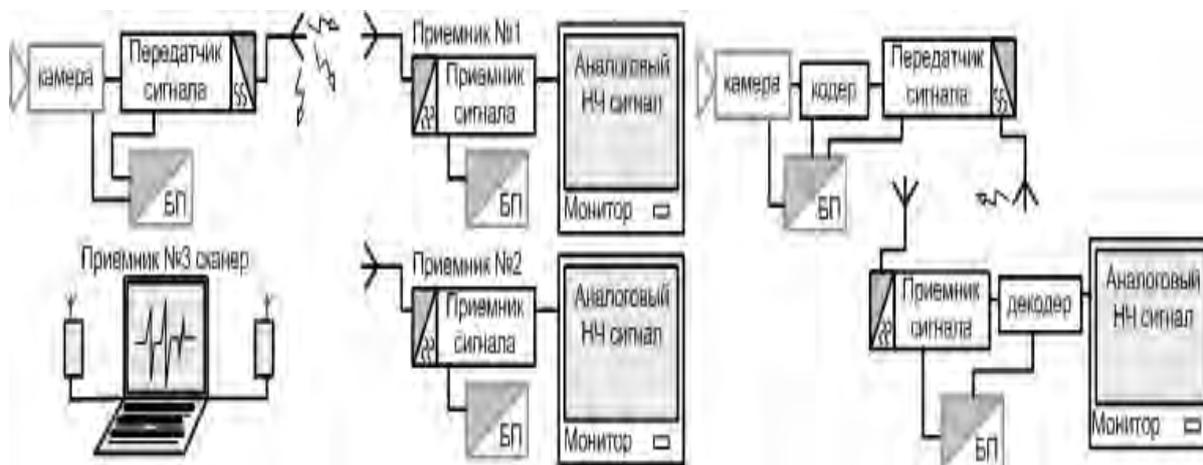


Рисунок 8.6 – Применение кодера и декодера

У таких систем имеется еще одно ограничение – это расстояние от передатчика до приемника. У каждого типа приемо-передатчиков это расстояние разное, в среднем от 1,5 до 2 км в прямой видимости и от 0,6 до 1 км на застроенной территории. Специализированные приемо-передатчики по радиоканалу редко бывают в продаже из-за появления альтернативных видов передачи видеосигнала, таких как WI-FI. Законодательством РФ запрещается использование радиочастот данного диапазона и таких устройств. Основное применение видеонаблюдения по радиоканалу остается за спецслужбами.

Второй тип беспроводной передачи (рисунок 8.7) видео-передача по каналам WI-FI. Отличие от первого типа в том, что видеосигнал не передается в аналоговом виде, а обрабатывается в самой видеокамере в цифровые данные, к примеру, в форматы видео MP4 или MJPEG, и по каналу WI-FI отправляет пакеты с данными, понятными любому компьютеру.

Рассмотрим вариант ближе к проводным системам, но с передачей основного канала связи по WI-FI. В таких системах применимы IP видеокамеры любого типа с любым разрешением 320x240, 640x480, 1–4 мегапикселя. Количество передаваемых кадров в секунду будет зависеть от скорости передачи данных самого канала WI-FI. С таким вариантом появляется выбор между IP видеокамерами по качеству и ценовой категории. Практически в каждой модели IP видеокамер есть микрофон или вход для подключения микрофона. На некоторых существует возможность, создавать канал двухсторонней аудио связи (рисунок 8.8).

