

**4642**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

# **ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОЛИНИИ СРЛ-11**

Методические указания к лабораторным работам № 3 – 5

Рязань 2013

УДК 621.396.43

Исследование радиолинии СРЛ-11: методические указания к лабораторным работам № 3 – 5 / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: А.В.Егоров, В.А.Корнеев, Силва Висенте, Малебу Педру. – Рязань, 2013.- 40 с.

Изложены принципы функционирования и особенности построения аппаратуры телевизионной радиорелейной линии СРЛ-11, приведены основные технические и эксплуатационные характеристики, функциональные схемы трактов, методика измерения основных параметров радиоканала, видеотракта и звуковых каналов. Приведена программа выполнения лабораторных работ.

Предназначены для студентов 4-го курса дневной формы обучения специальности 210404 «Многоканальные телекоммуникационные системы» и бакалавров направления 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», обучающихся по курсу «Спутниковые и радиорелейные системы связи».

Ил. 9.

*Радиорелейная станция, приёмопередающее устройство, модуляция, демодуляция, групповой тракт, оконечное оборудование, видеотракт, звуковой канал, групповой ТВ сигнал*

Печатается по решению редакционно-издательского совета Рязанского государственного радиотехнического университета.

Рецензент: кафедра радиоуправления и связи Рязанского государственного радиотехнического университета (зав. кафедрой д-р. техн., наук, проф. С.Н.Кириллов)

Исследование радиолинии СРЛ-11

Составители: Е г о р о в Алексей Владимирович  
К о р н е е в Валерий Александрович  
В и с е н т е Силва  
М а л е бу Педру

Редактор Н. А. Орлова  
Корректор С. В. Макушина

Подписано в печать 15.10.12. Формат бумаги 60х84 1/16.

Бумага газетная. Печать трафаретная. Усл. печ. л. 2,5.

Тираж 100 экз. Заказ

Рязанский государственный радиотехнический университет.

390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.

Редакционно-издательский центр РГРТУ.

## **1. Цель работ**

**1.1.** Изучение структурных схем приёмной и передающей аппаратных радиолинии СРЛ-11.

**1.2.** Изучение функционального построения передающего и приёмного трактов аппаратуры.

**1.3.** Ознакомление с методами формирования полного телевизионного сигнала и восстановления сигналов изображения и звукового сопровождения.

**1.4.** Освоение методики контроля, измерения и настройки основных характеристик каналов изображения и звукового сопровождения.

**1.5.** Ознакомление со структурой испытательных телевизионных сигналов.

**1.6.** Исследование влияния многолучевости трассы на качество связи.

## **2. Лабораторная работа №3**

### **Исследование передающего тракта радиолинии СРЛ-11**

#### **2.1. Домашнее задание**

**2.1.1.** Ознакомиться с назначением, техническими данными и составом радиолинии (раздел 5.1).

**2.1.2.** Изучить структуру передающей аппаратной и функциональную схему передающего тракта радиолинии (разделы 5.2, 5.3).

**2.1.3.** Ознакомиться с конструктивной реализацией передающей аппаратной (раздел 5.4).

**2.1.4.** Ознакомиться с программой лабораторного задания (разделы 2.2, 2.3) и нарисовать блок-схемы измерений, проводимых в передающем тракте.

**2.1.5.** Ответить на контрольные вопросы (см. с. 40).

#### **2.2. Лабораторное задание**

**2.2.1.** Изучить конструктивные особенности отдельных узлов передающего комплекта станции, приборов и элементов коммутации.

**2.2.2.** Включить и настроить передающую аппаратуру и проконтролировать ее работу.

**2.2.3.** Исследовать работу основных узлов передатчика, зарисовать осциллограммы штатных измерительных сигналов.

**2.2.4.** Измерить следующие характеристики:

- АЧХ и ГВЗ видеотракта передатчика;
- амплитудную характеристику канала звукового сопровождения;

- АЧХ канала звукового сопровождения.

### **2.3. Программа выполнения работы**

Исследование характеристик передающего тракта радиолинии производится на первом комплекте передатчика (Пд.1).

#### **2.3.1. Порядок включения аппаратуры.**

Подготовка к включению:

- тумблер «Сеть» пульта управления (ПУ) в положение «Выкл.»;
- тумблеры «Сеть», «-75 В» и «Передача» блоков БП-600 передатчиков Пд.1 и Пд.2 в положение «Вкл.».

Включение аппаратуры:

- тумблер «Сеть» ПУ в положение «Вкл.»;
- тумблер «Сеть» БП-600 передатчика Пд.1 в положение «Вкл.»;
- после прогрева аппаратуры в течение 3 минут включить последовательно тумблеры «-750 В» и «Передача» комплекта Пд.1;
- включить осциллограф С1-81.

#### **2.3.2. Настройка передатчика:**

- соединить вход осциллографа с гнездом «Контроль Пд.1» ПУ, переключатель «Контроль - 1» ПУ – в положение «Видео»;
- на «Вход видео» передатчика подать пилообразное напряжение с внутреннего ГПН-410, входящего в блок БУ-412, установив переключатель В1 на передней панели блока в положение «Пила»;
- установив переключатель В2 «Вход/выход видео» блока БУ-412 в положение «Выход», с помощью осциллографа просмотреть видеосигнал на выходе контрольного демодулятора передатчика;
- ручкой «Напряжение отражателя» добиться максимальной амплитуды, наилучшей линейности и стабильности видеосигнала, оценить искажения амплитудной характеристики по нелинейности наблюдаемой «Пилы», зарисовать осциллограмму.

#### **2.3.3. Измерение неравномерности АЧХ и ГВЗ видеотракта передатчика**

Подключить кабель «Вход видео» Пд.1 к гнезду Выход (С1) прибора Ф4-6, а кабель «Контроль видео» к гнезду «Вход» (Э1) Ф4-6.

Включить тумблеры «Сеть» приборов Х1-38, Ф4-6 и частотомера ЧЗ-35.

Установить на Х1-38 следующие режимы:

- полоса – широкая;
- диапазон частот – I(1 – 10МГц);
- метки – 1МГц;
- аттенюатор выходного напряжения – 15дБ;
- установить на приборе Ф4-6 режимы:

- коммутатор –  ;
- полоса – узкая;
- пределы измерения амплитуды – 130дБ; фазы -  $\pm 60^\circ$ ;
- ручку установки фазы, снабженную механической шкалой, - в положение, соответствующее калиброванному значению, указанному под шкалой;
- выключить кнопки коммутаторов фазы и амплитуды справа и слева от переключателя пределов измерения амплитуды и фазы.

На приборе Х1-38 регулировкой усиления каналов 1 и 2 и периода качания частоты (переключатель «Период S») добиться устойчивого изображения частоты АЧХ и ГВЗ на экране.

Зарисовать характеристики.

Примечание. Реальные АЧХ и ГВЗ соответствуют участку изображения, для которого присутствует сигнал с выхода УПЧ (т.е. не горит индикатор «Нет сигнала» прибора ФЧ-6).

Установить на частотомере ЧЗ-35А следующие режимы:

- метки времени в положение:  А;
- род работ: частота А;
- подать на вход «А» частотомера сигнал с выхода II прибора Х1-38;
- установить на приборе Х1-38 переключатель «Период S» в положение «Ручн.»;
- нажать левую кнопку коммутатора амплитуд, подключающую канал к измерителю.

Изменяя частоту испытательного сигнала вручную плавной регулировкой «Период S», измерить с помощью частотомера полосу пропускания видео тракта при неравномерности АЧХ, соответствующей паспортному значению.

Отключить измеритель амплитуд и подключить измеритель фазы левой кнопкой коммутатора фазы.

Изменяя частоту испытательного сигнала вручную плавной регулировкой «Период S», измерить неравномерность ГВЗ в измеренной полосе частот. Значение ГВЗ (в нс) рассчитывается по значению  $\varphi$  (в градусах), умноженным на величину, установленную множителем «Пределы». Множитель «x10» соответствует масштабу 10 нс/град.

#### 2.3.4. Измерение АХ канала звукового сопровождения передатчика.

Подключить кабель с маркировкой «Вход звука» Пд.1 к выходу генератора Г-117.

Переключатель «Контроль 1» ПУ поставить в положение «Звук».

Переключатель «Контроль звука» БУ – 412 - в положение «Выход 1» (т.е. выход первой программы звука).

Установить частоту Г4-117 – 1кГц, а уровень сигнала – 3 В. Ручкой «Уровень звука 1» добиться изображения сигнала на осциллографе без искажений.

Снять АХ канала первой программы звукового сопровождения, изменяя уровень выходного сигнала ГНЧ в пределах 0,5-3 В и изменяя напряжение «Выход звука» с помощью осциллографа.

#### **2.3.5. Измерение АЧХ канала звукового сопровождения**

Установить уровень сигнала генератора Г4-117 равным 1В.

Изменяя частоту Г4-117 в диапазоне 20Гц-40кГц, снять АЧХ канала первой программы звукового сопровождения. Определить эффективную полосу пропускания канала звука.

### **3. Лабораторная работа № 4**

#### **Исследование приемного тракта радиолinii СРЛ-11**

##### **3.1. Домашнее задание**

**3.1.1.** Изучить структуру приёмной аппаратной и функциональную схему приёмного тракта (раздел 5.5).

**3.1.2.** Ознакомиться с конструкцией приёмной аппаратной (раздел 5.6).

**3.1.3.** Ознакомиться с программой лабораторного задания (разделы 3.2 и 3.3) и нарисовать блок-схемы измерений, проводимых в приёмном тракте .

**3.1.4.** Ответить на контрольные вопросы (см. с. 40).

##### **3.2. Лабораторное задание**

**3.2.1.** Изучить конструктивные особенности отдельных узлов приёмного комплекта станции, приборов и элементов коммутации.

**3.2.2.** Включить приёмный комплект аппаратуры и проконтролировать его работу.

**3.2.3.** Исследовать работу основных узлов приёмника, зарисовать основные характеристики исследуемых трактов.

**3.2.4.** Измерить следующие характеристики:

- полосу пропускания ПЧ тракта приёмника;
- неравномерность АЧХ и ГВЗ видеотракта приёмника;
- АЧХ канала звукового сопровождения приёмника.

##### **3.3. Программа выполнения работы**

Исследование приёмного тракта радиолinii проводится на втором комплекте приемника (Пм.2).

**3.3.1.** Порядок включения аппаратуры.

Подготовка к включению.

Тумблер «Сеть» ПУ поставить в положение «Выкл.». Тумблер «Анод» и «Накал отражателя» блока БП-609 - в положение «Откл.».

Включение аппаратуры.

Включить тумблеры «Сеть» ПУ и «Накал отражателя». После прогрева аппаратуры в течение 3 мин включить тумблер «Анод».

### 3.3.2. Измерение полосы пропускания ПЧ тракта приёмника.

Подключить выход генератора Г4-165 к входу ПЧ приёмника с помощью кабеля с маркировкой «Вход ПЧ 2», а вольтметр - к разъему «Контроль Пм. 2» ПУ, переключатель «Контроль-2» ПУ установить в положение «Выход детектора АРУ».

Включить генератор Г4-165.

Установить выходное напряжение Г4-165 9 мВ, для чего нажать кнопку «Выход», на цифровой клавиатуре набрать число 9 и нажать кнопку «mV».

Установить частоту генератора 130 МГц, для чего нажать кнопку «f», на цифровой клавиатуре набрать число 129.9999 и нажать кнопку «МГц».

Примечание. Верхняя частота диапазона генератора Г4-165 равна 130 МГц и равна ПЧ приемника Н-414, поэтому в работе ведется оценка ширины нижней половины тракта ПЧ.

Кнопками «≤» и «≥» выбрать приемлемый шаг изменения частоты (1 МГц), а затем, изменяя частоту генератора, измерять постоянное напряжение с помощью вольтметра.

### 3.3.3. Измерение неравномерности АЧХ и ГВЗ видеотракта приёмника.

Вход (Э1) прибора ФЧ-6 соединить с гнездом «Контроль Пм2» ПУ, переключатель «Контроль -2» ПУ установить в положение «Выход видео».

Подключить кабель «Вход группового сигнала ГС» к выходу ФЧ-6 (Є1).

Переключатель В5 «ВК/11дБ» на блоке Н-414 установить в положение «11дБ».

Измерить неравномерность АЧХ и ГВЗ по методике, описанной в п. 2.3.3 работы №3.

Зарисовать АЧХ и ГВЗ видеотракта приёмника, включив тумблер В5 «ВК/11 дБ» блока Н-414 в положение «ВК».

### 3.3.4. Измерение АЧХ канала звукового сопровождения приемника.

Подключить выход генератора Г4-117 ко входу напряжения модуляции  ВЧ генератора Г4-165.

Установить на Г4-117 напряжение 1 В.

Переключатель «Контроль-2» установить в положение «Выход звука», гнездо «Контроль-2» подключить ко входу осциллографа С1-81.

Подключить кабель «Вход группового сигнала» к выходу ВЧ генератора Г4-165.

Включить генератор Г4-165. Установить на Г4-165:

- напряжение выхода 500 мВ;

- частоту поднесущей звука первой программы по методике п. 3.3.2;
- установить девиацию частоты 100 кГц, нажав кнопки в следующей последовательности: «внешн.», «ЧМ», «100кГц».

Изменяя частоту генератора Г4-117 от 20 Гц до 15 кГц, измерить АЧХ канала звука по экрану осциллографа.

#### **4. Лабораторная работа №5**

##### **Исследование сквозного тракта связи на базе РРС СРЛ-11**

##### **4.1. Домашнее задание**

- 4.1.1. Изучить структуру сквозного тракта СРЛ-11.
- 4.1.2. Ознакомиться с конструкцией аппаратной.
- 4.1.3. Ознакомиться с программой лабораторного задания.
- 4.1.4. Ответить на контрольные вопросы (см. с. 40).

##### **4.2. Лабораторное задание**

4.2.1. Изучить конструктивные особенности комплекта станции, приборов и элементов коммутации.

4.2.2. Включить и настроить приёмный и передающий комплекты аппаратуры.

4.2.3. Зарисовать и проанализировать структуру ИС ТВ.

##### **4.3. Программа выполнения работы**

Исследования проводятся на втором комплекте передающей аппаратуры (Пд.2) и первом комплекте приёмной аппаратуры станции (Пм.1).

4.3.1. Включение аппаратуры. Настройка аппаратуры.

Подключить вход осциллографа С1-81 передающего комплекта к гнезду «Контроль Пм. 2», а переключатель «Контроль – 2» установить в положение «Контроль видео». Переключатель «Вход-выход видео» блока В2 установить в положение «Выход» ГПН, установив переключатель в положение «Пила». Плавное поворачивая ручку «Напряжение отражателя», добиться устойчивого и линейного изображения «пилы» на экране осциллографа.

Подключить вход осциллографа С1-81 приемного комплекта к гнезду «Контроль Пм. 1», переключатель «Контроль–1» установить в положение «Выход видео», плавно поворачивая ручку «Напряжение отражателя», добиться устойчивого изображения «пилы» на экране осциллографа (переключатель АПЧ в положении «Выкл.», «АРУ/РУ» в положении «РУ»). Включив режимы АПЧ и АРУ, убедиться в устойчивости работы этих систем.

