

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ**

## **ДИАГНОСТИКА РАДИОАППАРАТУРЫ**

*Методические указания  
к выполнению лабораторных работ*

**ТАШКЕНТ - 2016**

УДК 621.372

Диагностика радиоаппаратуры: Методические указания к выполнению лабораторных работ. Сост.: Пак С.С. – Ташкент: ТашГТУ, 2015. – 47 с.

Методические указания содержат пять лабораторных работ по разделам диагностики радиоаппаратуры. При их выполнении студенты получают достаточно высокие знания по курсу «Диагностика радиоаппаратуры».

Методические указания предназначены для студентов обучающихся по направлениям 5350700 – Радиоэлектронные устройства и системы (Радиоэлектроника), 5111000 – Профессиональное образование (Радиоэлектронные устройства и системы).

Печатаются по решению научно-методического совета Ташкентского государственного технического университета имени Абу Райхана Бери.

Рецензенты:

доц., к.ф-м.н. Таджиев А.А. - (ТашГТУ);

ст. преп. Хатамов А. – (ТУИТ).

© Ташкентский государственный технический университет, 2016

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Диагностика радиоаппаратуры» является одной из профилирующих при подготовке бакалавров по направлениям образования 5311100 – Радиоэлектронные устройства и системы (Радиоэлектроника), 5111000 – Профессиональное образование (Радиоэлектронные устройства и системы).

Дисциплина «Диагностика радиоаппаратуры» базируется на следующих дисциплинах: «Телевидение», «Конструкция и технология производства РЭА», «Устройства приема радиосигналов», «Электроника». Полученные в ходе изучения дисциплины знания используются во время прохождения преддипломной практики, при подготовке и написании выпускной квалификационной работы. Профессиональная деятельность бакалавров непосредственным образом связана с использованием знаний, полученных в ходе изучения настоящей дисциплины.

Студент, овладевший материалом курса должен знать: методы и способы контроля технического состояния радиоаппаратуры; функции и характеристики систем контроля и диагностики; основы теории и методы расчета надежности, ремонтпригодности; принципы и правила организации работ по технической диагностике, как составной части сервисного обслуживания радиоаппаратуры; основные диагностические модели радиоаппаратуры и способы построения алгоритмов поиска неисправностей; современное испытательное и диагностическое оборудование; методы автоматизации процедур контроля и диагностики; задачи и правила гарантийного обслуживания радиоаппаратуры, нормативы технического обслуживания.

В процессе изучения дисциплины студент должен уметь: проводить техническую диагностику радиоаппаратуры, ее узлов и модулей; проектировать системы технической диагностики; синтезировать диагностические модели и технологические карты диагностики; разрабатывать технологии и необходимую документацию по технической диагностике радиоаппаратуры; проводить оценку эффективности мероприятий по диагностическому обеспечению эксплуатации радиоаппаратуры.

Настоящие методические указания включают в себя методики проведения пяти лабораторных работ. Для учебных планов и учебных программ, начиная с 2018 учебного года лабораторная работа №4

«Настройка и регулировка радиоприемных трактов» и лабораторная работа №5 «Настройки и регулировки телевизионных приемников» могут быть поделены на две лабораторные работы, что увеличит общее количество работ до семи.

Выполнение лабораторных работ складывается из трех этапов: подготовки к работе, экспериментальной части, анализа полученных результатов. Цель методических указаний состоит в оказании помощи студентам при подготовке к работе, в проведении измерений и анализе их результатов. Методические указания также содержат схемы основных узлов учебной установки, поверочных расчетов и формулы, используемые при снятии экспериментальных данных.

# ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ И РЕМОНТЕ

**Цель работы:** Изучение основных правил соблюдения техники безопасности при выполнении ремонта и технического обслуживания телерадиоаппаратуры.

## ОПИСАНИЕ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Работая с телевизором, подключенным или неподключенным к сети, необходимо соблюдать соответствующие меры безопасности и следовать определенной методике действий.

Проводить ремонт и испытания должны только специалисты, которые имеют в своем распоряжении техническую документацию, подготовленную разработчиками, и выполняют предписанные правила.

## БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Рассмотрим возможные опасности, которые могут возникнуть при работе с телевизором, и меры, принимаемые конструкторами для обеспечения его безопасной эксплуатации.

### Риск, связанный с электричеством

Телевизор имеет изоляцию класса 2. У провода питания, подключенного к сетевой розетке, нет заземления. Все проводящие части, доступные пользователю, представляют опасность удара током (рис. 1). Другими словами, считается, что металлические части телевизора, доступные потребителю при обычной эксплуатации, такие как металлическая сетка, защищающая громкоговорители, оплетка коаксиального кабеля антенны, земляная шина разъема типа SCART и все проводящие элементы, должны быть полностью изолированы от сети.

Помимо этого, обязательно следует выполнять действующие нормы техники безопасности, учитывать предписания разработчиков, содержащиеся в технической документации ремонтируемого изделия.

Ряд электрических и механических элементов включает в себя средства обеспечения безопасности, которые не всегда являются

явными.

Небезопасные компоненты шасси телевизора обозначены на принципиальной схеме серым цветом или специальными значками. Очень важно на место заменяемых компонентов ставить аналогичные им, утвержденные разработчиком данного устройства. В противном случае не исключен риск удара током, возгорания или отказов, за которые разработчики ответственности не несут.



Рис. 1. Проверка наличия тока утечки

При повторной сборке шасси или корпуса отремонтированного аппарата необходимо проверить, чтобы ни один из проводов не был зажат или неудачно размещен. Особенно внимательно рекомендуется следить за состоянием шнура питания. Нужно учитывать, что некоторые элементы шнура питания удовлетворяют нормам СЕМ, поэтому запрещается заменять его стандартным.

### Опасные излучения кинескопа телевизора

При нормальном режиме работы кинескоп излучает некоторое количество рентгеновских лучей, что может быть опасно для пользователя.

Рентгеновское излучение кинескопа зависит от величины высокого напряжения, а оно, в свою очередь, определяется напряжением питания выходных строчных каскадов  $U_{ср}$ , которое обеспечивается стабилизированным источником питания. В связи с этим после проведения ремонтных работ необходимо очень точно настроить величину напряжения питания строчных каскадов  $U$ .

Чтобы полностью уяснить вышесказанное, следует помнить, что увеличение напряжения  $U_{ср}$  приблизительно на 10 В влечет за собой увеличение высокого напряжения примерно на 500 В. Таким образом,

обычно стараются выбрать значение напряжения  $U_{стр}$  на несколько вольт меньшим, чем номинальное, определенное разработчиком. Кроме рентгеновского излучения также ограничиваются высокие напряжения, формируемые строчным и сетевым трансформаторами питания телевизора.

## МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

### Риск, связанный с электричеством

Телевизоры не имеют трансформатора с гальванической развязкой от питающей сети, стоящего непосредственно после сетевой розетки. Поэтому общий провод первичной цепи источника питания имеет потенциал, равный потенциалу фазного провода сети. Как следствие, при проведении измерений соединение между «землей» осциллографа и «землей» первичной цепи телевизора может представлять опасность. Во избежание поражения электрическим током и повреждения элементов телевизора и осциллографа следует использовать изолированные измерительные щупы, а там, где это невозможно, - развязывающий трансформатор. Все остальные меры безопасности должны соответствовать действующей регламентации.

Примечание. Необходимо всегда отключать телевизор от сети, прежде чем приступать к монтажным и демонтажным работам, а также работам с применением измерительных приборов. Даже невысокие напряжения могут быть опасны.