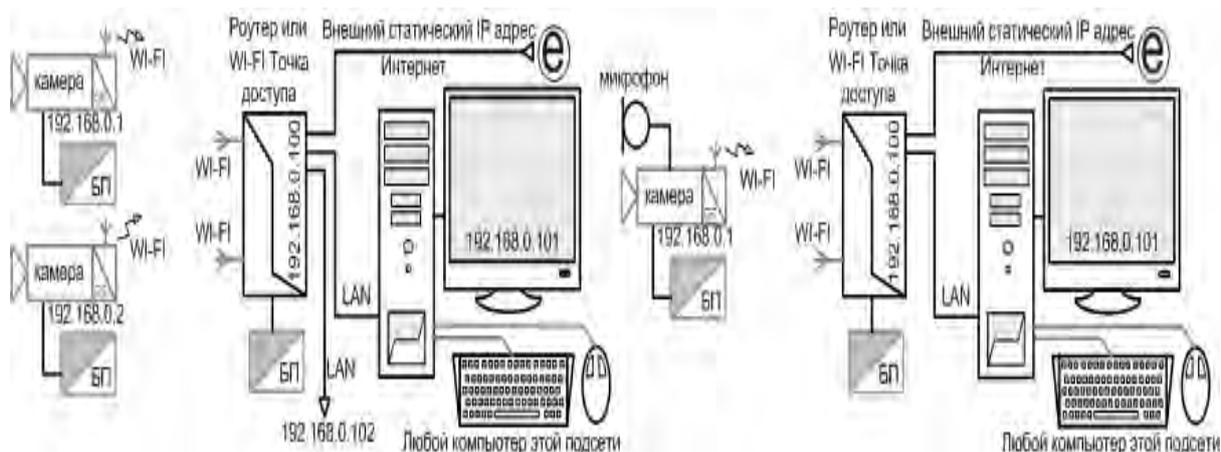


Рисунок 8.7 – Второй тип беспроводного видеонаблюдения

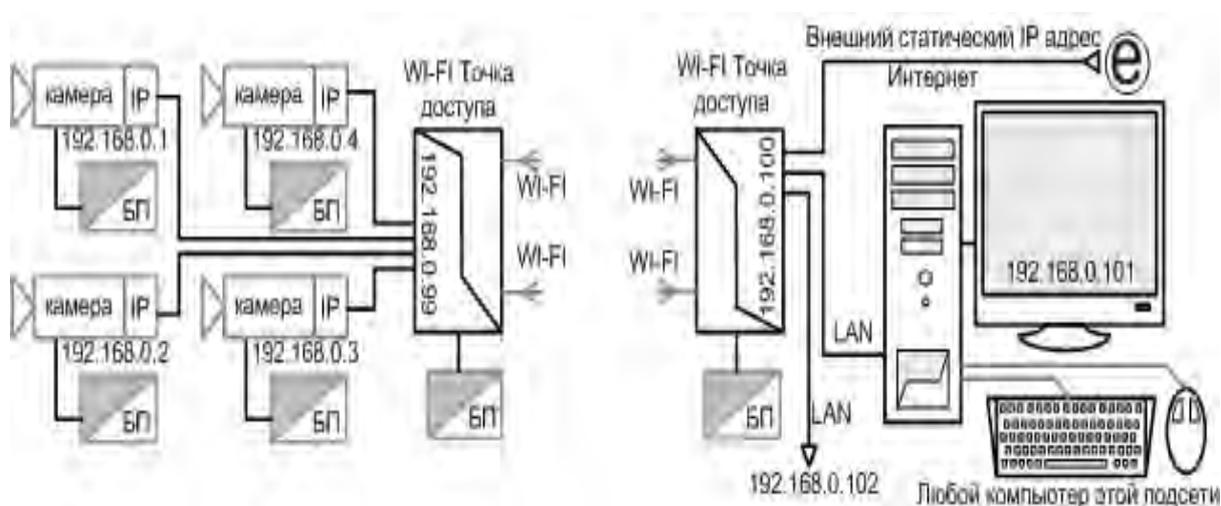


Рисунок 8.8 – Канал связи по WI-FI

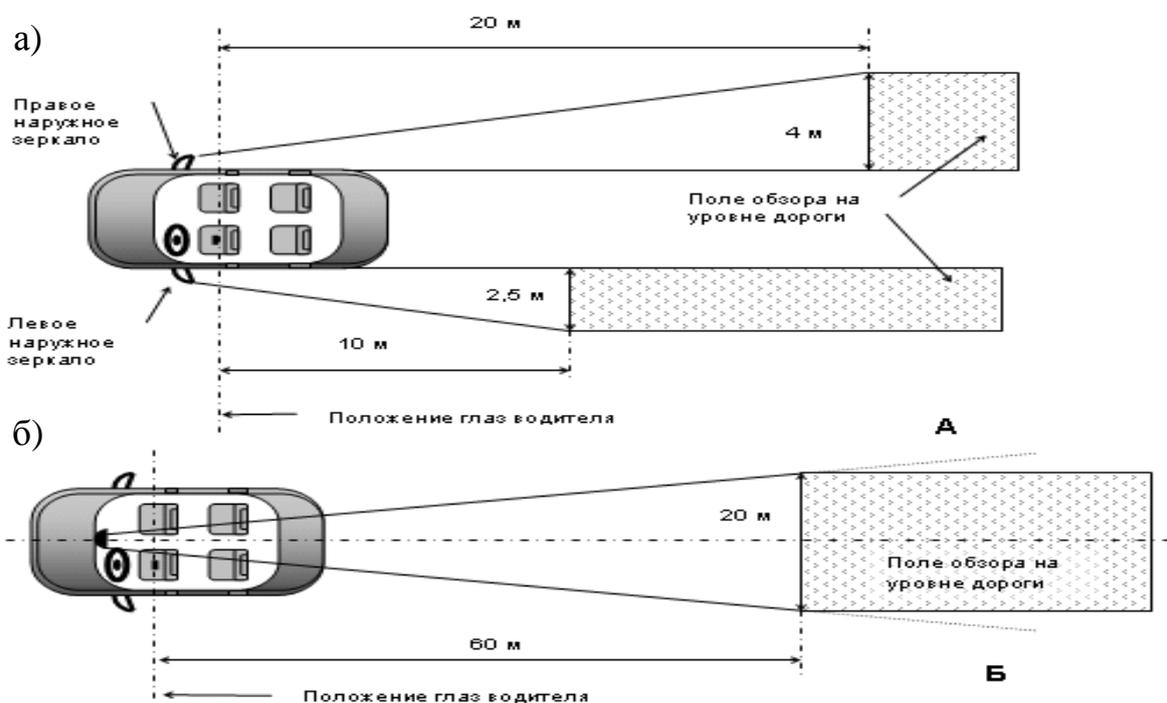
### Телевизионные системы обзора.

Телевизионные системы находят применение преимущественно на грузовых автомобилях, пассажирском транспорте и спецавтотехнике. Они позволяют не только просматривать «мертвую» зону позади автомобиля, обзор которой через обыкновенные зеркала невозможен из-за стенок кузова или длинного пассажирского салона. Они также позволяют наблюдать с места водителя за погрузочно-разгрузочными работами, посадкой и высадкой пассажиров, видеть препятствия при маневрировании задним ходом и предоставляют множество других преимуществ, недостижимых с помощью обыкновенных зеркал (рисунок 8.9).

Даже простейшая система позволяет просматривать картинку на мониторе как в зеркальном, так и в нормальном изображении. В первом случае видеоизображение логично воспринимается в едином ряду с отражением в зеркалах заднего вида. А во втором появляется возможность прочитать тексты дорожных указателей, другие надписи или рассмотреть номерной знак движущегося сзади автомобиля. Более сложные системы обла-

дают возможностями масштабирования изображения, измерения расстояния до объекта, их телекамеры могут поворачиваться в разные стороны, а на мониторе можно просматривать картинки одновременно с двух и более телекамер. Объектив телекамеры может быть защищен от обмерзания и запотевания обогреваемым стеклом.

Для легковых автомобилей разработаны системы с цветным жидкокристаллическим монитором, встроенным во внутри салонное зеркало. В состав телевизионной системы обзора может входить видеоманитофон, регистрирующий наблюдаемую видеокamerой обстановку, а сама система может быть интегрирована с прочей автомобильной аппаратурой – DVD-проигрывателем, мультимедиа-центром, системой навигации или бортовым компьютером.



а – в наружных зеркалах; б – во внутри салонном зеркале

Рисунок 8.9 – Минимальные необходимые зоны обзора в зеркалах легковых автомобилей

Простейшая видеосистема состоит из широкоугольной телекамеры на заднем борту автомобиля и монитора в салоне. Для автомобилей, занятых перевозкой грузов, ее возможностей вполне достаточно. В специальных случаях видеосистемы создаются исходя из конкретного назначения автомобиля. Например, на дорожных машинах используют поворотные камеры, обеспечивающие просмотр «мертвой» зоны при движении автомобиля и наблюдение за зоной работ при их выполнении. На инкассаторских автомобилях, обзор из которых затруднен броневой защитой, для наблюде-

ния за пространством как позади, так и по бокам автомобиля целесообразно применять несколько камер, а количество мониторов и место их установки следует выбирать таким образом, чтобы наблюдение мог вести не только водитель, но и сопровождающие автомобиль охранники.

Телевизионные системы обзора обладают существенно более широкими и гибкими возможностями, чем обыкновенные зеркала. А стоимость простых телевизионных систем уже сегодня вполне сопоставима со стоимостью современных зеркал заднего вида. Так что в будущем можно ожидать замещения зеркал видеокамерами и мониторами.

#### *Телестандарты.*

Строго говоря, телевизионный стандарт – это метод передачи изображений в виде электрических сигналов, одобренный какой-нибудь авторитетной организацией, такой, как SMPTE или МЭК.

Понятие телевизионного стандарта включает в себя значительное количество параметров, которые можно разделить на три основные группы:

- стандарты, касающиеся несущей частоты;
- стандарты, касающиеся частот разверток, частот видео и аудио трактов;
- стандарты, касающиеся систем цветности.

В процессе работы ТВ радиостанция формирует следующие радиосигналы:

- радиосигнал изображения – несущая изображения, модулированная полным цветовым ТВ сигналом;
- радиосигнал звукового сопровождения – несущая звука;
- радиосигнал вещательного телевидения – совокупность радиосигналов изображения и звукового сопровождения одной ТВ программы.

Полосу радиочастот, отводимую для передачи радиосигналом вещательного ТВ одной программы, называют радиоканалом. Согласно Регламенту радиосвязи и международным соглашениям для ТВ вещания используют наземные передающие станции на радиоволнах метрового (МВ) и дециметрового (ДМВ) диапазонов. Спектры метровых волн занимают полосу частот 30–300 МГц, а дециметровые – 300–3000 МГц. Используемые для ТВ вещания частоты условно разбиты на пять диапазонов, называемых также полосами (таблица 8.3).

Таблица 8.3 – Частотные диапазоны ТВ вещания

Полоса	Диапазон	Частота
I	МВ	41–68
II	МВ	87–100
III	МВ	162–230
IV	ДМВ	470–582
V	ДМВ	582–960



Граничные частоты I–III диапазонов в ряде стран несколько различаются. В России в метровом диапазоне волн для ТВ вещания используют полосы частот 48,5–66, 76–100 и 174–230 МГц, для звукового радиовещания УКВ – 66–74 МГц. В большинстве стран для радиовещания FM используют полосу 87,5–108 МГц.

Параметры ТВ сигнала, относящиеся к группе II отражены в таблице 8.4.

Таблица 8.4 – Основные параметры телестандартов группы II

Параметр	Возможные значения
Число строк	405; 525; 625; 819
Число кадров	25; 30
Ширина канала, МГц	5; 6; 7; 8; 14
Полоса видеосигнала, МГц	3; 4,2; 5; 5,5; 6; 10
Разнос несущих видео и звука, МГц	3,5; 4,5; 5,5; 6; 6,5; 11,15
Полярность модуляции	Положительная, отрицательная
Тип модуляции несущей звука	АМ, ЧМ

*Примечание* – АМ – амплитудная модуляция; ЧМ – частотная модуляция

Различные комбинации этих параметров объединены в группы, которые и образуют телевизионный стандарт. В мировой практике стандарты принято обозначать буквами латинского алфавита – от А до N (таблица 8.5). Принятие того или иного телестандарта в каждой конкретной стране определялось как технико-экономическими условиями, так и политическими и конкурентными соображениями.