4.3.2. Исследование работы аппаратуры с реальным сигналом.

- Убедиться в подключении источника видеосигнала (видеомагнитофона) к разъемам «Вход видео» и «Вход звука I

- программы» аппаратуры Пд. 2, а к гнездам «Выход видео» и «Выход звука I программы» аппаратуры Пм.1 – Н.Ч. входа видеоконтрольного устройства (ТВ приемника).

- Включить видеомагнитофон в режим воспроизведения кассеты с тестовой видеопрограммой, проконтролировать по осциллографам приёмного и передающего комплекта прохождение видеосигнала по линии связи.

- Включить ТВ приемник, проконтролировать качество изображения и звука.

- Засинхронизировать осциллограф С1-81 в режиме БВС, пронаблюдать отдельные строки изображения.

- Выбрать на БВС строки передачи контрольных сигналов и зарисовать их.

## 5. Описание радиорелейной аппаратуры

### 5.1. Назначение и основные технические данные

#### 5.1.1. Общая часть.

Исследуемая радиолиния предназначена для передачи сигналов черно-белого и цветного изображения по системе СЕКАМ-3 и двух программ звукового сопровождения.

Радиолиния может изготавливаться в следующих вариантах:

- а) радиолиния для передвижных станций ПИС-4;
- б) радиолиния для передвижных цветных ТВ станций ПТС-ЦТ;
- в) радиолиния для стационарного использования СРЛ-11;
- г) ретраслятор, который может быть использован в составе радиолинии, а также в качестве передвижной приёмной аппаратуры с автономным источником питания.

Основными блоками радиолинии, которые входят в состав вышеперечисленных вариантов аппаратуры, являются:

- а) блок радиопередатчика Х-408;
- б) блок управления радиопередатчика БУ-412М;
- в) блок питания передатчика БП-600;
- г) приёмник верхний Н-413;
- д) приёмник нижний Н-414;
- е) блок питания приёмника БП-609;
- ж) антенные устройства.

Аппаратура радиолинии работает на следующих частотах:

| Диапазон «А»,<br>МГц | Диапазон «Б», МГц | Диапазон<br>«В», МГц |
|----------------------|-------------------|----------------------|
| 7020                 | 7570              | 8520                 |
| 7060                 | 7610              | 8560                 |
| 7100                 | 7650              | 8600                 |
| 7140                 | 7690              | 8640                 |
| 7180                 | 7730              |                      |

Стационарная радиолиния СРЛ-11 предназначена для организации ТВ канала на расстоянии до 50 км.

Одновременно в указанных диапазонах частот могут работать по 3 радиолинии (через канал).

Стабильность несущей частоты передатчика – не хуже  $\pm 0.05\%$  в течение времени непрерывной работы (после 25 мин прогрева). Точность установки частоты по волномеру передатчика – 1.5 МГц.

При мощности радиопередатчика 0.68 – 1 Вт и с использованием параболических антенн с диаметром раскрыва 1.5 м радиолиния обеспечивает устойчивую передачу сигналов на расстояние до 50 км в любое время суток и года при отсутствии препятствий, расположенных в первой зоне Френеля, что соответствует эквиваленту трассы 74 дБ.

При воздействии метеофакторов отношение сигнал/шум в каналах видео и звука может ухудшаться на следующие величины:

- при тумане с видимостью 30 м – до 10 дБ;
- при дожде с интенсивностью 10 мм/ч – до 3 дБ;
- при сильном дожде и снеге с интенсивностью 50 мм/ч – до 12 дБ;
- при ливневом дожде с интенсивностью 150 мм/ч – до 20 дБ.

Коэффициенты усиления и диаграммы направленности антенн:

- парабола 1.5 м  $K=38\pm 1$  дБ  $\varphi = 2.0^\circ$ ;
- парабола 1.0 м  $K=32\pm 1$  дБ  $\varphi = 3.5^\circ$ ;
- рупор  $K=17\pm 1$  дБ  $\varphi = 2.5^\circ$  (вертикальная плоскость),  
 $\varphi = 2.2^\circ$  (горизонтальная плоскость).

Промежуточная частота приёмника радиолинии – 130 МГц.

Аппаратура радиолинии работает от сети трехфазного или однофазного переменного тока напряжением 220 В и 380 В частоты 50 Гц.

Максимальная величина потребляемой мощности блоками приёмника – 1930 Вт, блоками передатчика – 2050 Вт.

Аппаратура радиолинии подразделяется на выносную и внутреннюю. Температурный диапазон выносной аппаратуры - от  $-40^\circ\text{C}$  до  $+55^\circ\text{C}$ , внутренней аппаратуры - от  $+4^\circ\text{C}$  до  $+40^\circ\text{C}$ .

#### 5.1.2. Канал изображения.

Номинальные входные и выходные уровни размаха – 1 В на несимметричной нагрузке 75 Ом. Пределы регулирования сигнала на входе радиолинии -5 дБ через 0.5 дБ, на выходе -  $\pm 3$  дБ через 0.5 дБ. Затухание несогласованности не менее 24 дБ в полосе до 6.0 МГц.

Передаваемая полоса частот с передачей звукового сопровождения – 8.5 МГц с неравномерностью АЧХ не более 1.5 дБ относительно частоты 240 кГц. Передаваемая полоса частот без передачи звукового сопровождения – 6.0 МГц с неравномерностью АЧХ не более 1.0 дБ относительно частоты 240 кГц.

Закон предыскажений соответствует рекомендациям МККР. Дифференциальное усиление радиолинии на частоте 4.43 МГц – не более 4 %.

Групповое время запаздывания радиолинии в полосе от 50 Гц до 6 МГц – не более  $\pm 70$  нс.

Частотная девиация несущей, модулированной сигналом изображения,  $\pm 4$  МГц на частоте 1.5 МГц (при полосе видеосигнала 6 МГц индекс модуляции 0.67).

Отношение размаха видеосигнала к эффективному взвешенному напряжению шума с учетом перекрёстных помех на выходе радиолинии – не менее 61дБ. Отношение размаха видеосигнала к размаху периодической помехи частотой 50 Гц – не менее 40 дБ.

### **5.1.3. Канал звука.**

Поднесущие частоты звукового сопровождения  $7740 \pm 10$  КГц и  $8140 \pm 10$  КГц.

Размах девиации поднесущей, модулированной звуковым сопровождением (первичная девиация), -  $\pm 100$  кГц. Размах девиации несущей, модулированной поднесущей звукового сопровождения (вторичная девиация), -  $\pm 450$  кГц, что обеспечивает индекс модуляции 0.058 и 0.055 на частотах 7.74 МГц и 8.14 МГц соответственно.

Номинальные эффективные величины входного и выходного сигналов звукового сопровождения – 5.5 В на нагрузке 600 Ом и 1.55 В на нагрузке 50 Ом.

Коэффициент нелинейных искажений в канале звукового сопровождения на частотах от 50 Гц до 12 кГц – не более 2 %.

Неравномерность АЧХ в полосе от 40 Гц до 12 кГц – не более  $\pm 2$  дБ.

Отношение эффективного напряжения сигнала звукового сопровождения к эффективному напряжению психофизического шума – не менее 60 дБ. Отношение эффективного напряжения сигнала звукового сопровождения к эффективному значению внятной переходной помехи – не менее 70 дБ.

Точность автоподстройки промежуточной частоты (130 МГц) – не хуже  $\pm 0.4$  МГц в полосе  $\pm 10$  МГц.

Глубина АРУ – 36 дБ.

## **5.2. Описание работы радиолинии**

В состав стационарной радиолинии СРЛ-11 входят передающая и приёмная аппаратные.

Передающее оборудование радиолинии располагается в помещении передающей аппаратной и на антенно-мачтовой опоре. На антенно-мачтовой опоре располагаются два антенных устройства АТ-405, отражатель диаметром 1.5м и радиопередатчик Х-408. Антенные устройства устанавливаются таким образом, чтобы обеспечить прямую видимость с антенным устройством приёмного оборудования радиолинии

и прохождение первой зоны Френеля на этой трассе.

Приёмное оборудование радиолинии располагается в приёмной аппаратной СРЛ – в помещении и на антенно-мачтовой опоре. На антенно-мачтовую опору выносятся два антенных устройства АТ-404. В состав каждого из них входят: облучатель ОА-403, отражатель диаметром 1.5 м и приёмник верхний Н-413. Для максимального расстояния приёмные антенны устанавливаются на опоре на высоте не менее 160 м.

Все основные блоки радиолинии имеют 100 % горячий резерв. Панель управления передатчиков ПУ-437 на передающей стороне и панель управления приёмников ПУ-436 на приёмной стороне радиолинии обеспечивают работу одного из комплектов на потребителя, оставляя второй резервным и контролируя качество сигналов с обоих комплектов на контрольных устройствах.

Выносные блоки соединены с нижними блоками кабелями ТКПСП-37 на передающей стороне длиной до 300 м, на приёмной стороне – до 400 м.

Для удобства проверки параметров аппаратуры в комплекте радиолинии предусмотрена контрольно-измерительная аппаратура (КИА).

Стойка испытательных строк СБ-411 входит в комплект передающей аппаратной СРЛ и служит для замешивания в видеосигнал, поступающий с линейного усилителя, испытательной строки для проверки параметров канала радиолинии в процессе работы. Выносное видеоконтрольное устройство ВК-151, установленное в стойке СБ-411, используется для определения качества видеосигнала на большом экране.

Стойка контроля видео СК-454 введена в приёмную аппаратную СРЛ для возможности определения качества видеосигнала на выносном видео-контрольном устройстве ВК-151 и осциллографе.

Для осуществления связи между приёмной и передающей аппаратными предусмотрены телефонные концентраторы КД-6 и телефоны, дающие возможность через телефонные концентраторы связаться с мачтовиками при ориентировании антенн.

Контроль сигнала звукового сопровождения осуществляется на звуковом контрольном агрегате ШН-010.

### **5.3. Передающая аппаратная СРЛ-11**

**5.3.1.** Передающая аппаратная СРЛ состоит из выносной аппаратуры двух антенных устройств АТ-405, находящихся на мачте, и аппаратуры, расположенной в помещении: пульта передающего ПЛТ-454, щита распределительного ЩР-440, звукового контрольного агрегата (ЗКА), выносного видеоконтрольного устройства ВК-150<sup>(1)</sup> (или ВК-173<sup>(1)</sup> - для цветного ТВ), стойки испытательных сигналов СБ-411<sup>(2)</sup>, трансформатора (Тр-р) и стабилизаторов напряжения ШН-536 (рис. 5.1).

<sup>(1)</sup> В лабораторном варианте заменены на телевизор «Рубин».

<sup>(2)</sup> В лабораторном варианте используется С1-81.

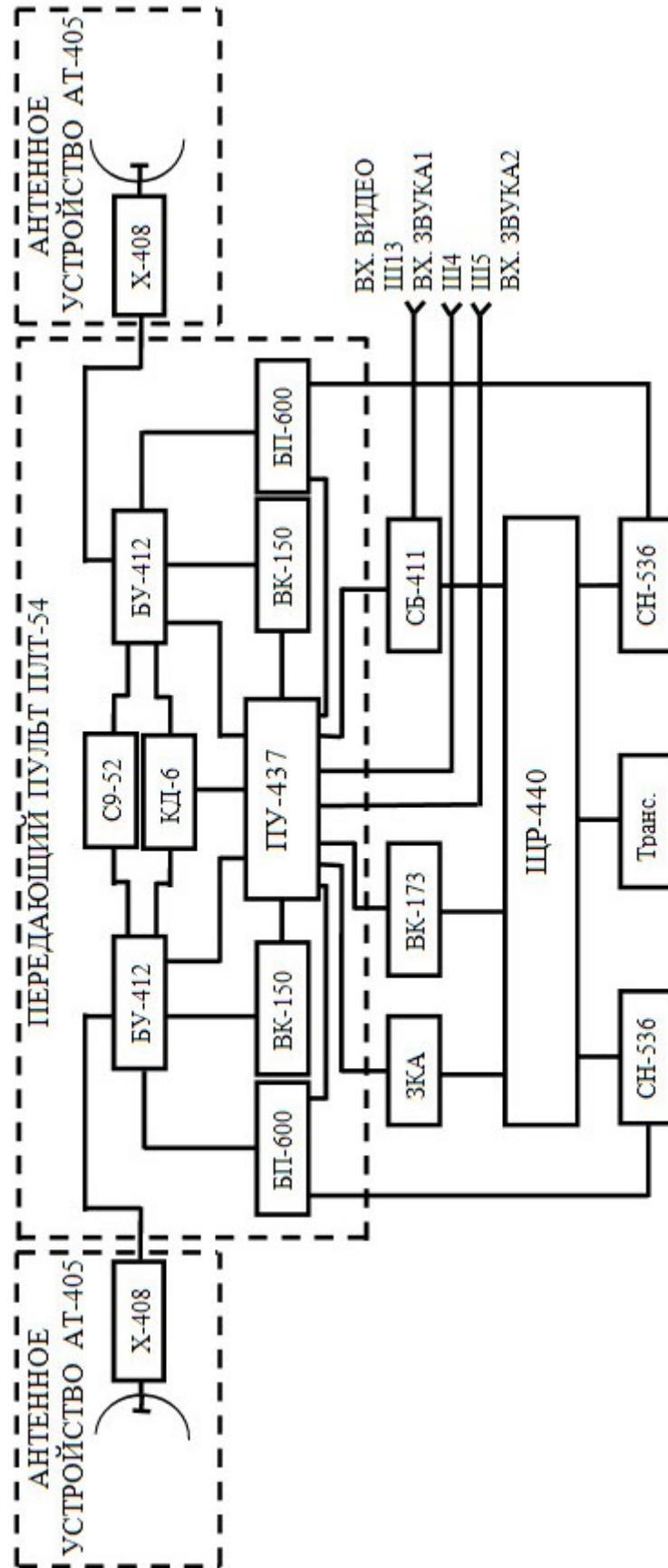


Рис. 5.1. Структурная схема передающей аппаратуры СРЛ-11

**5.3.2.** Пульт передачи ПЛТ-454 предназначен для размещения основных блоков передающего оборудования СРЛ, находящихся в помещении.

Состав пульта:

- два блока управления передатчиком БУ-412;
- панель управления коммутации передатчиков ПУ-437;
- два блока питания передатчиков БП-600;
- два видеоконтрольных устройства ВК-150<sup>(1)</sup>;
- контрольный осциллограф С9-52<sup>(2)</sup>;
- телефонный концентратор КД-6;
- вентилятор (на схеме рис. 5.1 опущен).

Видеосигнал с линейного усилителя поступает на устройство формирования и введения телевизионных испытательных строк К2-27 стойки СБ-411, где в видеосигнал замешивается испытательная строка.