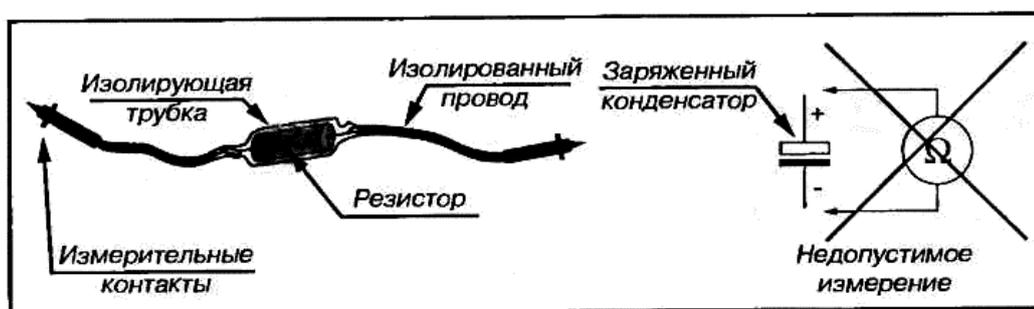


Рис. 2. Изолированный разрядный резистор

После проведения измерений при напряжении сети 220 В некоторые конденсаторы большой емкости способны длительное время сохранять значительные заряды, которые могут привести к

существенным неприятностям. Поэтому важно быть внимательным и не пытаться вести работу, предварительно не оценив ее последствий. Перед любым вмешательством следует соответствующим образом разрядить конденсаторы, выполняя указания разработчиков. При этом может использоваться изолированный резистор с сопротивлением от 100 Ом до 1 кОм (рис. 2).

Точно так же при любых работах, связанных с кинескопом или строчным трансформатором, необходимо разрядить конденсатор, образованный элементами кинескопа и внешним заземляющим элементом, который обычно подключен к общему проводу шасси телевизора (рис. 3). Во время работы телевизора эта емкость заряжается до напряжения второго анода кинескопа, то есть приблизительно до 27 кВ.

Чтобы разрядить кинескоп, используют специальный щуп высоковольтного напряжения, которым в течение минимум 30 секунд замыкают вывод второго анода кинескопа и заземляющий проводник (следует помнить о «ложке», расположенной на некоторых шасси в этих целях). Вольтметр постоянного напряжения позволяет проверить качество разрядки. После отсоединения вывода второго анода кинескопа повторяют эту операцию отдельно с кинескопом и присоской.

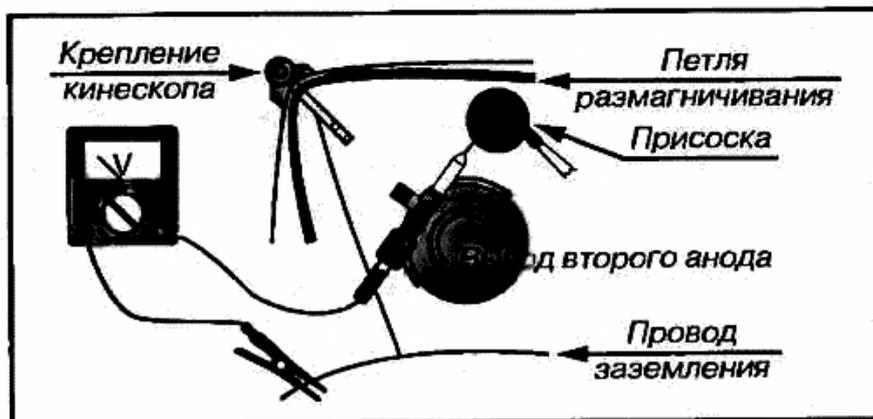


Рис. 3. Разрядка кинескопа (документация фирмы Philips)

### **Риск, связанный с химическими реакциями**

При неправильной эксплуатации некоторые элементы (например, алюминиевые электролитические конденсаторы или литиевые батарейки, которые установлены на некоторых шасси) могут взрываться и, следовательно, вызвать ожоги.

Обычно электролитический конденсатор имеет поляризацию, и в связи с приложением обратных напряжений к его выводам происходит постепенное разрушение диэлектрика. Это приводит к реакции электролиза и образованию газа, который может привести к взрыву конденсатора. Помимо механических повреждений происходит выброс химического вещества (бората). Поэтому рекомендуется с должным вниманием относиться к рабочим характеристикам элементов.

Также не следует повторно заряжать литиевую батарейку и подвергать ее излишнему нагреву, что может привести к взрыву.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Электронные элементы не являются химически нейтральными. Следовательно, необходимо соблюдать осторожность при утилизации дефектных элементов, не оставлять их в местах, доступных детям, а также учитывать правила защиты окружающей среды.