Таблица 8.5 – Телевизионные стандарты

Стандарт	Число строк	Ширина канала, МГц	Полоса видеосигнала, МГц	Разнос несущих видео/звук, МГц	Полярность модуляции	Тип модуляции несущей звука
A	405	5	3	3,5	+	АМ
B	625	7	5	5,5	–	ЧМ
C	625	7	5	5,5	+	АМ
D	625	8	6	6,5	–	ЧМ
E	819	14	10	11,15	+	АМ
F	819	7	5	5,5	+	АМ
G	625	8	5	5,5	–	ЧМ
H	625	8	5	5,5	–	ЧМ
I	625	8	5,5	6	–	ЧМ
K	625	8	6	6,5	–	ЧМ
L	625	8	6	6,5	+	АМ
M	525	6	4,2	4,5	–	ЧМ
N	625	6	4,2	4,5	–	ЧМ

И, наконец, стандарты, связанные с системами цветности – NTSC, PAL и SECAM. Более подробно эти системы будут описаны ниже, пока же ограничимся самыми общими, но принципиальными положениями:

– во всех системах цветности используется дополнительная частота –

поднесущая;

- цветоразностные сигналы  $E_r$ -у и  $E_b$ -у определенным образом модулируют эту поднесущую частоту;

- все системы являются совместимыми по сигналу яркости  $Y$  (т. е. при совпадении кадровой и строчной частот возможен просмотр изображения в черно-белом варианте).

Достаточно знакомое в России сочетание «PAL/SECAM, B/G, D/K» обозначает на практике следующее:

- аппаратура может работать с системами цветности PAL и SECAM;
- в метровом диапазоне аппаратура может работать в стандарте B (PAL) и в стандарте D (SECAM);
- в дециметровом диапазоне аппаратура может работать в стандарте G (PAL) и в стандарте K (SECAM).

Несложно заметить, что несовпадение промежуточных частот звука делает невозможным его прием на аппаратуре, поддерживающей только один стандарт.

*Типы телевизионных сигналов.*

*Компонентные видеосигналы.*

В основе систем цветного телевидения лежат следующие физические процессы:

- оптическое разложение многоцветного изображения на три одноцветных изображения в основных цветах – красном (R), зеленом (G) и синем (B);

- преобразование трех одноцветных изображений в соответствующие им три электрических сигнала ( $E_r$ ,  $E_g$  и  $E_b$ );

- передача этих трех сигналов по каналу связи;

- обратное преобразование электрических сигналов в три одноцветных оптических изображения – красного, зеленого и синего цветов;

- оптическое сложение трех одноцветных изображений в одно многоцветное.

С учетом спектральной чувствительности зрения и технических параметров передающего и приемного телевизионного оборудования определено соотношение трех основных цветов, дающих в сумме черно-белое изображение:

$$E_y = 0,299 \cdot E_r + 0,587 \cdot E_g + 0,114 \cdot E_b.$$

Для выполнения условия совместимости цветного и черно-белого телевидения, а также совместимости между различными системами цветного телевидения, во всех системах реализован один общий принцип передачи телесигнала – черно-белая информация передается в сигнале яркости  $E_y$ , а информация о цвете передается двумя цветоразностными сигналами  $E_r$ -у и  $E_b$ -у, сигнал  $E_g$ -у получается из двух других при помощи простейшей схе-

мы из резистивной матрицы и инверторов. Необходимо отметить, что в разных источниках обозначение цветоразностных сигналов часто не совпадает и касается конкретных схемотехнических решений, например:

–  $E_r$ -y,  $E_b$ -y – цветоразностные сигналы, прошедшие цепи гамма-коррекции, компенсирующие искажения, вызванные нелинейной зависимостью яркости свечения экрана кинескопа от амплитуды модулирующего сигнала;

–  $I$ ,  $Q$  – цветоразностные сигналы, сдвинутые на  $+330$  для сужения полосы видеосигнала в системе NTSC (In-phase – синфазный, Quadrature – квадратурный);

–  $D_r$ ,  $D_b$  – цветоразностные сигналы, умноженные на масштабные коэффициенты в системе SECAM;

–  $U$ ,  $V$  – цветоразностные сигналы, умноженные на масштабные коэффициенты в системе PAL, и т. д.

Рассматривая схему формирования различных типов телевизионных сигналов (рисунок 8.10), становится очевидным, что, для получения компонентных сигналов  $Y$ ,  $R-Y$ ,  $B-Y$ , необходимо минимальное число преобразований исходных сигналов  $R$ ,  $G$ ,  $B$ .

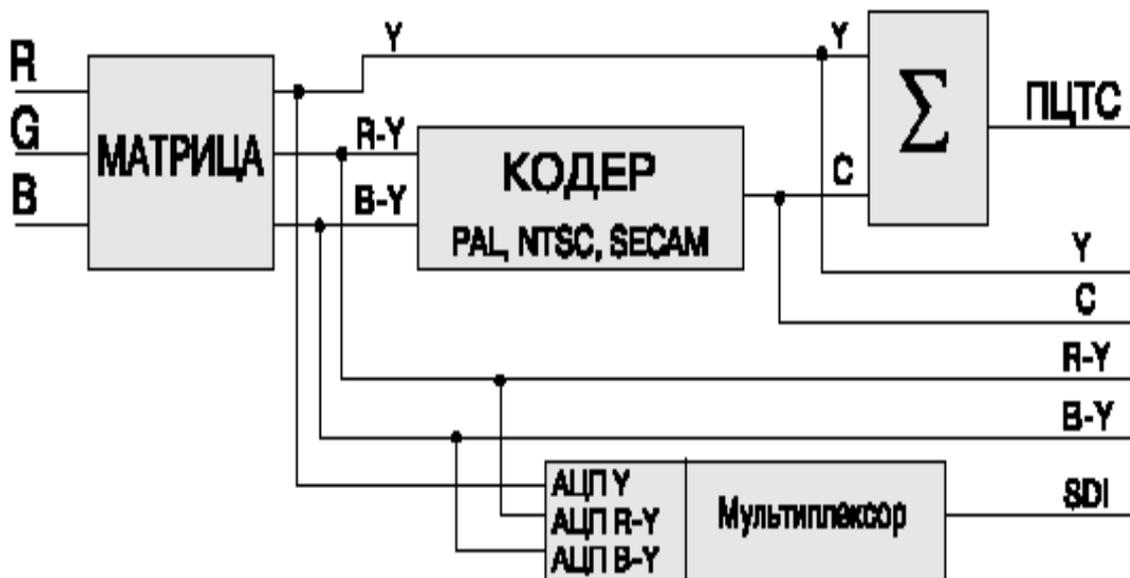


Рисунок 8.10 – Формирование видеосигналов

С учетом проблемы совместимости с черно-белым телевидением, которая решается достаточно просто только в том случае, если в телевизионном сигнале присутствует сигнал  $Y$ , передача компонент  $R-Y$  и  $B-Y$  становится необходимым (и достаточным) условием передачи цветного изображения с минимальными искажениями. В этом и заключаются две основные причины широчайшего использования компонентных аналоговых сигналов на всех этапах видеопроизводства. Если в качестве эталонного рассматривать сигнал цветных полос со 100-процентной насыщенностью, то

параметры компонентных сигналов системы PAL выглядят следующим образом:  $Y = 700$  мВ, синхроимпульсы равны 300 мВ,  $R-Y = B-Y = 700$  мВ. Не вдаваясь в технические подробности, необходимо отметить, что компонентные сигналы системы NTSC имеют небольшое отличие от сигналов PAL:  $Y = 647,5$  мВ (от белого до черного), «пьедестал» равен 52,5 мВ, синхроимпульсы равны 300 мВ,  $R-Y = B-Y = 650$  мВ (рисунок 8.10).