Видеосигнал с замешанной строкой с одного из выходов стойки испытательных сигналов СБ-411 размахом 1 В положительной полярности и два сигнала звукового сопровождения величиной 5.5 В (или 1.5 В) поступают на панель коммутации передатчиков ПУ-437. После коммутации сигнал видео и сигналы звукового сопровождения по соответствующим кабелям поступают на один из блоков управления передатчиков БУ-412, где сигналы звука модулируют поднесущие 7.74 и 8.14 МГц, которые смешиваются с сигналом видео. Видео вместе с ЧМ поднесущими звуковых каналов с блока БУ-412 поступают в антенное передающее устройство АТ-405 на блок радиопередатчика Х-408.

Видеосигнал со второго выхода стойки СБ-411 поступает на панель коммутации передатчиков ПУ-437 и после коммутации может контролироваться на осциллографе. Импульс подсвета подается с С9-52 на ПУ-437, где коммутируется и подается на одно из ВК-150 для подсвета строки, которая выделяется на осциллографе.

С контрольных выходов блока БУ-412 видеосигналы размахом 1 В положительной полярности подаются на панель управления передатчиков ПУ-437, где коммутируются на ВК-150, С9-52 и на выносное видеоконтрольное устройство (ВКУ).

Сигнал контроля звукового сопровождения с БУ-412 подается на ПУ-437, где коммутируется и подается на звуковой контрольный агрегат.

Телефонная связь с мачтовиком осуществляется с помощью телефонного концентратора КД-6 по кабелям. Все питающие напряжения на блок управления БУ-412 подаются от блока питания БП-600. Питающие напряжения на радиопередатчик Х-408 поступают по кабелю

---

<sup>(1)</sup> В лабораторном варианте заменены на телевизор «Рубин».

<sup>(2)</sup> В лабораторном варианте используется С1-81.

ТКПС-37 с БУ-412. Питающее напряжение ~220 В на блоки БП-600, ВК-150, С9-52, ПУ-437 подается с распределительного щита ЩР-440.

**5.3.3. Панель управления ПУ-437 предназначена:**

- для дистанционного перехода с одного передатчика на резервный;
- коммутации видеосигнала, поступающего с одного из выходов стойки испытательных строк СБ-411 на один из блоков БУ-412;
- коммутации видеосигналов, поступающих с других выходов стойки СБ-411 на видеоконтрольное устройство ВК-150 и контрольный осциллограф;
- коммутации контрольных видеосигналов с блоков БУ-412 на видеоконтрольное устройство ВК-150, выносное ВКУ и контрольный осциллограф;
- коммутации двух программ звукового сопровождения с выходов линейного усилителя на один из блоков БУ-412;
- коммутации цепей контроля звука с блоков У-412 на звуковой контрольный агрегат.

**5.3.4. Блок управления БУ-412 (рис. 5.2) предназначен для:**

- управления работой передатчика Х-408;
- создания ЧМ сигналов поднесущих частот двух программ звукового сопровождения;
- коррекции фазовой характеристики тракта видеосигнала;
- смещения видеосигнала с поднесущими частотами;
- коррекции кабеля соединяющего БУ-412 с Х-408;
- усиления контрольных видеосигналов со входа и выхода передающего устройства для подачи их на ВКУ;
- создания контрольных сигналов пилообразного напряжения, строчной частоты и синусоидального сигнала частоты 1 кГц.

Размах входного видеосигнала 1 В положительной полярности на несимметричной нагрузке 75 Ом. Размах выходного видеосигнала до 0.63 В положительной полярности с регулировкой до 6 дБ на нагрузке 75 Ом.

Неравномерность АЧХ блока без предискажающего контура при длине кабеля ТКПС-37 до 300 м в полосе до 6.0 МГц не более  $\pm 3$  % относительно уровня на частоте 240 кГц. Дифференциальное усиление блока на частоте 4.43 МГц без предискажающего контура – не более 2 %.

Неравномерность АЧХ каналов звукового сопровождения при максимальной девиации частоты поднесущей  $\pm 100$  кГц в пределах от 40 до 12000 Гц – не более  $\pm 1$  дБ относительно уровня на частоте 1000 Гц.

Стабильность поднесущих частот – не хуже 10 кГц.

Коэффициент нелинейных искажений каналов звукового сопровождения в полосе от 50 до 12000 Гц – 1.5 %.

Блок имеет 3 выхода контрольных видеосигналов положительной полярности размахом 1 В (при этом один из них переключается на контроль входного видеосигнала).

Затухание несогласованности на входе и выходе – не менее 24 дБ.

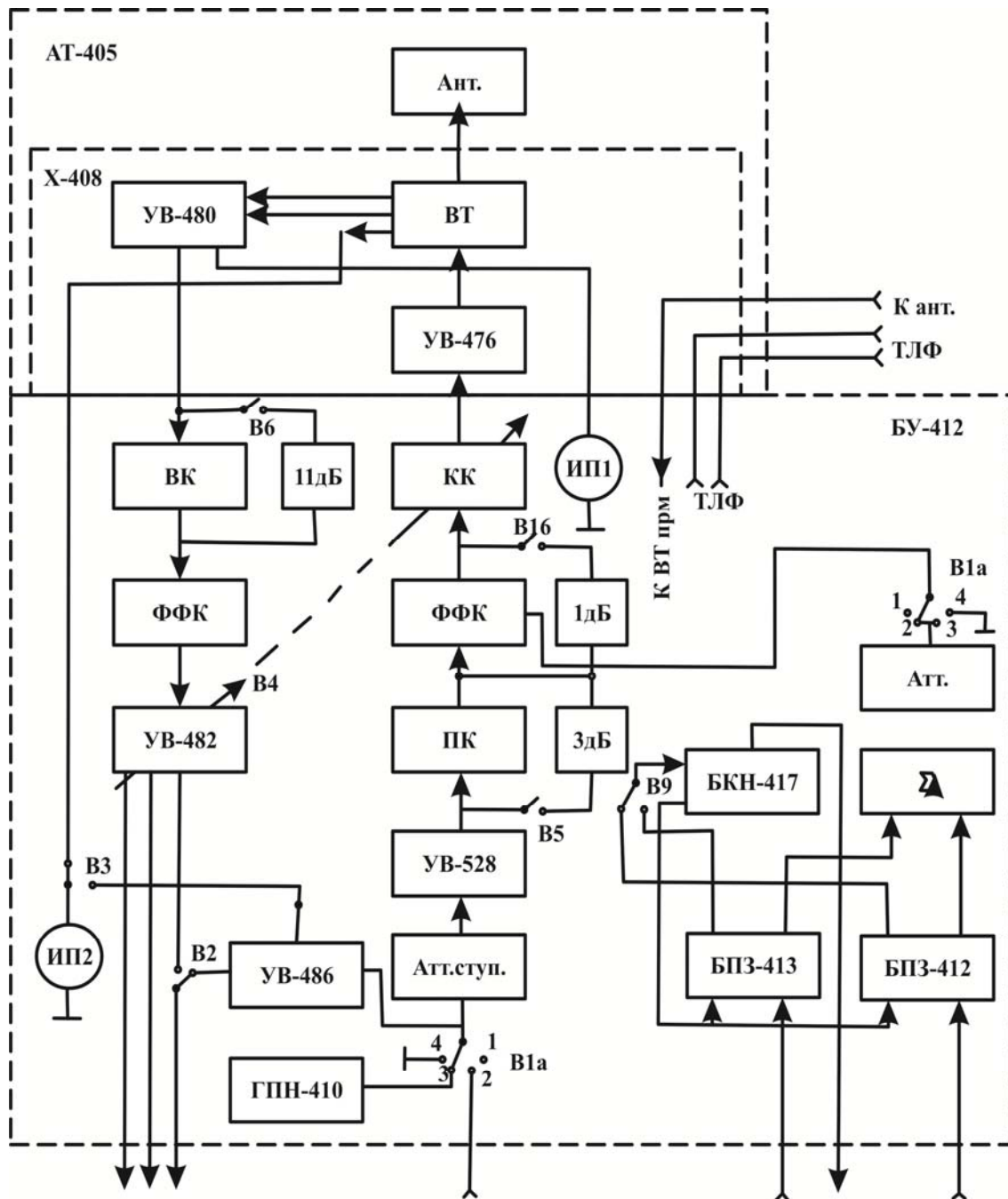


Рис. 5.2. Структурная схема передающего тракта радиолнии СРЛ-11

Размах контрольного пилообразного напряжения строчной частоты на выходе блока 0.63 В на нагрузке 75 Ом, уровень контрольного сигнала частоты 1000 Гц на контрольном выходе блока 1 В на нагрузке 2 кОм.

Видеосигнал положительной полярности размахом 1 В на нагрузке 75 Ом с разъема «Вход видео» поступает через переключатель рода работ В1а (рис. 5.2) и через ступенчатый аттенуатор на входе усилителя UB-

528, являющегося буферным между выходом линейного усилителя и предусказывающим контуром ПК. С выхода усилителя УВ-528 видеосигнал может быть подан на ПК или с помощью тумблера В5 обойти его через эквивалентный аттенюатор с затуханием 3 дБ. С выхода ПК видеосигнал подается на вход фильтра-фазового корректора (ФФК). Одновременно через переключатель В1а на вход «Поднесущие» ФФК поступают сигналы поднесущих частот, где смешиваются с видеосигналом, и полученный таким образом групповой сигнал подается на корректор кабеля (КК), служащий для коррекции коаксиальной жилы комбинированного кабеля ТКПС-37 длиной до 300 м в зависимости от положения переключателя В4 «Метры». С выхода КК групповой сигнал поступает через разъем по кабелю в передатчик Х-408 для модуляции клистрона. Блок ГПН-410 формирует контрольное пилообразное напряжение строчной частоты размахом 1 В. Выбор рода работ производится переключателем В1а с положениями «0 – видео – пила – заземленный вход» (на схеме рис. 5.2 «1 – 2 -3 - 4» соответственно).

В положении «0» 1 на вход усилителя УВ-528 не подаются сигналы. Положение «видео» 2 является рабочим, при этом на вход буферного усилителя поступает видеосигнал, а на вход ФФК – поднесущие. В положении «пила» 3 по тракту видео подается контрольный пилообразный сигнал, одновременно на ФФК поступают поднесущие. В положении «Заземленный вход» 4 производится настройка контроля передатчика на частоту заданного радиоканала, а также измерение собственных шумов канала видео на выходе радиолинии без перекрестных линейных шумов от поднесущих.

В блоке БУ-412 предусмотрен контроль видеосигналов со входа и выхода радиопередатчика. Видеосигнал контроля входа, идущий с выхода переключателя В1, поступает на вход видеоусилителя УВ-486, с выхода которого он подается на тумблер В2 «Контроль видео». Одновременно продетектированный видеосигнал подается через тумблер В3 на прибор ИП2 для измерения на постоянной составляющей размаха входного сигнала. Групповой сигнал с контрольного выхода передатчика Х-408 через восстанавливающий контур ВК и блок ФФК подается на видеоусилитель УВ-482 с корректором кабеля.

Усиленный и скорректированный видеосигнал с двух выходов поступает на контрольные выходы блока и с третьего выхода на тумблер В2. Тумблер В2 служит для коммутации на вход ВКУ контрольного видеосигнала либо со входа, либо с выхода радиопередатчика. Тумблер 6 позволяет обойти блок ВК через эквивалентный аттенюатор с затуханием 11дБ. Корректирующая цепь усилителя УВ-482 переключается с помощью В4 «Метры» вместе с корректирующей цепью основного корректора кабеля.

Прибор ИП2 служит для контроля размаха входного видеосигнала (В3 в положении 1 - «Вход видео»), а также для индикации наличия мощности и настройки клистрона на заданную частоту измерением

напряжения отражателя (ВЗ в положении 2 - «Мощность»). В последнем случае измерением напряжения отражателя настраиваются на минимум показания прибора ИП2. Прибор ИП1 служит для точной настройки клистрона на заданную частоту по «0» волноводного дискриминатора блока Х-408.

Сигналы двух программ звукового сопровождения 5.5 или 1.55 В поступают на блоки БПЗ-412 и БПЗ-413, одновременно на входы БПЗ-412 и БПЗ-413 подается сигнал частотой 1000 Гц уровнем 5.5 В (на 600 Ом), сформированный в БКН-417. Этот сигнал может быть подан на вход одного из каналов звука. Выбор рода работ производится в самих блоках БПЗ. С выхода БПЗ-412 и БПЗ-413 сигналы частотно-модулированных поднесущих частот подаются на резистивный сумматор затем через ступенчатый аттенюатор и переключатель рода работ В1а – на блок ФФК для смещения с видеосигналом. Кроме того, с БПЗ-412 и БПЗ-413 через тумблер В9 на БКН-417 подаются сигналы контроля звука, которые после усиления в БКН-417 (1 В на 2 кОм) поступают выборочно на разъем «Контроль звука», откуда могут быть поданы на громкоговорящее устройство. Для контроля уровней звуковых сигналов обеих программ на входе и уровней поднесущих частот на выходе блоков БПЗ предусмотрены индикаторный прибор и переключатель, находящиеся на передней панели.

Кроме указанных цепей, в блоке БУ-412 разъем Ш19 «К ВТ прм» (рис. 5.2) служит для транзита сигналов, поступающих через передатчик Х-408 и кабель спуска. Разъем Ш18 «ТЛФ» (рис. 5.2) предназначен для подключения телефона для связи аппаратной ПТС с оператором на мачте при ориентации антенн и для связи вхождения в связь с ТЦ.

**5.3.5.** Входной видеоусилитель УВ-528 предназначен для развязки входа радиолинии от последующих фильтрующих цепей.

При подаче на входе видеоусилителя видеосигнала положительной полярности размахом 1.0 В на входе обеспечивается видеосигнал положительной полярности размахом  $1.0 \pm 0.1$  В на нагрузке 75 Ом. Неравномерность АЧХ в полосе 50 Гц ÷ 8.5 МГц – не более  $\pm 5$  % относительно уровня на частоте 240 кГц. Переходная характеристика – в соответствии с требованиями МККР № 2. Вход и выход усилителя – несимметричные, 75 Ом. Затухания несогласованности – не менее 24 дБ в полосе до 6 МГц. Видеоусилитель УВ-528 состоит из двух усилительных каскадов и двух эмиттерных повторителей (рис. 5.3). В первом и втором каскадах осуществляется коррекция по высоким и низким частотам с помощью цепей обратной связи.