### **Защита основных элементов**

Кроме обеспечения безопасности пользователей и мастеров по ремонту неплохо предусмотреть защиту компонентов телевизора, особенно наиболее важных (кинескопа, корпусов громкоговорителей, внешней отделки некоторых моделей и т.д.).

Всегда необходимо помнить об осторожности при проведении измерений в цепях, связанных с кинескопом; в частности, нужно проверить, чтобы не превышались напряжения пробоя изоляции. Следует быть внимательными по отношению к схемам или линиям заземления. Если во время установки шасси в рабочее положение было необходимо отключить провода заземления кинескопа, то перед проведением любых испытаний их понадобится включить.

Некоторые элементы, в частности интегральные (часто имеющие МОП структуру)» чувствительны к электростатическим разрядам. Следовательно, при обращении с ними требуется соблюдать специальные меры предосторожности. Для этого предусмотрены антистатические устройства. Вести работы рекомендуется на проводящей поверхности, с которой связана вся используемая технологическая аппаратура для пайки и контроля, а также сам мастер, посредством браслета.

Еще раз следует напомнить, что элементы, критические с точки зрения безопасности, необходимо заменять только соответствующими

щими. Подбирать эквиваленты самостоятельно категорически запрещается!

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Любые модификации ремонтируемого изделия могут производиться только в соответствии с указаниями, данными разработчиком. В противном случае вся ответственность ложится на мастера.

При замене кинескопа следует надевать защитные очки.

Перед проведением работ, связанных с кинескопом, нужно его разрядить. По окончании ремонта требуется проверить качество пайки и вид силовых элементов, состояние элементов, отвечающих за изоляцию, а также кабелей и точек механического крепления или перехода на другую сторону шасси. Необходимо прочистить аэрационные отверстия кожуха.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните риск, связанный с электричеством при эксплуатации.
2. Назовите опасные излучения кинескопа телевизора.
3. Объясните риск, связанный с электричеством при диагностике.
4. Объясните риск, связанный с химическими реакциями.
5. Назовите меры защиты основных элементов.

# Лабораторная работа №1. ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТОВ ТЕЛЕРАДИОАППАРАТУРЫ

**Цель работы:** Изучение методов проверки электрорадио-элементов мультиметром.

## 1.1. Мультиметр

Для проведения измерений напряжения, тока и сопротивления в настоящее время наиболее часто используется электронный мультиметр (рис. 4), входное сопротивление которого выше 10 МОм независимо от используемого предела измерений.

Функции вольтметра постоянного или переменного напряжения и омметра применяются наиболее часто. Кроме того, цифровые мультиметры обычно снабжены функцией проверки полупроводниковых приборов.

Входы мультиметра защищены от перенапряжений до значений, четко обозначенных на аппарате (1000 В постоянного или 750 В переменного напряжения), как показано на рис. 4. Наиболее поздние модели снабжены устройством автоматического выбора предела измерений. При превышении допустимого предела в окошке индикатора появляется символ OL — OverLoad (перегрузка). Линейный индикатор показывает относительную величину измерений в выбранном пределе.