*Видеосигнал Y/C (см. рисунок 8.10).*

В этом стандарте видеосигнал имеет две составляющие: сигнал яркости  $Y = 700$  мВ (плюс синхроимпульсы равные 300 мВ) и сигнал цветности  $C$ , равный 300 мВ по цветовой «вспышке» и 830 мВ по сигналу цветных полос со 100-процентной насыщенностью. Сигнал яркости идентичен сигналу яркости в компонентном представлении, а сигнал цветности получается в результате преобразования цветоразностных сигналов  $R-Y$  и  $B-Y$  в кодере цветности требуемого цветового стандарта. Основное достоинство данного способа передачи сигнала состоит в устранении перекрестных помех типа «яркость–цветность», которые возникают в обычном декодере вследствие неполного разделения этих двух составляющих. Кроме того, такой сигнал легко превратить в обычный композитный сигнал путем простого суммирования составляющих.

*Композитный видеосигнал.*

Система кодирования полных (композитных) сигналов первоначально разрабатывалась как вещательная система, совместимая с черно-белым телевидением. В такой системе к сигналу существующего строчного стандарта добавляется цветовая информация на поднесущей, причем это делается таким образом, чтобы существующие телевизоры могли отображать черно-белое изображение. Другой критерий сводился к тому, что введение цвета не должно было приводить к увеличению полосы частот ТВ канала. В этом смысле полный цветовой видеосигнал можно рассматривать как один из ранних способов сжатия спектра. Хотя полные цветовые видеосигналы разработаны для передачи, их можно записывать на видеоленту. В случае систем NTSC и PAL возможно также микширование полных цветных видеосигналов. Поэтому первые студии цветного телевидения строились исключительно с использованием композитных видеосигналов. Кодер устанавливался в блоке управления камерой, а декодер находился у зрителя в телевизоре.

*Цифровые сигналы.*

Тип цифрового сигнала определяется, в большинстве случаев, следующими основными параметрами:

- типом оцифровываемого видеосигнала (композитный, компонентный);
- соотношением частот дискретизации яркостной и цветоразностных составляющих (4:4:4; 4:2:2; 4:2:0; 4:1:1);
- разрядностью оцифровки (8, 10, 12, 14 бит и более – для видео; 16,



20 бит и более – для звука);

- степенью компрессии (1:1; 2:1; 3,3:1; 4:1; 5:1; 10:1 и более);
- методом компрессии полученного цифрового потока (JPEG, MPEG-2 разных уровней и профилей).

Несмотря на стремительно возрастающее число цифровых форматов записи видеоизображения, следует отметить, что в настоящий момент существует только два типа цифровых интерфейсов – однонаправленные SDI, SDDI, QSDI, CSDI и двунаправленный IEEE-1394 (Fire Wire). Все они являются последовательными, т. е. цифровая информация передается по одному физическому проводнику в одну сторону, по другому – в другую (для IEEE-1394). В цифровом потоке могут быть «замешаны» цифровые данные многоканального звука, сигналов управления, системы обнаружения и исправления ошибок кодирования. Максимальное распространение получил интерфейс SDI (Serial Digital Interface – последовательный цифровой интерфейс), при помощи которого возможна стыковка разноформатного оборудования при наличии интерфейсных плат, поддерживающих этот стандарт. Передача сигналов по интерфейсам SDDI (Serial Digital Date Interface – последовательный цифровой интерфейс данных), QSDI (Quadra Serial Digital Interface – 4-скоростной последовательный цифровой интерфейс) и CSDI (Compression Serial Digital Interface – последовательный цифровой интерфейс передачи сжатых данных) пока ограничена пределами конкретного оборудования. По интерфейсу SDDI осуществляется перезапись со скоростью выше 1 в некоторых моделях формата Betacam SX, использующих запись информации на жесткий диск, QSDI обеспечивает 4-кратную скорость передачи данных для аппаратов DVCAM, оборудованных этим интерфейсом, а CSDI используется для ускоренной передачи данных в некоторых моделях оборудования DVCPRO.

#### *Системы цветности NTSC, PAL, SECAM.*

В настоящее время наиболее распространенными системами цветного телевидения являются NTSC, PAL и SECAM, которые отличаются методами кодирования сигналов цветности.

NTSC (National Television System Committee – Национальный комитет телевизионных систем) – первая система цветного телевидения, нашедшая практическое применение. Разработана в США и принята для вещания в 1953 г., используется также в Канаде, Мексике, Японии. Полный цветной телевизионный сигнал стандарта NTSC содержит в каждой строке составляющую яркости  $E_y$  и сигнал цветности, представляющий собой некую частоту (поднесущую), промодулированную двумя сигналами цветности  $E_{г-у}$  и  $E_{б-у}$ .

Для устранения взаимных помех между сигналами цветности используется квадратурная балансная модуляция. Цветоразностные сигналы  $E_{г-у}$  и  $E_{б-у}$ , модулирующие поднесущую частоту, вырабатываемую кварцевым генератором (фаза которой для каждого из них отличается на  $90^\circ$ ), склады-



ваются (рисунок 8.11). В результате получается вектор  $U$ , который однозначно определяет цветовой тон и насыщенность цветового изображения. Но система NTSC не позволяет компенсировать фазовые погрешности, возникающие при передаче цветных сигналов и приводящие к искажению цвета в изображении.

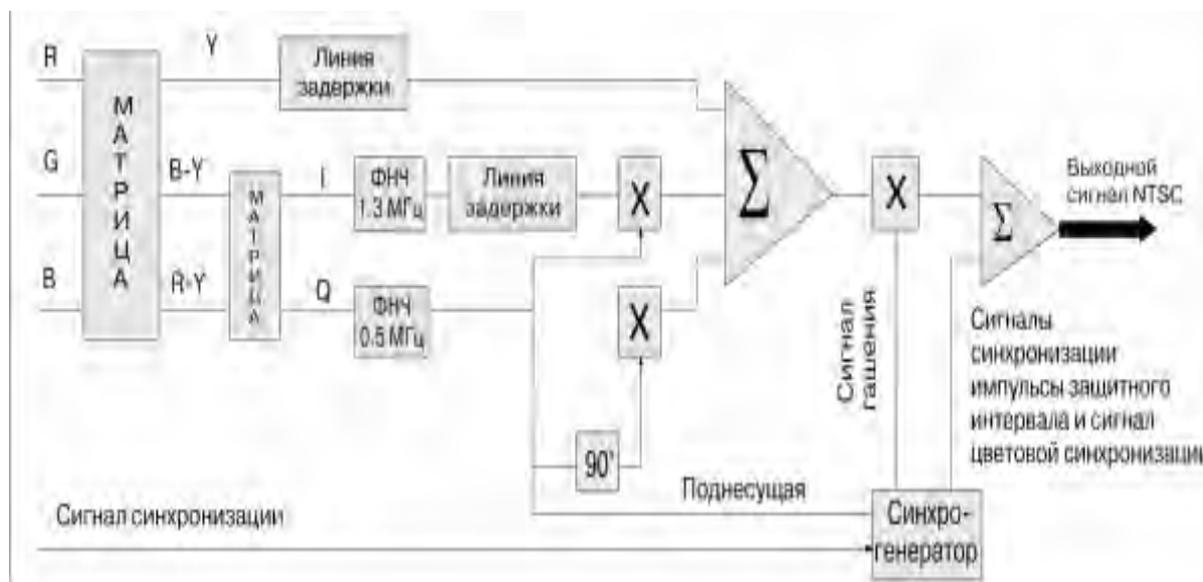


Рисунок 8.11 – Кодер NTSC

PAL (Phase Alternation Line – строка с переменной фазой) – система цветного телевидения, предложенная фирмой Telefunken (ФРГ). Создана из-за необходимости компенсировать фазовые сдвиги в сигнале. Основное отличие от NTSC – модуляция цветоразностным сигналом  $E_r$ -у поднесущей, имеющей не постоянную фазу, а изменяющуюся от строки к строке на  $180^\circ$ . В приемнике PAL сигнал цветности проходит линию задержки на длительность одной строки, после чего происходит его сложение и вычитание с основным (незадержанным) сигналом. В процессе этого совпадающие по фазе сигналы складываются, а противоположные по фазе – вычитаются. Таким образом, сигналы  $E_r$ -у и  $E_b$ -у полностью разделяются, что исключает возникновение перекрестных искажений. Это является одним из основных преимуществ системы PAL по сравнению с NTSC, где фазовая ошибка генератора поднесущей не может быть более  $10^\circ$ , в то время как в PAL – до  $26^\circ$  (это позволяет при равном качестве цветопередачи иметь для оборудования PAL более грубый допуск на фазовую ошибку генератора поднесущей). Структурная схема кодера сигнала PAL приведена на рисунке 8.12.