**5.3.6.** Контур предскажающий ПК предназначен для более эффективного использования радиоканала. Частотная характеристика ПК

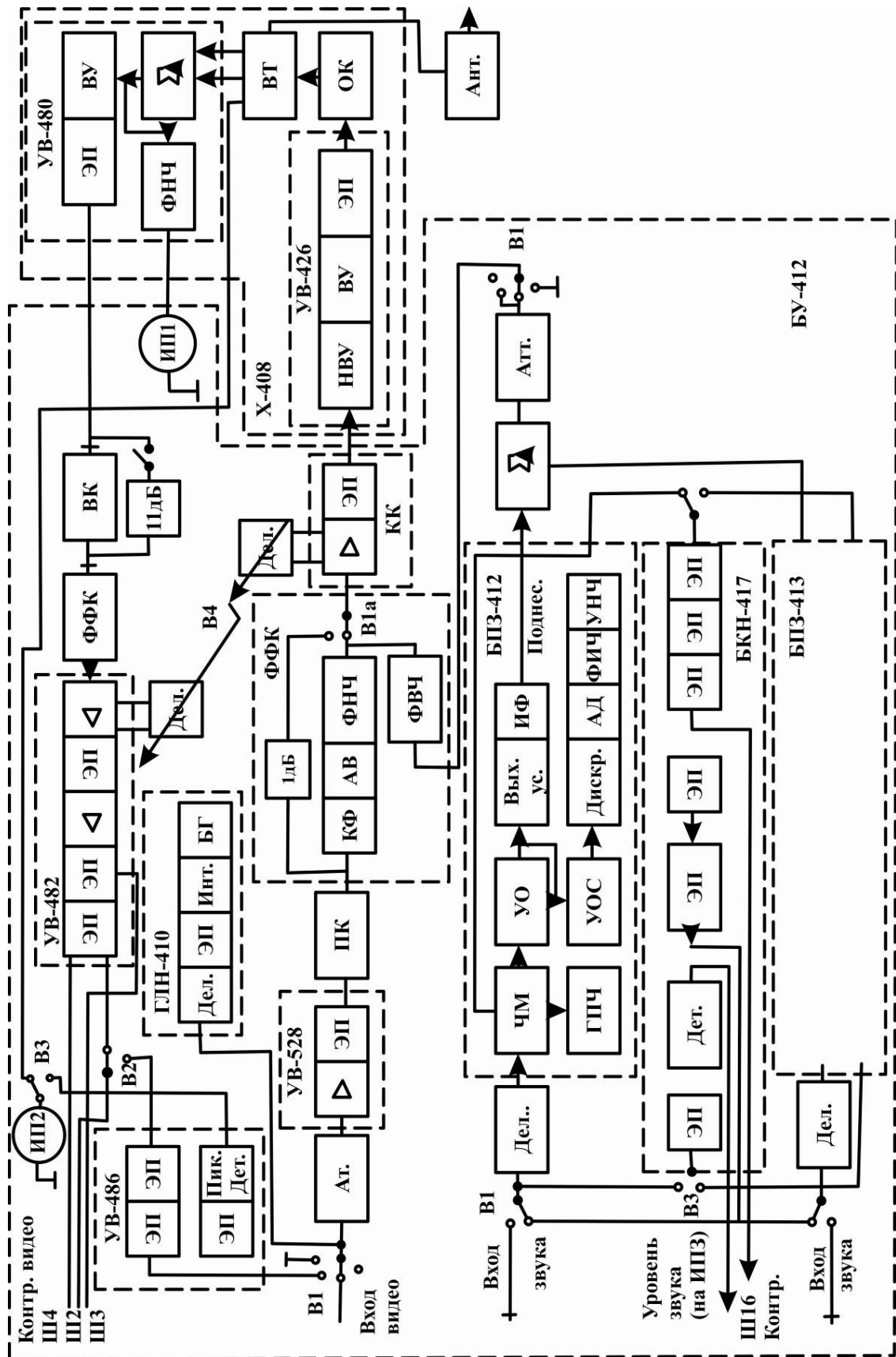


Рис. 5.3. Функциональная схема передающего тракта радиолнии СРЛ-11

в полосе 50 Гц ÷ 6.5 МГц соответствует рекомендациям МККР № 405. Затухание эквивалентного аттенюатора – 3 дБ.

Контур собран по схеме Т-образной апериодической цепи.

**5.3.7.** Фильтр-фазовый корректор (ФФК) предназначен для сложения видеосигнала и поднесущих частот звукового сопровождения и коррекции фазовых искажений видеосигнала.

Неравномерность АЧХ плеч видео в полосе частот  $50 \text{ Гц} \div 6.0 \text{ МГц}$  – не более 4% относительно уровня на частоте 240 кГц. Затухание плеча видео на частотах 7.74 и 8.14 МГц – не менее 30 дБ относительно уровня на частоте 240 кГц. Неравномерность АЧХ плеча звука в диапазоне частот  $7.64 \div 8.24 \text{ МГц}$  – не более  $\pm 2 \%$  относительно уровня на частоте 7.74 МГц. Затухание плеча звука в полосе до 6 МГц – не менее 15 дБ относительно уровня на частоте 7.74 МГц. Групповое время запаздывания фильтра в полосе  $50 \text{ Гц} \div 6 \text{ МГц}$  – не более 25 нс.

ФФК состоит из ФНЧ (плеча видео), ФНЧ (плеча поднесущих звука), амплитудного выравнивателя (АВ) и корректора фазового (КФ). Предусмотрен обход ФФК с включением эквивалентного затухания 1 дБ.

**5.3.8.** Корректор кабеля (КК) предназначен для коррекции затухания видеосигнала в коаксиальной паре комбинированного кабеля типа ТКПСР-37 длиной 5, 60, 120, 180, 240 и 300 метров.

Корректор собран по аналогии с видеоусилителем УВ-528 и имеет те же технические данные при длинах кабеля 0, 5, 50, 120, 180, 240 и 300 метров. Особенностью схемы КК является коррекция затухания кабеля, осуществляемая с помощью последовательной отрицательной обратной связи в цепи эмиттера первого усилительного каскада. Величина затухания скачкообразно меняется соответственно длинам подключаемых отрезков кабеля. Для этого в эмиттер транзистора включена корректирующая RC цепочка, а в блоке БУ-412 установлен резистивный делитель и переключатель В4, с помощью которого точки делителя, соответствующие длинам кабеля 5, 60, 120, 180, 240 и 300 метров через корректирующую RC цепочку подключаются к эмиттеру транзистора (в цепь ООС).

**5.3.9.** Контур восстанавливающий (ВК) предназначен для компенсации искажений группового сигнала в контрольном канале, вносимых предыскажающим контуром ПК. Частотная характеристика ВК в полосе частот  $50 \text{ Гц} \div 6.5 \text{ МГц}$  соответствует рекомендациям МККР № 405, затухание эквивалентного аттенюатора – 11 дБ.

Контур собран по схеме Т-образной апериодической цепи.

**5.3.10.** Видеоусилитель с корректором кабеля УВ-482 предназначен для усиления и коррекции затухания видеосигнала контрольного канала в коаксиальной паре кабеля ТКПСР длиной до 300 м.

При подаче на вход видеоусилителя видеосигнала положительной полярности размахом 0.2 В на любом из выходов видеоусилителя обеспечивается видеосигнал положительной полярности размахом 1 В на нагрузке 75 Ом. Неравномерность АЧХ в полосе частот  $50 \text{ Гц} \div 8.5 \text{ МГц}$  – не более  $\pm 5 \%$  относительно уровня на частоте 240 кГц при длинах кабеля 0, 5, 60, 120, 180, 240 и 300 м. Переходные характеристики для всех длин

кабеля до 300 м – в соответствии с рекомендациями МККР № 2. Вход и выход усилителя – несимметричный 75 Ом.

Видеоусилитель УВ-482 состоит из двух частей: корректора кабеля и собственно усилителя. Корректор кабеля имеет два усилительных каскада и эмиттерный повторитель. Корректор выполнен по схеме с коррекцией по ВЧ и НЧ в цепи обратной связи. Коррекция затухания кабеля осуществляется с помощью последовательной отрицательной обратной связи в цепи эмиттера, величина которой меняется соответственно длинам подключаемых отрезков кабеля. Для этого в эмиттер транзистора первого каскада включена корректирующая RC цепочка, а в блоке БУ-412 установлен переменный резистивный делитель, коммутируемый переключателем В4 (синхронно с делителем основного КК).

Усилитель состоит из двух усилительных каскадов и трех эмиттерных повторителей. Усилитель выполнен по схеме с обратной связью и с коррекцией по ВЧ и НЧ.

**5.3.11.** Видеоусилитель УВ-486 предназначен для усиления контрольных видеосигналов со входов передающего устройства для подачи их на ВКУ.

Технические данные видеоусилителя УВ-486 аналогичны данным видеоусилителя УВ-528.

Видеоусилитель УВ-486 представляет собой двухкаскадную схему на эмиттерных повторителях. С выхода усилителя видеосигнал размахом 1 В положительной полярности подается на ВКУ. Эмиттерный повторитель и два пиковых детектора обеспечивают постоянное напряжение на выходе, соответствующее размаху видеосигнала на входе усилителя для подачи на индикаторный прибор ИП2. Первый пиковый детектор фиксирует сигнал по уровню синхроимпульсов, а второй – по уровню белого.

**5.3.12.** Генератор пилообразного напряжения ГПН-410 формирует контрольное пилообразное напряжение частот  $16 \text{ кГц} \pm 10 \%$  для проверки работы радиолinii.

Длительность обратного хода «пилы» не более 8 мкс. Размах выходного напряжения регулируется в пределах  $0.2 \div 1.3 \text{ В}$ .

Первый каскад генератора представляет собой блокинг-генератор (БГ) с трансформаторной связью, работающий в режиме автоколебаний и генерирующий отрицательные прямоугольные импульсы частотой  $16 \text{ кГц} \pm 10 \%$  и длительностью 8 мкс. Интегратор собран на транзисторе, работающем в ключевом режиме, и зарядно-разрядной RC цепочке. При подаче на него короткого отрицательного импульса с БГ происходит быстрый заряд накопительных конденсаторов в цепи эмиттера через открытый ключ. При подаче положительного импульса происходит медленный разряд конденсаторов через закрытый ключ транзистора.

Выходной каскад выполнен по схеме эмиттерного повторителя на составном транзисторе. Эта схема позволяет существенно уменьшить шунтирование разрядной цепи формирователя пилообразного напряжения применением отрицательной обратной связи. Выходной делитель

позволяет плавно изменять размах «пилы» на нагрузке в пределах  $0.2 \div 1.3$  В.

**5.3.13.** Блок БПЗ-412 предназначен для генерирования с заданной стабильностью поднесущей частоты звукового сопровождения 7.74 МГц, модуляции, ограничения и усиления сигнала поднесущей.

Поднесущая частота звукового сопровождения при работе АПЧ –  $7.74 \pm 0.01$  МГц. Уровень поднесущей на выходе блока – 0.3 В на нагрузке 75 Ом. Крутизна характеристики дискриминатора  $11 \pm 1$  В/МГц. Неравномерность АЧХ тракта поднесущей частоты в пределах  $7.74 \pm 0.1$  МГц – не более 5 %. Крутизна модуляционной характеристики в пределах  $7.74 \pm 0.1$  МГц –  $70 \pm 10$  кГц/В. Уровень сигнала звука на контрольном выходе при девиации  $\pm 100$  кГц –  $100 \pm 10$  мВ. Неравномерность АЧХ канала контроля в диапазоне  $40 \text{ Гц} \div 12 \text{ кГц}$  – не более  $\pm 1\%$ . Коэффициент нелинейных искажений канала контроля звука в диапазоне  $50 \text{ Гц} \div 12 \text{ кГц}$  – не более 1.5 %.

Звуковой сигнал 5.5 В (или 1.55 В) поступает на тумблер В1, на который также подается синусоидальный сигнал 1000 Гц. Тумблером В1 производится выбор рода работы «Звук» или «1000 Гц». Выходной сигнал подается на схему контроля уровня звука, а также через делитель, регулирующий уровень звука, поступает на модулятор. В качестве модулятора используются кремневые диоды, образующие емкость контура генератора поднесущих частот ГПЧ и включенные для высокой частоты последовательно навстречу друг другу. Для напряжения смещения и модулирующего сигнала они включены параллельно. Генератор ГПЧ представляет собой схему с автотрансформаторной обратной связью. Сигнал с контура ГПЧ поступает на разделительный каскад УО, являющийся одноконтурным резонансным усилителем с двухсторонним ограничением на двух диодах. С выхода УО сигнал поступает на выходной каскад и на усилитель цепи обратной связи УОС. Выходной усилитель нагружен на двухконтурный полосовой фильтр и работает на кабель 75 Ом. Нагрузкой каскада УОС является одиночный резонансный контур, шунтированный диодными ограничителями. Дискриминатор построен по схеме на расстроенных контурах. После демодуляции сигнал низкой частоты и постоянная составляющая (в случае ухода частоты) через каскад УНЧ поступают с обратной фазой на модуляторные диоды. Таким образом осуществляется автоподстройка частоты и отрицательная обратная связь по модулирующей частоте, обеспечивающая линеаризацию модуляционной характеристики. Кроме того, с выхода каскада УНЧ снимается сигнал контроля звука, который поступает на УНЧ блока БКН-417. Звуковой сигнал со входа канала одновременно подается на индикатор уровня звука блока БКР-417.

Блок БПЗ-413 работает на поднесущей частоте 8.14 МГц и по своим составу и техническим данным аналогичен блоку БПЗ-412.

**5.3.14.** Блок контроля звука БКН-417 предназначен для усиления сигналов контроля звука, индикации уровней звуковых сигналов на входе, а также для генерации контрольного синусоидального сигнала.

Частота контрольного генератора -  $1 \pm 0.1$  кГц. Уровень контрольного сигнала частоты 4 кГц на выходе – 5.5 В (или 1.55 В). Неравномерность АЧХ УНЧ в диапазоне 40 Гц ÷ 12 кГц -  $\pm 0.5$  дБ. Выходное напряжение УНЧ -  $1 \pm 0.1$  В на нагрузке 2 кОм при входном сигнале 0.1 В. КНИ сигнала – не более 0.5 %. Генератор 1000 Гц собран по RC схеме с ОЭ и трехзвенной фазосдвигающей RC цепочкой. Выходной каскад является усилителем мощности, охвачен глубокой ООС и работает на трансформаторную нагрузку.

На вход БКН-417 поступает звуковой сигнал со входа БПЗ-412 или БПЗ-413. Он подается на вход индикатора уровня звука. Схема индикатора уровня звука представляет собой эмиттерный повторитель (ЭП) и детектор, с выхода которого постоянная составляющая поступает на прибор ИПЗ. С выходов дискриминаторов БПЗ-412 и БПЗ-413 подаются сигналы контроля звука, коммутируемые тумблером В9 на вход контрольного УНЧ. УНЧ контроля служит для усиления звукового сигнала с выхода дискриминатора модулятора поднесущих для подачи его на громкоговорящее устройство (разъем Ш16). УНЧ построен по схеме трехкаскадного усилителя с ОЭ и глубокой ООС, что обеспечивает низкий КНИ.

**5.3.15.** Радиопередатчик Х-408 предназначен для передачи по радиолинии сигналов изображения и двух программ звукового сопровождения путем генерирования и передачи в антенну ЧМ СВЧ колебаний.

В состав радиопередатчика Х-408 входит (рис. 5.3):

- волноводный тракт ВТ;
- модулятор УВ-476;
- контрольный УВ-480.

Несущая частота радиопередатчика в диапазонах частот от 7000 до 7200 МГц, от 7550 МГц до 7750 МГц и от 8500 до 8700 МГц равна одной из фиксированных частот с дискретом 40 МГц и точностью установки частоты по индикатору не хуже  $\pm 1.5$  МГц. Перестройка частоты - ручная. Выходная мощность радиопередатчика Х-408 - не менее 680 мВт.