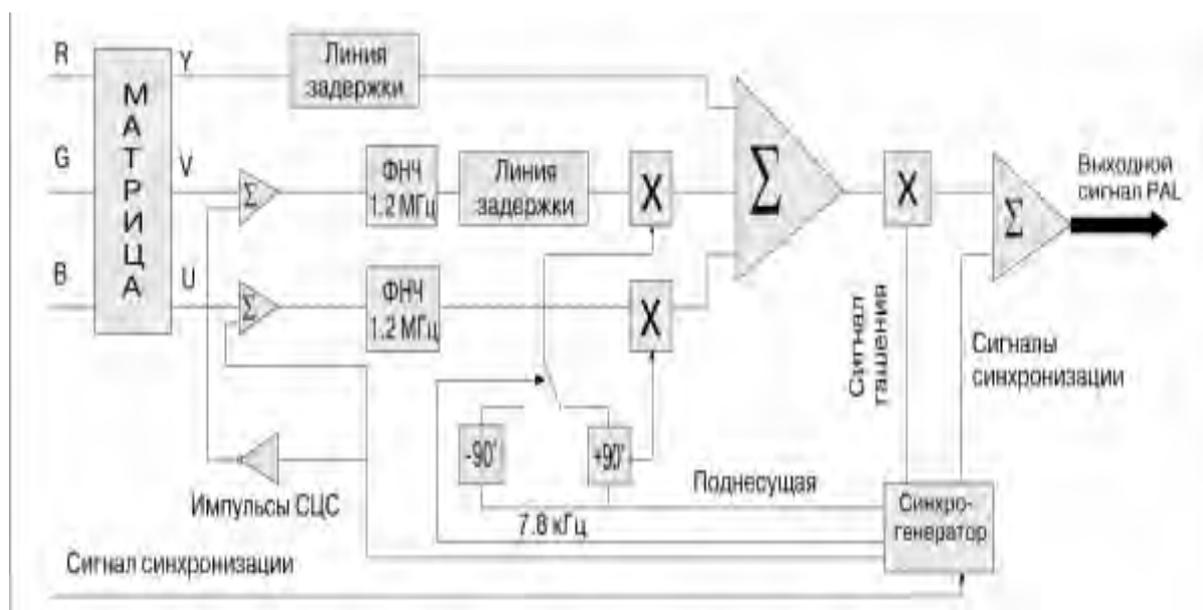


Рисунок 8.12 – Кодер PAL

SECAM (Sequentiel Couleur Avec Memoire – последовательная передача цветов с запоминанием) – система цветного телевидения, разработанная Анри де Франсом (Франция) в 1954 г. Заключается в поочередной, через строку, передаче частотно-модулированных сигналов со средними частотами 4,25 МГц – для  $E_r$ -у и 4,40625 МГц – для  $E_b$ -у. Сигналы цветовой синхронизации передаются в гасящих импульсах полей и расположены в нечетных полях с 7 по 15 строку и в четных – с 320 по 328 строку. Они представляют собой импульсы в форме трапеции длительностью в одну строку. В настоящее время эта система вытесняется более современной, основанной на передаче импульсов цветовой синхронизации не в кадровых, а в строчных гасящих импульсах – аналогично «вспышке» в системах PAL и NTSC. Основная причина этих изменений – передача сигналов теле-текста, которым необходимо место в кадровых гасящих импульсах. Структурная схема кодера SECAM приведена на рисунке 8.13. Сигнал SECAM хорошо подходит для передачи, поскольку частотно-модулированный сигнал цветности не испытывает влияния ошибок дифференциального усиления и дифференциальной фазы. Это свойство позволяет ему противостоять временным ошибкам в аналоговых видеомагнитофонах, поскольку требования системы SECAM к временной стабильности несколько не выше, чем в черно-белом телевидении. Однако сигнал SECAM не допускает никаких манипуляций. Даже простое выведение до черного изображения в SECAM невозможно, поскольку эта операция не влияет на частоту сигнала цветности. В результате сигнал яркости будет уменьшаться, а сигнал цветности будет становиться все более зашумленным, пока не пропадет. На практике в странах, использующих систему SECAM, программы производят по системе PAL, транскодируя их для передачи. Не удивительно, что Франция

находится в первых рядах разработок видеотехники с отдельным кодированием, т. к. это было просто необходимо.



Рисунок 8.13 – Кодер SECAM

Но процесс стандартизации телевизионного вещания не стоит на месте. Появляются новые программы по разработке улучшенных систем телевизионного вещания, совместимых с уже существующими: PALplus, SECAMplus. Считается, что формат кадра 16:9 больше подходит психофизиологическим условиям восприятия изображений, чем принятый формат с соотношением сторон 4:3; поэтому целью создания стандарта PALplus и явилась возможность передачи изображения формата 16:9 при числе строк в кадре 625. А появление новых систем телевизионного вещания высокой четкости повлекло за собой разработку стандартов – 1250/50/2:1 и 1125/60/2:1.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Низкочастотная передача видеосигнала по коаксиальному кабелю.
- 2 Передача видеосигнала по оптоволоконной линии.
- 3 Передача видеосигнала по оптическому каналу.
- 4 Высокочастотная передача видеосигнала по радиоканалу.
- 5 Принцип передачи сигнала по витой паре.
- 6 Беспроводные каналы связи.
- 7 Телевизионные системы обзора.
- 8 Типы телевизионных сигналов.
- 9 Компонентные видеосигналы. Видеосигнал Y/C. Композитный видеосигнал. Цифровые сигналы.
- 10 Системы цветности NTSC, PAL, SECAM.

## 9 Лабораторная работа № 9. Исследование автомобильной связной системы СВ-диапазона ТАИС-PM41

### *Цель работы*

- 1 Описать автомобильную связную систему СВ-диапазона «ТАИС-М41».
- 2 Изучить основные составные части, технические характеристики трансивера СВ-диапазона «ТАИС-PM41».
- 3 Классифицировать порядок подключения и работы трансивера СВ-диапазона «ТАИС-PM41».

### *Задание*

- 1 Изучить и кратко описать основные технические характеристики радиостанции «ТАИС-PM41».
- 2 Изучить и описать комплектность и органы управления радиостанции «ТАИС-PM41».
- 3 Описать порядок работы на радиостанции «ТАИС-PM41».

### *Порядок выполнения работы*

- 1 Ознакомиться с оборудованием и приборами на рабочем месте.
- 2 Записать паспортные данные измерительных приборов и испытуемого оборудования.

### *9.1 Краткие теоретические положения*

Назначение связной системы СВ-диапазона «ТАИС-PM41».

Радиостанция «ТАИС-PM41» предназначена для обеспечения речевой связи между абонентами на расстоянии до 12–25 км в городских условиях и до 25–50 км за городом, в зависимости от рельефа местности, наличия помех и высоты расположения антенны (таблица 9.1).

Радиостанция совместима по диапазону частот и виду модуляции с радиостанциями «ТАИС-BT31», «ТАИС-PM43» и другими радиостанциями диапазона 27 МГц.

Работоспособность радиостанции сохраняется при изменении напряжения питания от 10 до 15 В и КСВ антенно-фидерного устройства не более трех.

Параметры радиостанции соответствуют техническим условиям ИКСШ 464.418.010 ТУ.



Таблица 9.1 – Основные технические характеристики

Параметр	Значение
Диапазон частот, МГц	26,975–27,855
Число каналов	85
Вид модуляции	F3E (ЧМ)
Номинальное напряжение питания, В	13,8
Габариты, мм	165x170x44
Вес, г	1200
<i>Передатчик</i>	
Выходная мощность, Вт	10
Внеполосные излучения, дБ	Минус 55
Ток потребления, не более, А	2,5
<i>Приемник</i>	
Реальная чувствительность при соотношении (С + Ш)/Ш = 10 дБ/мкВ	0,15
Избирательность, не хуже, дБ	70
Выходная мощность звуковой частоты, Вт	1,5
Ток потребления в дежурном режиме, не более, мА	200

Комплектность автомобильной связной системы СВ-диапазона «ТАИС-PM41»:

- радиостанция PM41;
- тангента;
- провод питания;
- крепежная скоба;
- винты крепежные с резиновыми шайбами (2 шт.);
- скоба для крепления тангенты;
- паспорт;
- упаковочная коробка.

Органы управления радиостанции PM-41 представлены на рисунке 9.1.

На рисунке 9.1 позициями обозначены:

1 – тангента с микрофоном; 2 – регулятор шумоподавителя; 3 – регулятор громкости с выключателем питания; 4 – индикатор «ПМ» режима «Прием»; 5 – индикатор «ПД» режима «Передача»; 6 – кнопка «С» включения режима установки сеток частот; 7 – кнопка «А/Ф» включения канала 9СЕ (канал бедствия) или включения адресного режима работы при установленной плате CTCSS (модель PM41А) или DTMF (модель PM41Д); 8 – кнопка «ТОН» (тональный вызов); 9 – клавиша «Передача»; 10 – гнездо для подключения антенны; 11 – кнопка «▶» увеличения номера канала, выбора сетки частот; 12 – кнопка «4» уменьшения номера канала, выбора сетки частот; 13 – крепежная скоба; 14 – крепежные винты; 15 – громкоговоритель; 16 – 16, 17, 18 – кнопки П1, П2, П3 ячеек памяти; 17 – кнопка «СК» режима сканирования по каналам памяти; 18 – кнопка «ПСК» режима сканирования по всем каналам; 19 – индикатор номера канала или сетки; 20 – разъем для подключения обычной или DTMF-тангенты; 21 – разъем для подключения внешнего громкоговорителя (не менее 4 Ом).



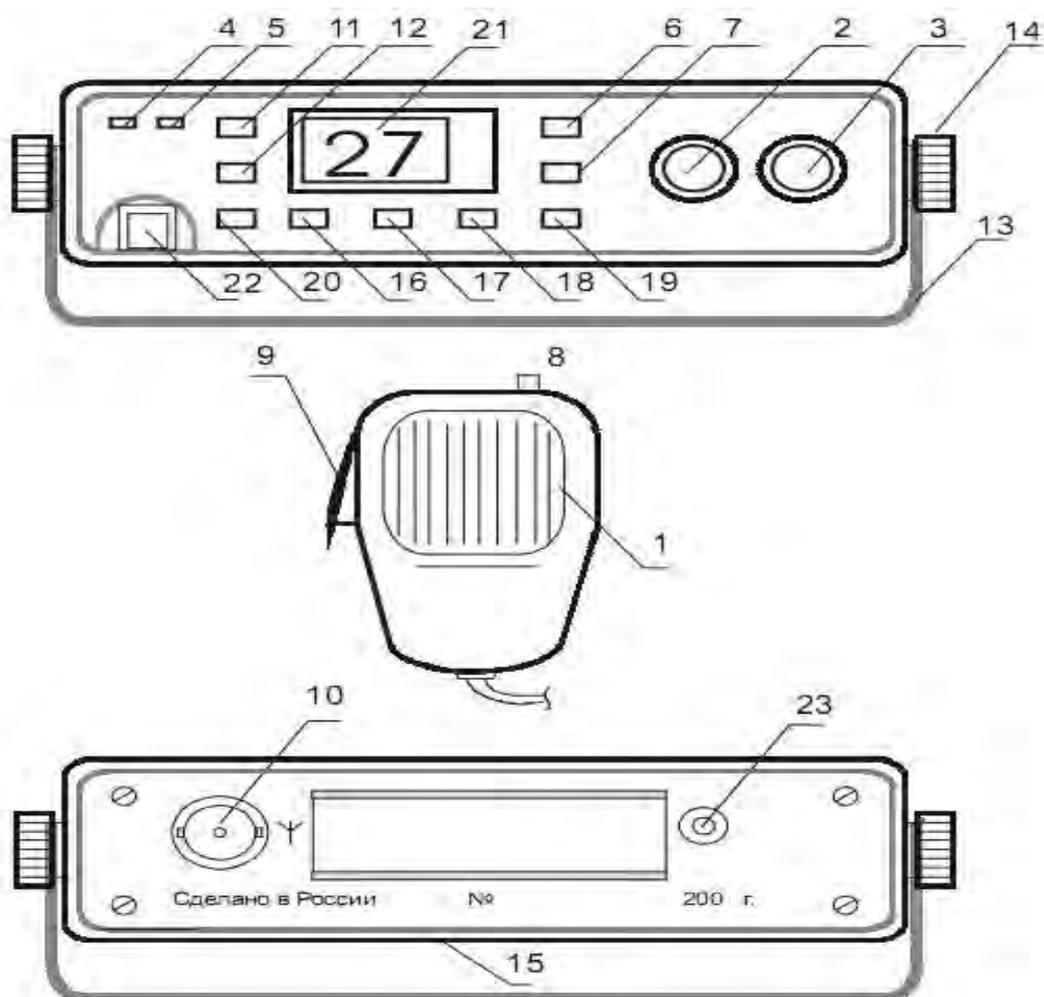


Рисунок 9.1 – Внешний вид радиостанции, расположение и назначение органов управления

### *Порядок работ*

1 Подключите провода от разъема питания к бортовой сети автомобиля или к стабилизированному источнику питания с напряжением 12–14 В и током нагрузки не менее 2,5 А. Красный провод или провод с красной меткой – к «плюсу», второй провод – к «минусу». При подключении разъема питания радиостанция должна находиться в выключенном положении.

2 Подключите к разъему 10 радиостанции антенну. Антенна должна быть специальная, настроенная на диапазон 27 МГц. **Запрещается** использовать автомобильные антенны для магнитол или другие антенны, не рассчитанные на указанный диапазон частот, а также включать радиостанцию в режим передачи без антенны, т. к. это может привести к выходу радиостанции из строя! КСВ антенны должен быть не более трех.

3 Подключите тангенту к разъему 22 радиостанции.

4 Включите радиостанцию, регулятором громкости установите желаемый уровень громкости, а регулятор шумоподавителя (при отсутствии

на входе приемника полезного сигнала) установите в положение соответствующее отсутствию шумов рядом с порогом их пропадания. Для приема слабых сигналов установите ручку шумоподавителя в крайнее правое положение. В этом положении шумоподавитель отключен. В крайнем левом положении регулятора шумоподавителя чувствительность приемника минимальна, этот режим используется для приема сильных сигналов («местный прием»). Для индикации режима «Прием» служит индикатор 4, который загорается при открывании шумоподавителя. Это позволяет визуально определить прием сигналов при случайно «завернутой» ручке регулятора громкости.

5 В радиостанции предусмотрены следующие режимы, которые включаются путем нажатия и удержания определенной кнопки при включении радиостанции:

- 40-канальный режим (1–40 каналы сетки С) – кнопка «С»;
- 85-канальный режим (сетки С и D) – кнопка «П1»;
- включение девятого канала сетки С – кнопка «ТОН» на тангенте;
- блокировка/разблокировка кнопок управления – кнопка «▶»;
- включение/выключение «бипов» при нажатии кнопок – кнопка «◀»;

При последующих включениях радиостанции (без удержания кнопок) ранее выбранный режим сохраняется.

6 Установите необходимый канал при помощи кнопок «▶» и «◀». Номер канала отображается на индикаторе. Для переключения в режим выбора сеток нажмите кнопку «С», при этом на индикаторе на 3 с появится буквенное обозначение сеток (СЕ или DE). Переключение сеток производится кнопками «▶» и «◀». Для быстрого переключения из режима установки сеток в режим выбора каналов повторно нажмите кнопку «С».