При подаче на вход модулятора УВ-476 видеосигнала размахом 0,5 В положительной полярности модулятор обеспечивает на отражателе клистрона ОК модулирующий видеосигнал отрицательной полярности размахом  $20 \pm 1$  В. При этом отклонение частоты клистрона не менее 8 МГц при крутизне модуляционной характеристики не менее 0,4 МГц/В.

Неравномерность АЧХ в полосе от 50 Гц до 6 МГц – не хуже  $\pm 3$  % в полосе до 8.5 МГц – не хуже  $\pm 5\%$  относительно уровня на частоте 240 кГц. Дифференциальное усиление модулятора на частоте 4.43 МГц – не менее 2 %.

Радиопередатчик Х-408 обеспечивает на выходе контрольный сигнал размахом  $1 \pm 0.05$  В положительной полярности на нагрузке 75 Ом. Отношение размаха видеосигнала (без синхроимпульсов) к размаху периодической помехи с частотой 50 Гц на контрольном выходе блока - не менее 51 дБ. Радиопередатчик Х-408 получает все необходимые сигналы и напряжения по кабелю ТКПС-37 от блока управления БУ-412 на расстояние до 300 м.

Видеоусилитель (ВУ) УВ-476 предназначен для усиления группового сигнала, подаваемого на вход передатчика радиолнии, до величины, обеспечивающей заданную девиацию частоты отражательного клистрона ОК. Видеоусилитель состоит из двух частей: предварительного усилителя (ПВУ) и оконечного. Оконечный усилитель состоит из двух каскадов: выходного каскада ВУ и каскадного эмиттерного повторителя (ЭП) и при падении на вход УВ-476 видеосигнала положительной полярности размахом 0.8 В формирует групповой сигнал отрицательной полярности размахом  $31 \text{ В} \pm 5 \%$ . Этого уровня достаточно, чтобы обеспечить на отражательном клистроне ОК модуляцию несущей частоты с требуемой девиацией.

Учитывая характеристику предсказывающего контура в блоке БУ-412, девиация частоты передатчика на различных частотах передаваемой полосы будет соответственно:

- на частоте ниже 0.01 МГц девиация  $\pm 1.12$  МГц;
- на частоте ниже 1.5 МГц девиация  $\pm 4$  МГц;
- на частоте ниже 6 МГц девиация  $\pm 5.54$  МГц.

Для обеспечения низкого уровня гармонической помехи 50 Гц накал клистрона питается постоянным током. Переход с основного передатчика на резервный производится выводом основного клистрона из зоны генерации и вводом резервного. Вывод из зоны генерации осуществляется подачей на отражатель напряжения срыва, одновременно подается рабочее напряжение на резервный клистрон.

Для контроля видеосигналов демодулированный в волноводном дискриминаторе сигнал поступает на входной сумматор контрольного усилителя УВ-480, усиливается до размаха 1 В на двухкаскадном усилителе ВУ и эмиттерном повторителе ЭП и поступает на выход радиопередатчика «Вых.контр видео» для передачи по кабелю в блок управления, последующего усиления, восстановления динамического диапазона, фильтрации и контроля на экране ВКУ или осциллографа.

Второй выход сумматора УВ-480 служит для контроля частоты радиопередатчика по «0» волноводного дискриминатора. Контроль работы радиопередатчика по постоянной составляющей СВЧ осуществляется посредством индикатора частоты. С выходов двух детекторов Д1 и Д2 частотного дискриминатора волноводного тракта (рис. 5.4) противофазные сигналы поступают на входной сумматор усилителя УВ-480, выходной сигнал которого подается через ФНЧ на выход радиопередатчика и далее по кабелю в блок управления для контроля

постоянной составляющей по минимуму показаний прибора ИП1. Тем самым обеспечивается возможность выбора оптимальной зоны колебаний клистрона в зависимости от напряжения на его отражателе и правильной установки частоты путем наблюдения положения отметки индикатора частоты ИП1 на огибающей зоны колебаний. По своим техническим данным (схемной реализации, частотным и переходным характеристикам) усилители УВ-476 и УВ-480 аналогичны блоку УВ-528.

В блоке Х-408 расположены разъем для подключения телефона и связи с передающей аппаратурой, а также розетка для подключения антенны ТВ приемника.

Волноводный тракт ВТ радиопередатчика предназначен для передачи СВЧ энергии, генерируемой клистроном, в антенную систему и для индикации частоты и видеосигнала во время работы радиопередатчика.

Тракт состоит из главного волновода (рис. 5.4) и двух вспомогательных волноводов сечением 28.5x12.6 мм. Между клистроном и главным волноводом установлен вентиль ( $K_{CB} \leq 1.15$ ), служащий для устранения обратного воздействия нагрузки на режим работы клистрона.

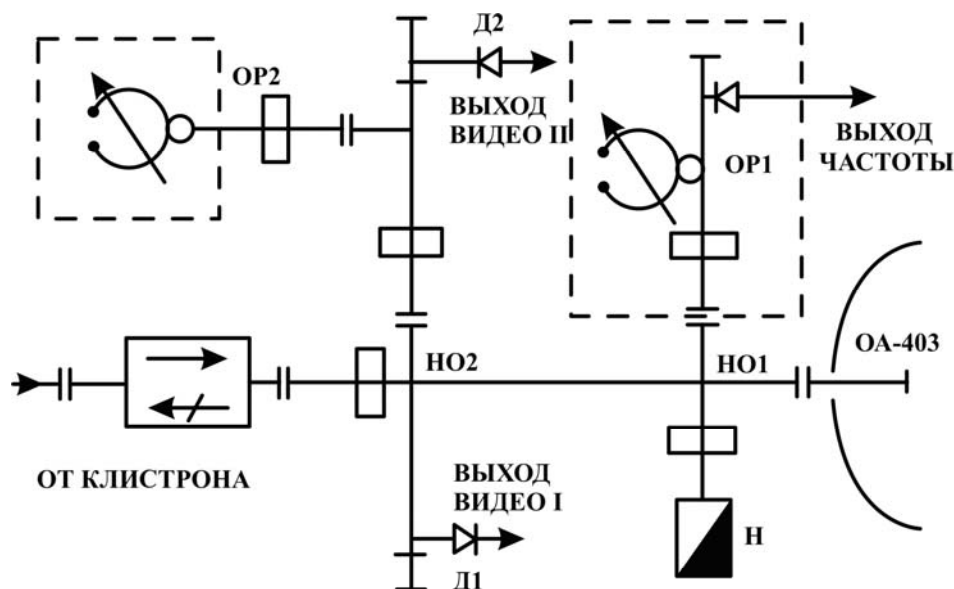


Рис. 5.4. Принципиальная схема антенно-волноводного тракта АТ-405

Часть СВЧ энергии из главного волновода через направленный ответвитель НО1 типа «крест» с затуханием не менее 20 дБ поступает в первый вспомогательный волновод на индикатор частоты. Индикатор частоты состоит из объемного резонатора ОР1, настроенного на одну из рабочих частот передатчика. Настройка производится по минимуму постоянной составляющей тока клистрона, фиксируемой прибором ИП2, находящимся на передней панели блока БУ-412 (рис. 5.3).

Кроме того, из главного волновода часть СВЧ энергии поступает через направленный ответвитель НО2 типа «крест» во второй вспомогательный волновод - на частотный дискриминатор. Дискриминатор состоит из объемного резонатора и двух кристаллических детекторов Д1 и Д2. Частотно-модулированная волна, поступающая во вспомогательный волновод, входит в резонанс с объемным контуром дискриминатора ОР2, поглощается им и детектируется на диоде Д2. Часть сигнала отражается от короткозамыкающего плунжера и попадает на диод Д1. Таким образом в волноводе образуются две волны – падающая и отраженная, сдвинутые по фазе на  $180^\circ$ . Детекторы Д1 и Д2 имеют общую нагрузку и за счет указанного сдвига фаз и полярного включения диодов частотная характеристика дискриминатора имеет S-образную форму.

При качественной настройке поршней диапазон работы дискриминатора составляет 10 – 15 % от средней частоты, линейная часть характеристики – 20 МГц.

**5.3.16.** Антенна состоит из отражателя и волноводного облучателя ОА-403. Отражатель представляет собой параболический рефлектор с диаметром раскрыва 1.5 или 1.0 м и фокусным расстоянием 500 мм. Изготовлен из металлизированной стеклоткани. Облучатель ОА-403 представляет собой осесимметричный отрезок волновода с контррефлектором и виде уголкового отражателя с углом раскрыва  $76^\circ$  и диаметром раскрыва 65 мм. В полосе 200 МГц любой части диапазона частот 7000-8700 МГц коэффициент усиления антенны – 38 дБ, КБВ – не хуже 0.8, уровень боковых лепестков – не выше 20 дБ, ширина ДН по уровню – 3 дБ в обеих плоскостях – не более 2.

#### **5.4. Конструкция передающей аппаратной СРЛ-11**

Пульт ПЛТ-454 представляет собой несущую конструкцию для размещения блоков управления радиопередатчиком БУ-412 – 2шт, блоков питания БП-600 – 2шт, осциллографа С9-57 (С1-81), видеоконтрольных устройств ВК-150 – 2шт (в лабораторном варианте заменены на телевизор «Рубин»), панели управления ПУ-437 (рис. 5.1).

Габаритные размеры пульта 700х1157х110мм.

Каркас пульта состоит из четырех частей: двух тумб, столешницы и каркаса с блоками. Все блоки устанавливаются в каркасе на направляющих и фиксируются специальными замками. Лицевые панели блоков наклонены под углом  $75^\circ$  к горизонтальной плоскости. На столешнице пульта горизонтально размещена откидная панель управления передатчиков ПУ-437. В вертикальной стенке столешницы, обращенной к оператору, предусмотрены карманы, в которых укладываются ручки-замки, инструменты и элементы ЗИПа. На тумбах справа и слева расположены розетки.

Антенное устройство АТ-405 выполнено в виде тумбы, в которой размещен блок передатчика Х-408. Передатчик соединен уголкового волноводом с облучателем ОА-403 и параболическим отражателем.

Поворот антенны по азимуту осуществляется поворотом основания. Передатчик Х-408 собран в прямоугольном литом алюминиевом корпусе и имеет два отсека: основной (между корпусом и блоковыми крышками) и отсек клистрона (между задней стенкой корпуса и задней крышкой). В основном отсеке размещены волновод, видеоусилитель, контрольный усилитель, элементы питания клистрона, вентилятор, клистрон. Клистрон охлаждается воздухом вентилятора, который в зависимости от температуры окружающей среды установкой в отсеке двух заслонок может поступать или из основного отсека, или снаружи. Блок герметичен. Габаритные размеры 430х225х31 мм.

### **5.5. Приёмная аппаратная СРЛ-11**

**5.5.1.** Приёмная аппаратная СРЛ состоит из аппаратуры, находящейся на мачте – двух приёмных антенных устройств АТ-404 и аппаратуры, расположенной в помещении – пульта приёмного ПЛТ-455, щита распределительного ЩР-440, звукового агрегата, стойки контроля видео СК-454, видеоконтрольного устройства ВК-173, трансформатора, стабилизаторов напряжения СН-536 (рис. 5.5).

**5.5.2.** Высокочастотный сигнал, излучаемый радиопередатчиком, принимается антеннами и через волноводный тракт поступает на выносные приёмники Н-413, расположенные в блоке АТ-404. В выносном приёмнике сигнал преобразуется на промежуточную частоту, усиливается и подается по кабелям ТКПСР-37 в нижний приёмник Н-414 в пульте ПЛТ-455, где усиливается по ПЧ, детектируется, усиливается по видеочастоте и разделяется на сигнал видео и два сигнала звука.

С нижнего приёмника Н-414 видеосигналы с основных выходов и сигналы звукового сопровождения поступают на панель управления приёмников ПУ-436, где коммутируются и по кабелям поступают на телевизионный УКВ передатчик для передачи в эфир.

Контроль качества и формы видеосигнала осуществляются в пульте ПЛТ-455 на видеоконтрольных устройствах ВК-150 и контрольном осциллографе С9-52, а также на выносном ВК-151 и осциллографе С1-57, расположенных в стойке СК-454.

Сигнал контроля звука с панели управления ПУ-436 подается на звуковой контрольный агрегат ЗКА.

Для связи мачтовика с обслуживающим персоналом в помещении аппаратной имеется телефонный аппарат, который может быть подключен к любому из антенных устройств АТ-404.

Питание всей приёмной аппаратуры напряжением – 220 В осуществляется от распределительного щита через пульт ПЛТ-455. Напряжение для верхних приёмников подается по кабелю ТКПСР-37.

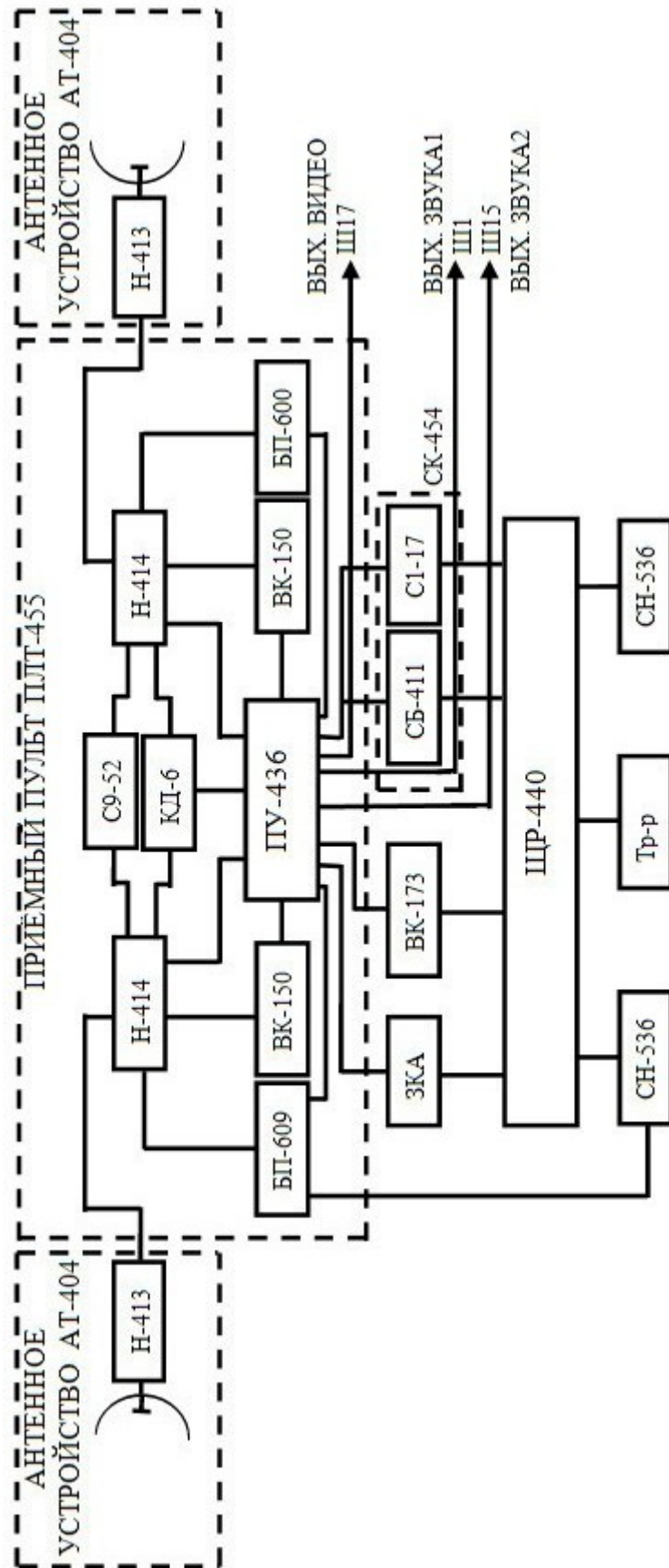


Рис. 5.5. Структурная схема приемной аппаратуры СРЛ-11

**5.5.3.** Антенное устройство АТ-404 предназначено для приёма СВЧ сигнала, модулированного сигналами видео и звукового сопровождения, преобразования его, частичного усиления и передачи его в приёмную аппаратуру, а также для наведения антенны.