7 Радиосвязь между абонентами осуществляется двумя и более радиостанциями, одна из которых работает в режиме «Передача», а другая – в режиме «Приём». На всех радиостанциях должен быть установлен один и тот же номер канала в одинаковой сетке частот. Для вызова абонента удобно использовать кнопку 8 тонального вызова на тангенте, которая нажимается одновременно с клавишей «Передача». При этом в эфир посылается вызывной тональный сигнал, а на индикаторе станции высвечивается рабочая сетка частот, которая сменяется номером канала после отпущения кнопки 8. При нажатии клавиши «Передача» загорается индикатор «ПД». Для передачи речевого сообщения нажмите только клавишу «Передача». В конце сообщения отпустите клавишу «Передача».

8 В режиме приема кнопка тонального вызова тангенты реализует функцию «Монитор», при которой открывание шумоподавителя происходит независимо от положения ручки шумоподавителя, при этом на индикаторе высвечивается обозначение рабочей сетки частот.

9 В радиостанции имеются три ячейки памяти («П1», «П2», «П3»), в



которые могут быть записаны любые из доступных каналов. Запись каналов в память производится в следующем порядке:

- установите на индикаторе сетку и номер того канала, который вы хотите записать в память;
- нажмите кнопку «П1» и удерживайте ее до двойного звукового сигнала.

Аналогично производится запись в ячейки памяти «П2»–«П3». Вызов из памяти записанных каналов осуществляется кнопками «П1»–«П3». Включение радиостанции с удержанием кнопок «С», «П1»–«П3» приводит к стиранию каналов, записанных в память и восстановлению заводских настроек: «П1» – 9СЕ, «П2» – 19СЕ, «П3» – 27СЕ.

10 В радиостанции предусмотрен режим «разноса частот», при котором приемник и передатчик настраиваются на разные каналы, что может быть необходимо, например, для работы с ретранслятором.

Указанный режим обеспечивается за счет отдельной записи в ячейки памяти рабочих каналов приёма и передачи. Запись в память каналов приема производится в соответствии с п. 9. Запись в ячейки памяти каналов передачи производится в следующем порядке:

- установите на индикаторе сетку и номер того канала, который вы хотите записать в качестве канала передачи;
- при нажатой клавише «Передача» нажмите и удерживайте до двойного звукового сигнала одну из кнопок памяти «П1»–«П3». При этом записанные ранее в эту ячейку каналы приема останутся без изменений.

Для вызова из памяти записанного канала кратковременно нажмите одну из кнопок памяти, при этом индикатор покажет номер канала приема, а при нажатии клавиши «Передача» – канал передачи. Нажатие кнопки «Тон» вызывает на индикатор показание соответствующей сетки частот.

11 В радиостанции предусмотрены два режима сканирования:

- сканирование по каналам памяти (включается кнопкой «СК»);
- сканирование по текущей сетке (включается кнопкой «ПСК»);

Во всех режимах сканирования при обнаружении сигнала в каком либо канале процесс сканирования приостанавливается на 3 с, а затем опять возобновляется. Отключение режима сканирования производится нажатием любой кнопки на лицевой панели радиостанции или клавишей «Передача» на тангенте.

12 В радиостанции обеспечивается запоминание всех текущих настроек и режимов после выключения питания.

13 В радиостанции предусмотрена возможность установки интерфейсного разъема для подключения дополнительных внешних устройств (средства автоматики и регистрации сигналов).

14 Для работы с радиостанцией «ТАИС-РМ41» рекомендуется применять следующее оборудование:

- «ТАИС-ИП3» (PS-3), «ТАИС-ИП15» (PS-15) – стационарные



блоки питания;

- «ТАИС-МА27» – автомобильная антенна на магнитном основании;
- «ТАИС-КА27» – автомобильная антенна на кронштейне для установки на водосток автомобиля;
- «ТАИС-КМ2» – индикатор КСВН и мощности;
- «ТАИС-ТИ1» – телефонный интерфейс для подключения абонентов радиосети к телефонным сетям учреждений АТС;
- «ТАИС-РМ43» – мобильные/стационарные радиостанции различных модификаций;
- «ТАИС-ВТ31» – портативные радиостанции различных модификаций.

*Системы управления шумоподавителем, реализованные в различных моделях радиостанций серии РМ41, РМ43.*

Большинство радиостанций имеют систему шумоподавления, обеспечивающую включение низкочастотного тракта приемника в случае превышения уровнем сигнала порога срабатывания, установленного регулятором шумоподавителя радиостанции. Существенный недостаток обычной системы управления шумоподавителем состоит в том, что пользователь будет слышать все посторонние переговоры в выбранном канале.

В радиостанциях ТАИС-РМ41А, РМ43А, РМ41Д, РМ43Д предусмотрена возможность применения более совершенных систем шумоподавления, реагирующих лишь на информацию, предназначенную только данному пользователю. Возможны следующие варианты систем шумоподавления, определяемых установкой соответствующих дополнительных плат.

**Адресный режим работы (РМ41А, РМ43А).** При переводе станции в этот режим ручная регулировка шумоподавителем отключается и включается автоматическая система тонального управления шумоподавителем – CTCSS (Code Tone Control Squelch System). В адресном режиме осуществляется модуляция несущей частоты передатчика тональным сигналом низкой частоты. Эти сигналы лежат ниже частот речевого сигнала и на слух не воспринимаются. Радиостанция корреспондента, снабженная аналогичной системой, распознает только сигнал, промодулированный соответствующей ей низкой частотой («свой» адрес). Передача тонального сигнала в эфир происходит синхронно с нажатием клавиши «Передача» тангенты. Установленная CTCSS-плата обеспечивает 16 адресов для работы в описанном режиме. Использование CTCSS особенно эффективно как дополнительное средство защиты телефонного интерфейса от несанкционированного доступа.

**Персональный DTMF-вызов (РМ41Д, РМ43Д),** т. е. автоматическое открывание шумоподавителя радиостанции цифровым кодом, передаваемым в стандарте DTMF (Dual-Tone-Multi-Frequency – двухтональные сигналы). Дополнительная DTMF-плата обеспечивает 100 адресов персонального и 10 адресов группового вызова. Система очень эффективна для организации локальных систем связи с большим количеством корреспондентов.



тов. Набор кода для персонального вызова корреспондента осуществляется с тангенты, имеющей соответствующее наборное поле (DTMF-тангента).

*Блок питания.*

Блок питания – 1–29 В.

Во многих современных стабилизаторах для улучшения их качественных показателей используют операционные усилители, обладающие большим коэффициентом усиления и стабильными характеристиками.

Однако относительно простая модификация традиционного по схеме транзисторного стабилизатора позволяет заметно улучшить его технические характеристики и избежать некоторых трудностей, возникающих при конструировании стабилизаторов с применением ОУ (особенно в устройствах с регулированием выходного напряжения в широких пределах). Высокий коэффициент стабилизации описываемого блока питания обусловлен усилителем с динамической нагрузкой.

Источник образцового напряжения собран на полевом транзисторе, что дает возможность снизить выходное сопротивление стабилизатора и получить глубокое регулирование выходного напряжения.

Основные технические характеристики источника питания:

- напряжение на входе стабилизатора, 30 В;
- пределы регулирования выходного напряжения, 1–29 В;
- максимальный ток нагрузки, 2 А;
- коэффициент стабилизации напряжения, 60 дБ;
- выходное сопротивление, 0,5–10 мОм;
- температурная нестабильность выходного напряжения в интервале температур 20–50 °С, не более 0,5 %.

Нестабильность выходного напряжения стабилизатора обычно складывается из нестабильности образцового напряжения и дрейфа ОУ. В описываемом стабилизаторе она определяется в основном только температурным дрейфом первого активного элемента.

Стабилизатор (рисунок 9.2) состоит из двух усилителей с динамической нагрузкой с последовательным управлением.

Первый собран на транзисторах V13, V12, где V13 включен по схеме с общим затвором, а V12 – с общим коллектором; второй – на транзисторах V14, V15 (V14 – с общим эмиттером, а V15 – с общим коллектором).