В состав антенного устройства входят:

- параболический отражатель 1.5 м (или 1.0 м);
- волноводный облучатель ОА-403;
- выносной блок приёмника Н-413;
- волноводный тракт.

Согласование волноводного тракта – КБВ=0.7.

Пределы поворота антенны: по азимуту  $\pm 10$ , по углу места 0-15. Коэффициент усиления антенн в полосе 200 МГц в любой части диапазона частот 7000-8700 МГц – 38 дБ. Ширина диаграммы направленности по уровню 3 дБ не более 2. Уровень боковых лепестков не выше 20 дБ.

Принятый антенной СВЧ сигнал через волноводный тракт сечением 28.5x12.6 мм подается на выносной блок приёмного устройства Н-413, где преобразуется в сигнал промежуточной частоты 130 МГц, усиливается и подается в приёмную аппаратуру по коаксиальному радиокабелю (или по одной из коаксиальных жил кабеля ТКПС-37, если расстояние от места установки АТ до приёмной аппаратуры не превышает 150 м).

При установке АТ-404 антенна наводится на передающую антенну по максимуму сигнала. Поворот антенны осуществляется вручную.

По конструкции параболического рефлектора и волноводного облучателя приёмная антенна аналогична передающей.

**5.5.4.** В приёмном пульте ПЛТ-455 размещены следующие блоки:

- два приёмника нижних Н-414;
- панель управления приёмников ПУ-436;
- два блока питания приёмников БП-609;
- два видеоконтрольных устройства ВК-150 (или ВК-151) <sup>(1)</sup>;
- контрольный осциллограф С9-52 <sup>(2)</sup>;
- телефонный концентратор КД-6 <sup>(3)</sup>;
- вентилятор.

Сигнал ПЧ, поступающий с верхних приёмников Н-413, подается на нижние приёмники Н-414, где усиливается по ПЧ, детектируется, усиливается и разделяется на сигнал видео и два сигнала звукового сопровождения. Видеосигнал с основных выходов приёмников размахом 1В и сигналы звука величиной 5.5 В (или 11.55 В) по кабелям поступают

---

<sup>(1)</sup> В лабораторно варианте заменены на телевизор «РУБИН».

<sup>(2)</sup> В лабораторном варианте используется С1-81.

<sup>(3)</sup> В лабораторном варианте отсутствует.

на панель коммутации приёмников ПУ-436. После коммутации сигнал видео с разъема Ш 17 и звука с разъема Ш 1 и Ш 15 панели управления ПУ-436 поступают на телевизионный УКВ передатчик для передачи в эфир.

С контрольных выходов нижнего приёмника видеосигнал размахом 1В положительной полярности подается на панель коммутации, где коммутируется на видеоконтрольные устройства ВК-150, контрольный осциллограф С9-52 и выносное ВКУ для контроля видеосигнала. Импульс подсвета С9-52 подается на одно из ВК-150 для подсвета той строки, которая выделяется на осциллографе. Сигнал контроля звука с панели коммутации подается на звуковой контрольный агрегат (ЗКА).

#### **5.5.5. Панель управления приёмников ПУ-436 предназначена:**

- для коммутации видеосигналов, поступающих со входов приёмников Н-414 на вход УКБ передатчика через регенератор или минуя его;
- коммутации контрольных выходных сигналов «контроль видео» с приёмников на ВК-150 и С9-52;
- коммутации двух программ звукового сопровождения, поступающих с двух приёмников Н-414 на телевизионный УКВ передатчик;
- коммутации двух программ звукового сопровождения, поступающих с двух приёмников Н-414 на телевизионный УКВ передатчик;
- коммутации двух программ «контроль звука» с приёмников на ЗКА;
- дистанционной коммутации каналов приёмников.

**5.5.6.** В состав верхнего приёмника Н-413 входят следующие блоки волноводный тракт, предварительный усилитель промежуточной частоты УПЧ-420, трансформатор канала ламп и гетеродина, вентилятор, клистрон типа К73, К-74 или К54А.

Основные технические данные:

- диапазон частот  $7000 \div 7200$  МГц,  $7750 \div 7750$ ,  $8500 \div 8700$  МГц;
- полоса пропускания 28 МГц;
- промежуточная частота 130 МГц;
- коэффициент усиления УПЧ не менее 150;
- выходное сопротивление 75 Ом.

Принятый антенной СВЧ сигнал поступает на волноводный вход приёмника (рис. 5.6), пройдя через разветвитель 1, он попадает на щелевой мост 2 и далее в смесительную камеру балансного смесителя 3 (диод Д1, Д2). Туда же поступает сигнал от гетеродина, работающего на клистроне. Полученный в результате преобразования сигнал ПЧ 130 МГц поступает на предварительный УПЧ-420 верхнего приёмника. Предварительный УПЧ-420 предназначен для усиления сигналов ПЧ с

целью компенсации затухания в коаксиальном кабеле и исключения влияния собственных шумов главного усилителя УПЧ-421, а также для автоматической регулировки усиления приёмника. Выход УПЧ-420 соединяется со входом УПЧ-421, размещенным в нижнем приёмнике Н-414, коаксиальным кабелем типа ТКПСР-37 длиной до 150 м или КРК длиной до 400 м.

Предварительный УПЧ-420 состоит из каскадов. Для уменьшения шумов первый каскад УПЧ собран на триоде 6С4П по схеме с общей сеткой. Остальные каскады усилителя выполнены на высокочастотных пентодах 6Ж38П. Для получения АЧХ с заданной неравномерностью (не хуже 5 %) в широкой полосе частот в схеме усилителя используются двухконтурные колебательные системы с сильной связью, чередующиеся с одноконтурными каскадами, настроенными на ПЧ. На выходе УПЧ-420 стоит аттенюатор для подбора необходимого уровня сигнала ПЧ на входе УПЧ-421. Для реализации большого динамического диапазона применена система АРУ, которая охватывает третий, четвёртый и пятый каскады усиления.

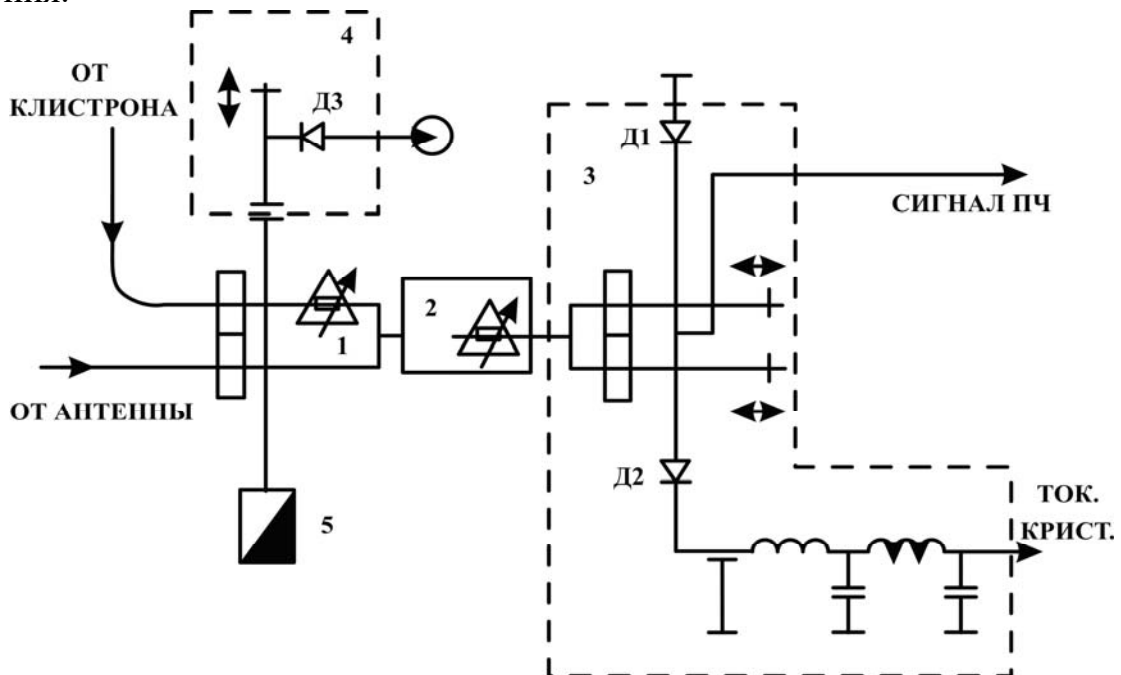


Рис. 5.6. Принципиальная схема антенно-волноводного тракта АТ-404

**5.5.7.** Нижний приёмник Н-414 предназначен для усиления, ограничения и детектирования сигнала ПЧ, поступающего с выходного приёмника Н-413, разделения сигналов видео и звука и усиления их до необходимого уровня. Блок Н-414 состоит из следующих узлов (рис. 5.7):

- усилитель УПЧ-421;
- видеоусилитель УВ-545;
- блок автоматической подстройки АПЧ-401;
- блок поднесущих звука БПЗ-410 и БПЗ-411;
- формирователь импульсов фиксации УФ-435;

- восстанавливающий контур;
- фильтр-фазовый корректор.

На выходе нижнего приёмника Н-414 имеются следующие сигналы:

- полный (4 выхода видеосигнала положительной полярности размахом 1 В на 75 Ом: два основных, два контрольных);

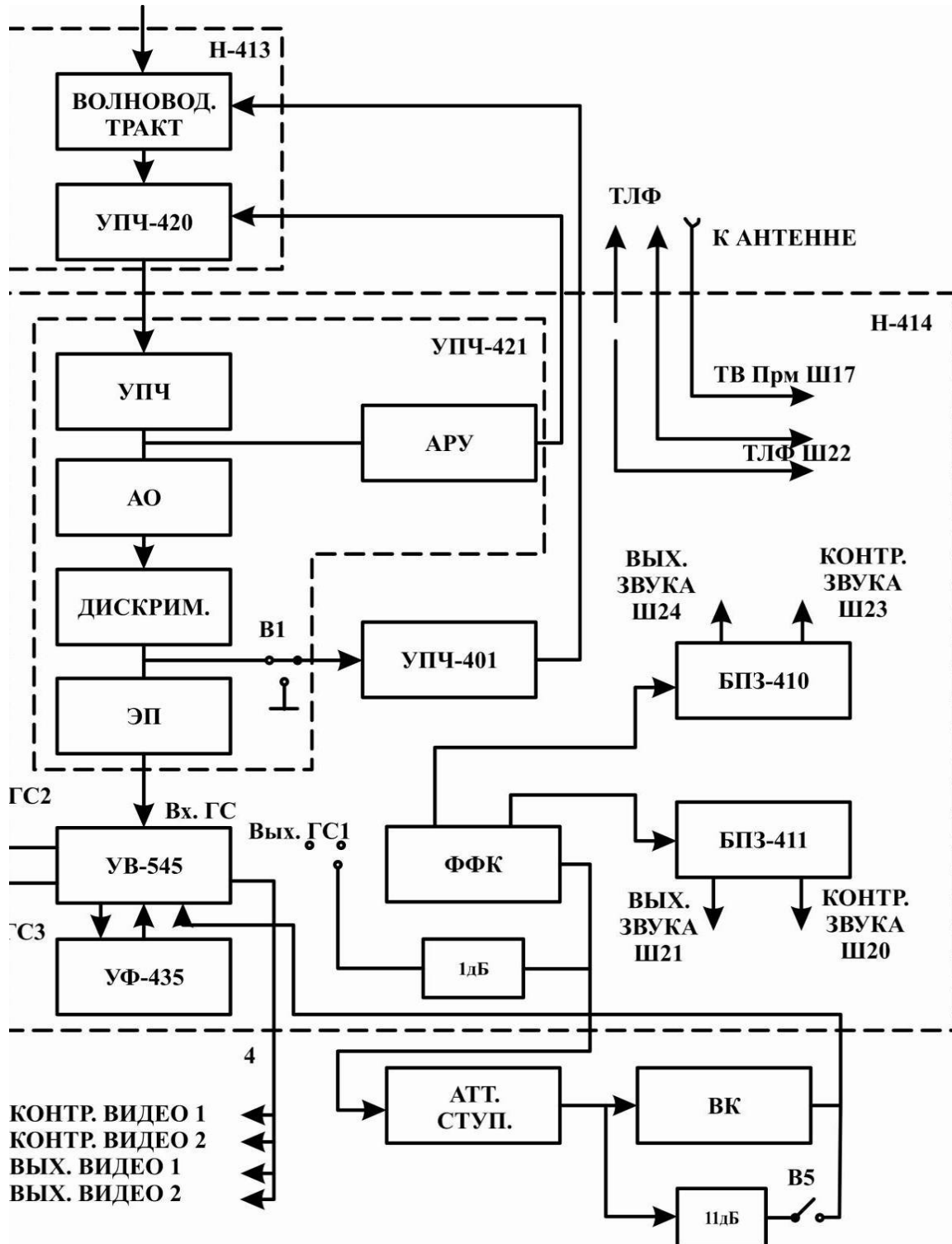


Рис. 5.7. Структурная схема приёмника радиолинии СРЛ-11

- сигнал звукового сопровождения 5.5 В на 600 Ом или 1.55 В на 50 Ом (по одному основному выходу на каждую программу) и по одному контрольному 1.5 В на 5 кОм;
- групповой сигнал: видео и две поднесущие звука (два выхода размахом 1.1 В на нагрузке 75 Ом).

Сигнал ПЧ с верхнего приёмника поступает на усилитель УПЧ-421, где усиливается, ограничивается и детектируется. Полученный групповой сигнал с выхода частотного дискриминатора поступает на вход видеоусилителя УВ-545 и на вход блока АПЧ-401. Блок автоподстройки частоты вместе с дискриминатором УПЧ следит за средним значением частоты сигнала ПЧ и в соответствии с его уходом от 130 МГц вырабатывает постоянное напряжение соответствующей полярности, поступающее на отражатель клистрона. При необходимости блок АПЧ-401 может быть отключен тумблером В1. Выбор рабочей точки клистрона производится потенциометром «Отражатель» на передней панели блоков Н-414.