Сигнал обратной связи с движка резистора R9, приложенный к истоку транзистора V13, усиливается без инвертирования фазы и поступает на базу транзистора V14. Транзистор V13 работает в режиме, близком к отсечке тока. Напряжение между истоком и затвором является в стабилизаторе образцовым.

Цепь R2R3V11 служит только для температурной компенсации изменения тока стока транзистора V13 (без нее при замкнутом на общий провод затворе этого транзистора выходное напряжение стабилизатора изменяется на 3–5 % в температурном интервале 20–50 °С).



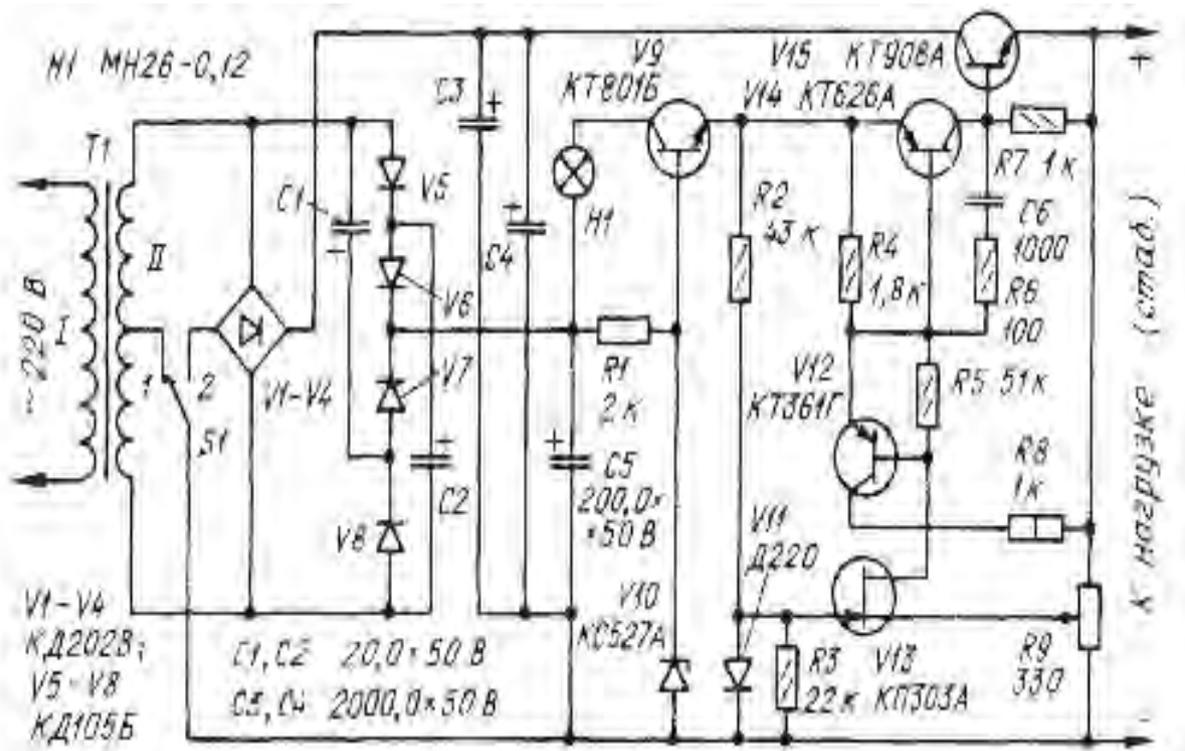


Рисунок 9.2 – Схема стабилизатора

С коллектора транзистора V14 проинвертированный и усиленный сигнал передается на базу мощного регулирующего транзистора V15. Управляющий элемент питается от параметрического стабилизатора на стабилитроне V10 и транзисторе V9. Для получения более высокого коэффициента использования напряжения основного выпрямителя VI-V4 стабилизатор на транзисторе V9 питается от умножителя напряжения на диодах V5-V8 и конденсаторах C1, C2. Умножитель подключен ко вторичной обмотке трансформатора T1.

Лампа H1 служит для ограничения коллекторного тока через транзисторы V9, V14 и базового тока транзистора V15 при коротком замыкании в цепи нагрузки, а также для индикации перегрузки. В момент перегрузки вследствие возрастания базового тока транзистора V15 происходит снижение напряжения на входе параметрического стабилизатора до уровня 30 В, где это напряжение почти полностью падает на лампе H1 за вычетом падения напряжения на транзисторах V9, V14 и эмиттерном переходе транзистора V15. Ток по этой цепи не превышает 120–130 мА, что меньше предельно допустимого для ее элементов.

В стабилизаторе использован проволочный переменный резистор с допустимой мощностью рассеивания 3 Вт (ППБ-3, ППЗ-40). Транзистор V13 необходимо подобрать с малым значением начального тока стока – только тогда нижняя граница выходного напряжения стабилизатора будет близка к 1 В. Ток стока этого транзистора при напряжении между стоком и истоком 10 В и затворе, замкнутом на исток, должен быть в пре-

делах 0,5–0,7 мА. При монтаже стабилизатора между диодом V11 и транзистором V13 необходимо обеспечить хороший тепловой контакт, для чего достаточно склеить их корпуса.

Транзистор V15 желательно выбрать с большим статическим коэффициентом передачи тока базы. Кроме указанных на схеме, можно использовать кремниевые транзисторы серий КТ203, КТ208, КТ209, КТ501, КТ502, КТ3107 (V12), КТ814, КТ816 (V14), транзисторы КТ815, КТ817 с любым буквенным индексом, КТ807Б (V9), КТ803А, КТ808А, КТ819 с любым буквенным индексом (V15).

В стабилизаторе можно применить и германиевые транзисторы МП40А, а также любые из серий МП20, МП21, МП25, МП26 (V12), ГТ402, ГТ403, П213–П215 (V14). Вместо КС527А можно применить стабилитроны Д813, Д814Д (по два последовательно), Д810, Д814В (по три последовательно). Транзисторы V9 и V14 желательно установить на небольшие радиаторы (с полезной площадью 20–30 см<sup>2</sup>). Для транзистора V15 необходим радиатор с полезной площадью не менее 1500 см<sup>2</sup>. С целью облегчения теплового режима этого транзистора предусмотрено ступенчатое изменение напряжения на входе стабилизатора тумблером S1, рассчитанным на ток 2 А. В положении 1 на вход стабилизатора подается 15 В, а в положении 2–30 В. Когда тумблер находится в положении 2 и сопротивление нагрузки близко к минимуму, стабилизированное напряжение не следует устанавливать менее 15 В. Сетевой трансформатор намотан на магнитопроводе трансформатора ТС-60.

Первичная обмотка оставлена без изменения, вторичная перемотана; она содержит 200 витков (по 100 витков на каждую катушку) провода ПЭВ-2 – 1,16. Возникающую иногда в стабилизаторе высокочастотную генерацию можно подавить либо увеличением номинала конденсатора Сб, либо включением в цепь базы транзистора V15 резистора сопротивлением 5–10 Ом мощностью 1 Вт. Для обеспечения устойчивой работы стабилизатора его монтаж нужно выполнять проводниками минимальной длины, имеющими большое сечение токопроводящей жилы.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Пояснить назначение исследуемого устройства.
- 2 Показать основные технические характеристики.
- 3 Описать назначение органов управления трансивера.
- 4 Описать порядок работы трансивера.
- 5 Пояснить работу системы управления шумоподавителем.
- 6 Описать технические характеристики и основные узлы блока питания.



## Список литературы

- 1 **Друзин, Я. В.** Телевизионные системы отображения информации / Я. В. Друзин, С. Э. Коганер. – М. : Радио и связь, 1992. – 320 с.
- 2 **Ибрагим, К. Ф.** Телевизионные приемники / К. Ф. Ибрагим. – М. : Радио и связь, 1995. – 280 с.
- 3 **Павлов, Б. А.** Телевизионный прием в автомобиле / Б. А. Павлов. – М. : Радио и связь, 2002. – 180 с.
- 4 **Борисов, В. А.** Радиотехнические системы передачи информации / В. А. Борисов, В. В. Калмыков, Я. Н. Ковальчук. – М. : Радио и связь, 1990. – 310 с.