Групповой сигнал после предварительного усиления в блоке УВ-545 поступает на выходы группового сигнала (Ш28, Ш29), а также на разделительный фильтр-фазовый корректор (ФФК), в котором происходит селекция по частоте на видеосигнал и сигналы поднесущих звука. Ступенчатый аттенюатор на выходе ФФК позволяет регулировать уровень видеосигнала в пределах  $\pm 3$  дБ через 0.5 дБ. С выхода аттенюатора видеосигнал поступает на восстанавливающий контур (ВК), компенсирующий искажения, вносимые предыскажающим контуром ПК. С восстанавливающего контура видеосигнал возвращается на видеоусилитель УВ-545 для усиления и восстановления постоянной составляющей видеосигнала и дальнейшего усиления видеосигнала до уровня 1 В  $\pm 10$  % на каждом из четырех выходов. С одного из выходов видеоусилителя сигнал поступает на вход формирователя импульсов фиксации УФ-435 и на выходы приёмника. При необходимости ВК может быть заблокирован компенсирующей нагрузкой 11 дБ.

С разделительного фильтра ФФК две поднесущие звука поступают на входы блоков поднесущих звука БПЗ-410 и БПЗ-411. В этих блоках, отличающихся только частотой настройки, сигналы поднесущих звука усиливаются, ограничиваются и детектируются. НЧ сигналы подаются на потенциометры «Уровень звука» (на передней панели блоков Н-414). После усиления по НЧ сигналы звука и контроля звука поступают на выходные разъемы блока Ш20, Ш21 и Ш23, Ш24.

Ноль дискриминатора контролируется прибором ИПЗ, а режим работы основных узлов приёмника – приборами ИП1 и ИП2.

Для связи приёмной аппаратурой с мачтовиком в схему заложена телефонная пара (выход – разъем Ш22). Транзитом через приёмник проходят коаксиальные пары, связывающие ТВ приёмник контроля эфира с выносной антенной (разъем Ш17).

**5.5.8.** В состав усилителя промежуточной частоты УПЧ-421 входят 3 ламповых каскада усиления, два каскада усилителя–ограничителя, буферный каскад, балансный усилитель, дискриминатор на полупроводниковых диодах, эмиттерный повторитель на двух транзисторах и усилитель АРУ. В усилителе используются лампы 6Ж38П и 6Ж1П, транзисторы типа П416.

Неравномерность АЧХ УПЧ-421 в полосе  $130 \pm 14$  МГц – не более  $\pm 3$  % относительно среднего уровня (без ограничителя – не более  $\pm 10$  %). Неравномерность амплитуды выходного напряжения ограничителя не более  $\pm 3$ ; при изменении входного сигнала ПЧ до 10-кратного порога ограничителя. Крутизна частотной характеристики дискриминатора не менее 50 мВ/МГц на участке  $130 \pm 14$  МГц. Усиление УПЧ-421 – до 45 дБ.

На вход УПЧ-421 (Ш I – рис. 5.8) сигнал поступает с верхнего блока приёмника УПЧ-420 через коаксиальный кабель (75 Ом). Для предотвращения ограничения больших сигналов в последних каналах УПЧ в приёмнике применяется система АРУ. Напряжение сигнала ПЧ на вход АРУ подается с выхода последнего каскада усиления. Управляющее напряжение с выхода АРУ подается в УПЧ-420 на сетки регулируемых ламп. Ограничитель предназначен для уменьшения паразитной АМ, которая вызывается наложением на полезный сигнал напряжения шумов, а также для уменьшения изменения выходного сигнала при изменении входного. Ограничение достигается работой ламп при пониженных анодном и экранином напряжениях.

Дискриминатор служит для демодуляции ЧМ сигнала в групповой сигнал, имеющий линейную зависимость амплитуды на выходе от девиации частоты колебаний на входе дискриминатора. Для получения линейной характеристики дискриминатора используют два контура, расстроенные симметрично относительно ПЧ. Контруры LC дискриминатора настроены на частоту  $f_n = 116$  МГц и  $f_B = 144$  МГц. Детектирование полученных на контурах АМ колебаний производится на диодах Д6 и Д7.

Эмиттерный повторитель (ЭП) служит для согласования входного сопротивления кабеля, соединяющего вход видеоусилителя УВ-545 с выходом УПЧ-421. На входе включен дроссельный фильтр, предотвращающий попадание ПЧ в тракт видеоусилителя.

**5.5.9.** Блок АПЧ-401 является усилителем постоянного тока и предназначен для усиления выходных сигналов дискриминатора по напряжению до величины, необходимой для компенсации уход частоты гетеродина при действии дестабилизирующих факторов.

Входное сопротивление – не менее 40 кОм. Выходное сопротивление – 40 кОм. Коэффициент усиления – в пределах от 7000 до 1800 ( $57 \div 65$  дБ). Максимальное выходное напряжение – не менее 20 В. Линейность выходного напряжения – не хуже  $\pm 10$  % в диапазоне  $\pm 15$  В.

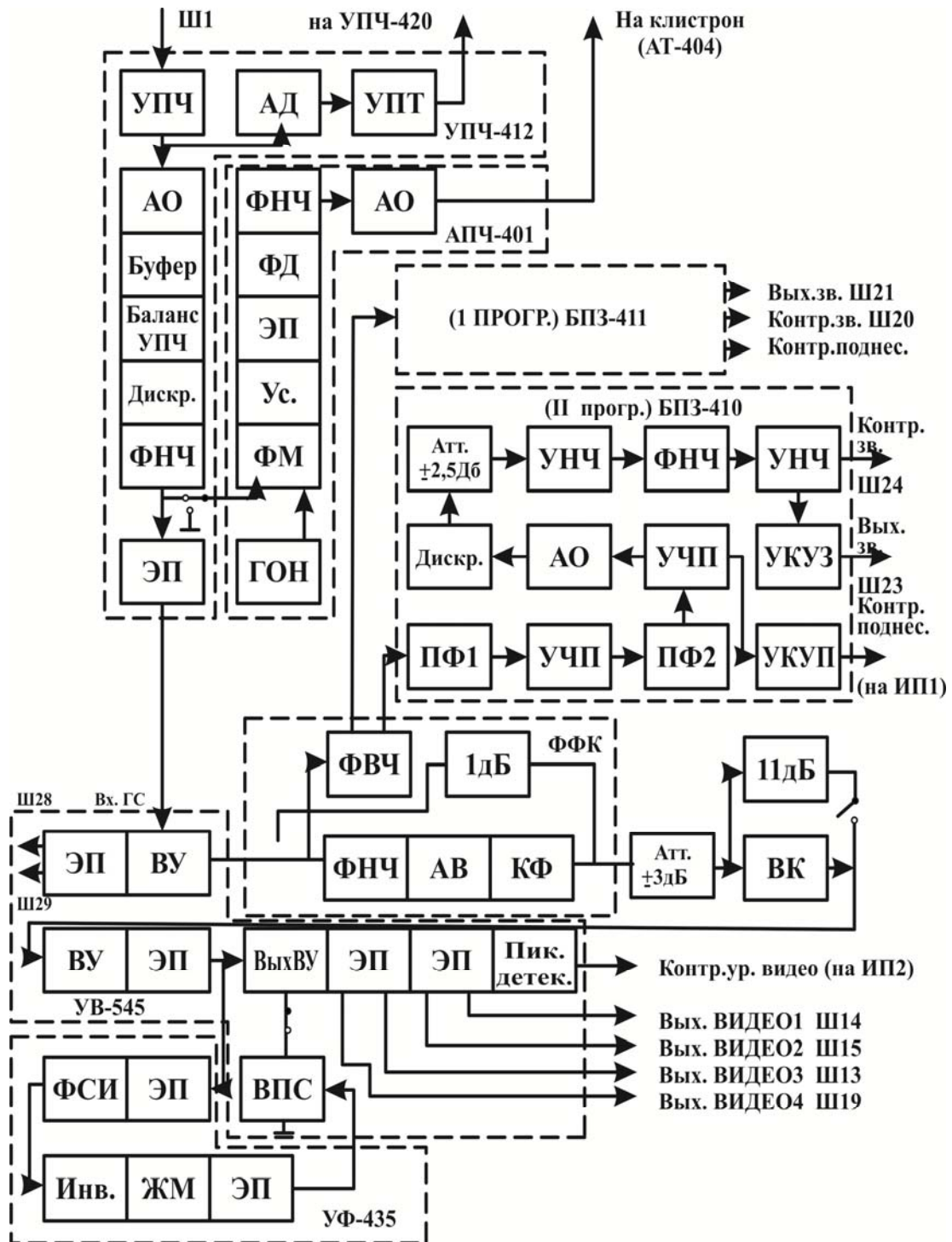


Рис. 5.8. Функциональная схема нижнего приёмника Н-414

В состав блока АПЧ-401 входят фазовый модулятор с фильтром (рис. 5.8), усилитель переменного тока на интегральных микросхемах У1 и У2 типа К1УТ401Б, выходной каскад ЭП, фазовый демодулятор (ФД) с фильтром и ограничителем, генератор опорного напряжения (ГОН).

Постоянное выходное напряжение с дискриминатора поступает на фазовый модулятор, преобразующий постоянное напряжение в

переменное, которое затем поступает на вход усилителя переменного тока. Чтобы переменное напряжение с модулятора не поступало в дискриминатор, на входе блока стоит фильтр. Усиленное переменное напряжение преобразуется фазовым демодулятором в постоянное напряжение и через фильтр и ограничитель, которые убирают переменную составляющую и уменьшают пульсацию, поступает на выход блока АПЧ-401. Опорное напряжение частоты 800 Гц для модулятора и демодулятора вырабатывает генератор ГОН, выполненный по схеме мультивибратора.

**5.5.10.** Видеоусилитель УВ-545 предназначен для усиления группового сигнала и видеосигнала приёмника.

При подаче группового видеосигнала положительной полярности размахом 0.11 В на «Выход ГС» на выходах видеоусилителя на нагрузке 75 Ом [разъемы «Выход ГС1», «Вход ГС2» (Ш28), «Выход ГС3» (Ш29)] формируются групповые видеосигналы положительной полярности размахом  $1 \text{ В} \pm 10 \%$ . При подаче видеосигнала положительной полярности размахом 0.15 В на «Вход ВИДЕО» на выходах «Выход ВИДЕО 1», «Выход ВИДЕО 2», сигналы положительной полярности имеют размах  $1 \text{ В} \pm 10 \%$ . Неравномерность АЧХ в полосе от 50 Гц до 6 МГц – не более  $\pm 3 \%$ , полосе до 8.5 МГц – не более  $\pm 5 \%$  относительно уровня на частоте 240 кГц.

Видеоусилитель, выполненный на транзисторах, состоит из двух частей. Первая часть предназначена для усиления группового сигнала до необходимого уровня. Вторая часть предназначена для компенсации затухания, вносимого фильтром ФФК, аттенуатором и восстанавливающим контуром (ВК) приёмника Н-414, а также для восстановления постоянной составляющей видеосигнала.

Первая часть видеоусилителя выполнена на четырех транзисторных каскадах, охваченных обратной связью. В первом каскаде осуществляется коррекция по высокой и низкой частоте. Эмиттерные повторители включены для получения двух дополнительных выходов группового сигнала.

Вторая часть видеоусилителя выполнена на трех транзисторных каскадах, охваченных обратной связью. Для устранения низкочастотных уходов видеосигнала в видеоусилитель включена управляемая схема восстановления постоянной составляющей (ВПС) видеосигнала, состоящая из последовательности. Импульсы фиксации, управляющие работой ключа, поступают от формирователя импульсов фиксации УФ-435, который выделяет эти импульсы из полного видеосигнала с выхода ЭП. Заряд фиксирующей емкости осуществляется при открытом ключе с малой постоянной времени. Схема ВПС может быть отключена с помощью тумблера В1. С выхода ЭП видеосигнал поступает на выходы 1 и 2 видеоусилителя и одновременно через эмиттерные повторители – на выходы 3 и 4.

Для контроля за уровнем видеосигнала использована схема на транзисторе и двух диодах. Пиковый детектор фиксирует сигнал на уровне синхроимпульсов, а диодный детектор фиксирует сигнал на уровне белого. Таким образом, постоянное напряжение на выходе детектора соответствует полному размаху видеосигнала.

**5.5.11.** Фильтр-фазовый корректор (ФФК) предназначен для разделения видеосигнала и поднесущих частот звукового сопровождения и коррекции фазовых искажений видеосигнала. Схема и характеристики фильтра аналогичны ФФК передатчика.

**5.5.12.** Формирователь импульсов фиксации УФ-435 предназначен для выделения из полного видеосигнала синхроимпульсов и формирования из них импульсов фиксации для управления схемой ВПС видеосигнала в видеоусилителе УВ-545.

При подаче видеосигнала положительной полярности размахом 1.5 В на «Вход ВИДЕО» на выходе формирователя появляется импульс отрицательной полярности с частотой следования  $f_{сфр.}$ , размахом не менее 3 В и длительностью импульса 2.5 мкс.

Формирователь состоит из пяти каскадов: входной эмиттерный повторитель (ЭП), формирователь строчных импульсов (ФСИ), инвертор (Инв), ждущий мультивибратор (ЖМ), выходной эмиттерный повторитель.

Полный выходной видеосигнал размахом 1.5 В через эмиттерный повторитель поступает на ФСИ, который выделяет из полного видеосигнала сформированные синхроимпульсы положительной полярности размахом 6 В и длительностью  $\approx 5$  мкс и осуществляет привязку уровня по вершинам отрицательных синхроимпульсов.

Выходной строчный синхроимпульс положительной полярности подается на дифференцирующий каскад. Импульс отрицательной полярности продифференцированного переднего фронта подается на запуск ждущего мультивибратора. С выхода мультивибратора сформированный импульс фиксации размахом 4 В длительностью 2.5 мкс через ЭП поступает на схему восстановления постоянной составляющей в блоке УВ-545.

**5.5.13.** Восстанавливающий контур ВК предназначен для компенсации искажений группового сигнала, вносимых предискажающим контуром.

Частотная характеристика ВК в полосе 50 Гц÷6.5 МГц соответствует рекомендациям МККР № 405 с отклонением не более  $\pm 0.15$  дБ. Затухание эквивалентного аттенюатора -  $11 \pm 0.15$  дБ.

Применение восстанавливающего контура совместно с предискажающим в тракте радиолinii позволяет более эффективно использовать радиоканал. Включение ВК дает возможность увеличить отношение сигнал/шум и уменьшить перекрестные искажения в звуковом канале.

**5.5.14.** Блок поднесушей звука БПЗ–410 предназначен для усиления, ограничения и демодуляции поднесущих звукового сопровождения и дальнейшего усиления сигналов по низкой частоте.

Поднесущая частота звукового сопровождения -  $8.14 \pm 0.01$  МГц. Крутизна дискриминаторной характеристики – не менее 10 В/МГц. Входное сопротивление блока – 75 Ом. Выходной сигнал НЧ на нагрузке 150 Ом – 2.75 В.

Дифференциальное усиление от входа блока до выхода УНЧ – не более 10 % при девиации поднесущей  $\pm 100$  кГц. Коэффициент нелинейных искажений – не более 0.3 %.

В состав блока входят: усилитель частоты поднесущей, полосовые фильтры, ограничитель, дискриминатор, переменный аттенюатор, усилитель низкой частоты, фильтр нижних частот, усилитель контроля уровня поднесущей (УКУП), усилитель контроля уровня звука (УКУЗ).

Сигнал с выхода фильтра верхних частот блока ФФК поступает на двухкаскадный усилитель частот поднесущей (УЧП). Двухконтурный ПФ1 и трехконтурный ПФ2 полосовые фильтры определяют селективность блока и его избирательность по частоте соседней поднесущей. С коллекторного контура второго каскада УЧП сигнал через резонансный ограничитель подается на дискриминатор. Дискриминатор выполнен по схеме с расстроенными контурами. Нагрузкой дискриминатора является потенциометр, вынесенный на переднюю панель блока Н-414 («Уровень звука»), позволяющий изменить уровень низкой частоты в пределах  $\pm 2.5$  дБ. Первый резистивный каскад УНЧ, выполненный по схеме ОЭ, нагружен на фильтр нижних частот, ограничивающий полосу со стороны верхних частот. Общий коэффициент усиления этой части схемы  $\approx 1$ . Необходимое усиление по НЧ обеспечивают два резистивных каскада УНЧ (по схеме ОЭ) и выходные каскады, собранные по двухтактной схеме на транзисторах с разным типом проводимости по схеме ОК. Выходные парафазные каскады и весь УНЧ в целом охвачены обратной связью, что стабилизирует рабочую точку и существенно уменьшает нелинейные искажения усилителя. С выхода УНЧ сигнал через согласующий выходной трансформатор поступает на выход приёмника (Ш24 – «Выход звука»).

Для контроля уровня звука используется транзисторный усилитель (Ш13 – «Контр. звука»). Двухкаскадный резистивный усилитель по схеме ОЭ используется для контроля уровня поднесущей на приборе ИП1.

Неравномерность АЧХ фильтра нижних частот ФНЧ в полосе 40 Гц  $\div 12$  кГц не более  $\pm 0.8$  дБ относительно уровня сигнала на частоте 1000 Гц. Фильтр НЧ подавляет частоту 15625 Гц не менее чем на 30 дБ относительно сигнала частоты 1000 Гц.

Схема и характеристики блока поднесушей звука БПЗ–411 аналогичны блоку БПЗ–410 и отличаются лишь значением поднесущей частоты, равной 7.74 МГц.

### 5.6. Конструкция приёмной аппаратной СРЛ – 11

Конструктивно антенное устройство приёмника СРЛ АТ-404 представляет тумбу, в которой размещен верхний приёмник Н-413. Приёмник соединён уголковым волноводом через вращающееся сочленение с облучателем ОА-403 и параболическим отражателем. Поворот антенны по углу места осуществляется поворотом основания.

Технические параметры и конструкция облучателя ОА-403 и параболического отражателя приемной антенны аналогичны параметрам и конструкции передающей антенны.

Пульт приёмный ПЛТ-455 представляет собой несущую конструкцию для размещения блоков приёмников нижних Н-414 – 2 шт., блоков питания БП-609 – 2шт., осциллографа С9-52, видеоконтрольных устройств ВК-150 – 2шт., панели управления ПУ-436 (рис. 5.5). Габаритные размеры пульта 1700 х 1157 х 1130 мм.

Каркас пульта состоит из четырех частей: двух тумб, столешницы и каркаса с блоками, соединенными между собой винтами. Все блоки устанавливаются в каркасе на направляющих и закрепляются с помощью специальных замков. Лицевые панели блоков наклонены под углом 75° к горизонтальной плоскости.

На столешнице пульта размещена панель управления приёмников ПУ-436 в виде откидной панели. Конструкция обеспечивает фиксацию панели в откинутом положении. Специальные замки фиксируют панель в рабочем положении. В вертикальной стенке столешницы, обращенной к оператору, предусмотрены карманы, закрытые откидными крышками, в которых укладываются ручки-замки для вынимания блоков, а также инструменты и электроэлементы из ЗИПа.

Внешний монтаж проходит транзитом через тумбу пульта и по поддону к блокам. В поддоне расположена переходная плата. На тумбах справа и слева расположены розетки нижнего Н-414, который представляет собой каркас, состоящий из лицевой и задней панелей, соединенных рамами. В блоке размещены конструктивно и функционально законченные узлы – платы БПЗ-410, БПЗ-411, УВ-545, УФ-435, АПЧ-401, УПЧ-421. На лицевой панели блока расположены: микроамперметры ИП1 ÷ ИП3, два переключателя контроля В2 и В3, три потенциометра «Отражатель», «Уровень звука I», «Уровень звука II», переключатель В4 – «Уровень видео», три микротумблера В1 – «АПЧ – откл.», В6 «РУ - АРУ», В9 – «0 -0.5».

Блок питания БП-609 имеет аналогичную конструкцию. На лицевой панели блока расположены тумблеры выключения «Накал. Отражат.» и «Анод», предохранители Пр 1 ÷ Пр 12, измерительный прибор ИП1 с переключателем В3 и контрольные гнезда Г1 ÷ Г10.

С левой стороны панели управления ПУ-436 расположены кнопка и ключ телефонного вызова мачтовика или передающей аппаратной. С правой стороны панели – кнопки, тумблер, контрольные лампочки и

потенциометр, позволяющие осуществлять переключение каналов, включение регенератора, ВКУ, осциллографа и осуществляющие контроль звука в двух каналах.

## 6. Характеристики сквозного тракта ТВ канала

Основными характеристиками ТВ канала являются следующие: различие в усилении (РУ) сигналов яркости (СЯ) и цветности (СЦ); расхождение во времени (РВ) СЯ и СЦ; нелинейные искажения СЯ; дифференциальное усиление (ДУ); дифференциальная фаза (ДФ); нелинейность СЦ; влияние СЦ на СЯ; отношение СЯ к флюктуационной помехе и к фоновой.

Для обеспечения непрерывного контроля качества ТВ канала в процессе передачи в состав ТВ сигнала вводятся специальные измерительные сигналы (ИС) (рис. 6.1). Они формируются на ТВ центре и вводятся в полный ТВ сигнал во время передачи гасящих импульсов полей для того, чтобы их не было видно на экране. С этой целью выделяется ряд строк, которые располагаются на экране выше изображения и называются испытательными строками. Для передачи ИС используются следующие строки: ИС1 – 17, 20; ИС2 – 18, 21; ИС3 – 330, 333; ИС4 – 331, 334; ИС5 – 16, 19. На приёмной стороне испытательные строки выделяются с помощью специального осциллографа, снабженного блоком выделения строки БВС (например, С1 - 81), который для устойчивой работы должен находиться в режиме внешней синхронизации БВС от исследуемого сигнала.

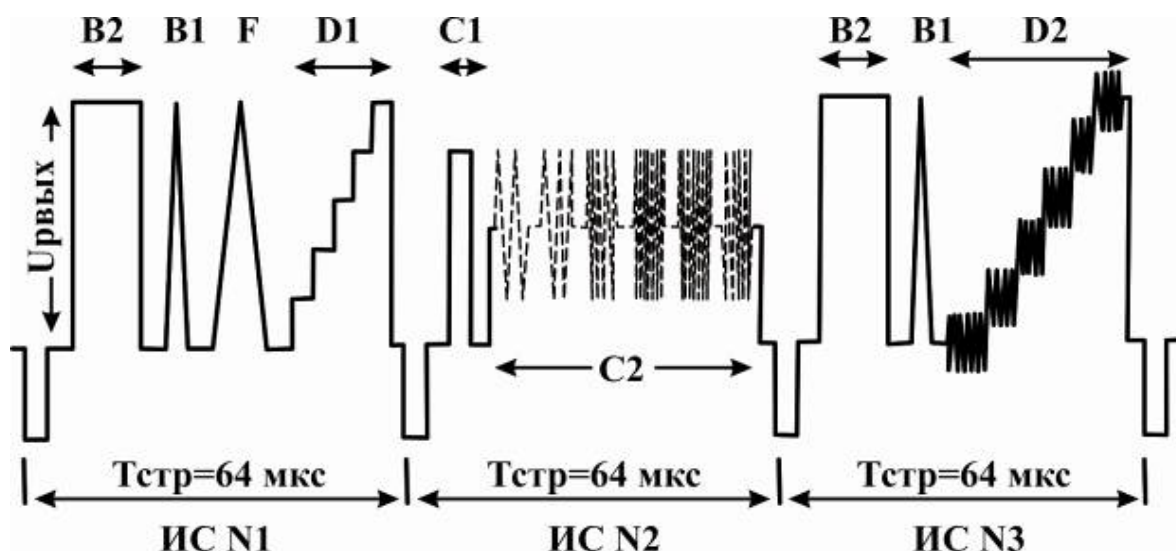


Рис. 6.1. Форма и состав измерительных сигналов (ИС) испытательных строк

Испытательный сигнал №1 состоит из элемента В2, называемого импульсом «белого», В1 – синус-квадратичный импульс, F – сложный синус-квадратичный импульс и D1 – ступенчатый сигнал. Импульс

«белого» служит для измерения размаха напряжения сигнала на выходе канала  $U_{\text{рвых}}$ , а также используется в качестве опорного (эталонного) при измерении искажений. Синус–квадратичный импульс, длительность которого на уровне половины амплитуды составляет 0.16 мкс, позволяет оценить нелинейность переходной характеристики в области средних и высоких частот. Использование импульса с такими параметрами оказывается очень удобным, так как его спектр практически ограничен полосой частот от 0 до 6 МГц, что соответствует полосе пропускания канала изображения. Сужение полосы пропускания приводит к уменьшению амплитуды импульса, которую легко измерить с помощью осциллографа. Сложный синус–квадратичный импульс имеет длительность 1.6 мкс и позволяет оценить различие в усилении и расхождении во времени сигналов яркости и цветности. Ступенчатый сигнал служит для контроля амплитудной (передаточной) характеристики канала, нелинейность которой вызывает нарушение правильности передачи градаций яркости на экране.

Испытательный сигнал №2 позволяет измерить неравномерность АЧХ канала и состоит из элемента  $C_1$ , который используется в качестве опорного размаха сигнала при снятии АЧХ, и элемента  $C_2$ , состоящего из шести прямоугольных пакетов синусоидальных колебаний различных частот (радиоимпульсов).

Испытательный сигнал №3 включает в себя импульс «белого» (элемент В2), синус–квадратичный импульс 2Т (элемент В1) и ступенчатый сигнал с наложенным на него сигналом поднесущей цветности с частотой 4.43 МГц (элемент D2). По сравнению со ступенчатым сигналом D1, входящим в состав испытательного сигнала №1, элемент D2 позволяет более точно оценить нелинейность амплитудной характеристики с помощью известного дифференциального метода. При этом в роли так называемого смещенного сигнала выступает ступенчатый сигнал, а в роли пробного – синусоидальная насадка поднесущей цветности. Такой сложный сигнал позволяет практически оценить нелинейность крутизны амплитудной характеристики, что существенно повышает точность. Измеряемый таким методом параметр часто называют дифференциальным усилением, которое дает возможность судить о влиянии сигнала.

## 7. Указания по технике безопасности

Включение аппаратуры производить только с разрешения преподавателя или инженера и в полном соответствии с указаниями, приведенными в данном описании. Перемещение приборов, отключение заземлений, вмешательство в волноводно–фидерный тракт строго запрещаются. По окончании выполнения работы необходимо произвести полное выключение аппаратуры в порядке, обратном включению.

## **8. Контрольные вопросы**

### **Лабораторная работа № 3**

1. Назначение станции СРЛ–11. Состав радиолинии.
2. Основные технические характеристики аппаратуры.
3. Структура передающей аппаратной. Принцип действия.
4. Функциональная схема тракта передачи. Видеоканал.
5. Функциональная схема тракта передачи. Канал звука.
6. Функциональная схема радиопередатчика Х–408 и антенно-волноводного тракта АТ–405.
7. Блок-схема измерения АХ видеотракта.
8. Структура спектра группового сигнала на выходе ЧМ.

### **Лабораторная работа № 4**

1. Структура приёмной аппаратной. Принцип действия.
2. Основные технические данные приёмного тракта.
3. Схема антенно-волноводного тракта АТ-404.
4. Структурная схема приёмника радиолинии. Состав. Назначение узлов.
5. Функциональная схема тракта ПЧ приёмника.
6. Функциональная схема тракта приёма. Видеоканал.
7. Функциональная схема тракта приёма. Канал звука.
8. Блок-схема измерения АЧХ тракта ПЧ.

### **Лабораторная работа № 5**

1. Как количественно оцениваются видеосигнал и звук на выходе канала?
2. Назначение и структура измерительных сигналов ТВ.
3. Порядок настройки сквозного канала.
4. Чем определяется уровень тепловых и нелинейных шумов на выходе канала?
5. Структура полного ТВ сигнала. Особенности его формирования.
6. Назначение предискажений ТВ сигнала.

## Содержание

|      |                                                                                         |    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.   | Цель работ.....                                                                         | 1  |
| 2.   | Лабораторная работа № 3. Исследование передающего<br>тракта радиолинии СРЛ-11.....      | 1  |
| 2.1. | Домашнее задание.....                                                                   | 1  |
| 2.2. | Лабораторное задание.....                                                               | 1  |
| 2.3. | Программа выполнения работы.....                                                        | 2  |
| 3.   | Лабораторная работа № 4. Исследование приемного<br>тракта радиолинии СРЛ-11.....        | 4  |
| 3.1. | Домашнее задание.....                                                                   | 4  |
| 3.2. | Лабораторное задание.....                                                               | 4  |
| 3.3. | Программа выполнения работы.....                                                        | 4  |
| 4.   | Лабораторная работа № 5. Исследование сквозного<br>тракта связи на базе РРС СРЛ-11..... | 6  |
| 4.1. | Домашнее задание.....                                                                   | 6  |
| 4.2. | Лабораторное задание.....                                                               | 6  |
| 4.3. | Программа выполнения работы.....                                                        | 6  |
| 5.   | Описание радиорелейной аппаратуры.....                                                  | 7  |
| 5.1. | Назначение и основные технические данные.....                                           | 7  |
| 5.2. | Описание работы радиолинии.....                                                         | 9  |
| 5.3. | Передающая аппаратная СРЛ-11.....                                                       | 10 |
| 5.4. | Конструкция передающей аппаратной СРЛ-11.....                                           | 24 |
| 5.5. | Приемная аппаратная СРЛ-11.....                                                         | 25 |
| 5.6. | Конструкция приемной аппаратной СРЛ-11.....                                             | 37 |
| 6.   | Характеристики сквозного тракта ТВ канала.....                                          | 38 |
| 7.   | Указания по технике безопасности.....                                                   | 39 |
| 8.   | Контрольные вопросы.....                                                                | 39 |