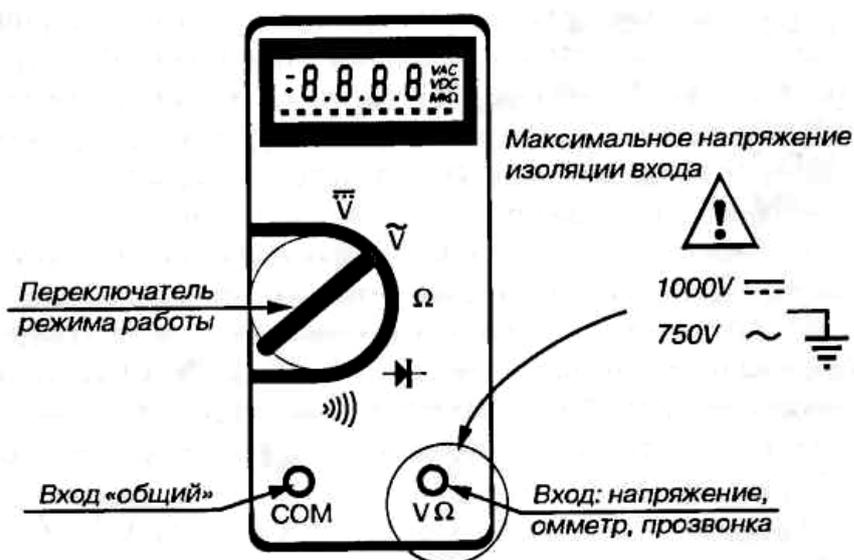


Рис. 4. Электронный мультиметр

## **1.2. Порядок выполнения работы**

### **Проверка сопротивления**

1. Предварительно отключить питание схемы и разрядить все конденсаторы. Присутствие внешнего напряжения в измеряемой схеме нарушает точность измерений и может повредить измерительный прибор.

2. Отпаять один вывод резистора.

3. Выбрав функцию омметра, провести измерение, убедившись в надежном контакте измерительных зажимов с измеряемым элементом.

### **Прозвонка сопротивления**

1. Произвести действия, указанные в разделе «Измерение сопротивления».

2. Выбрать соответствующую функцию на приборе и подсоединить измерительные зажимы к контролируемым точкам схемы. Если проверяемая цепь имеет сопротивление ниже величины порядка 150 Ом (эта величина может варьироваться в зависимости от типа прибора), раздается звуковой сигнал.

### **Проверка диодов**

Диод представляет собой полупроводниковую структуру р-п переход. Тестирование диода сводится к простой проверке: проводит ли он ток в одном направлении и заперт ли в другом. В проводящем направлении (когда положительное напряжение подведено к аноду) измеряемое пороговое напряжение для кремниевого диода составляет порядка 0,6 В, для германиевого - порядка 0,35 В и для светодиода красного цвета свечения обычного типа - порядка 1,5 В.

Для тестирования диода мультиметр обеспечивает необходимое постоянное напряжение при переключении в режим измерения параметров полупроводниковых приборов. При использовании мультиметра в первый раз необходимо проверить полярность напряжения на его измерительных зажимах.

Действительно, одни приборы выдают положительное напряжение на проводе, соединенном с гнездом СОМ (обычно это

черный провод), а другие - на гнезде Y-Q, к которому, как правило, подключен красный провод. Если нет другого измерительного прибора для определения полярности напряжения, то измерения следует проводить мультиметром в соответствии с рис. 5:

1. Взять работоспособный диод.
2. Правильно определить положение анода и катода (цветное кольцо обозначает катод на диодах серии 1N4000 и многих других).
3. Если мультиметр, находящийся в режиме тестирования диода, показывает 0,6 В при подведении к аноду красного измерительного зажима, подключенного к гнезду V-Q, а к катоду - черного измерительного зажима, подключенного к гнезду СОМ, то напряжение, обеспечиваемое мультиметром, является положительным на красном измерительном зажиме. Использоваться будет именно напряжение мультиметра.

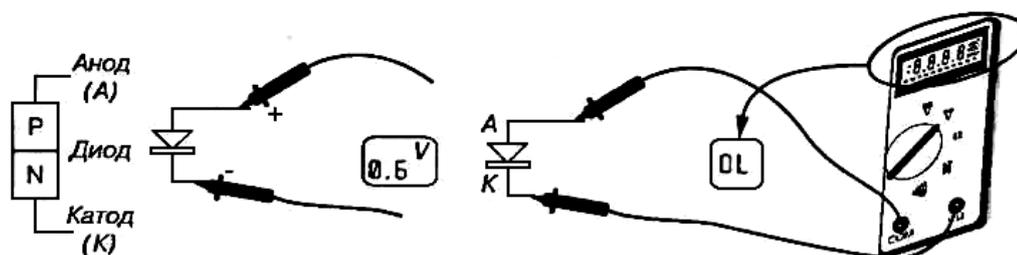


Рис. 5. Определение полярности мультиметром в режиме тестирования диода

Для проверки диода, по крайней мере, один из его выводов нужно выпаять. Необходимо поставить селектор прибора в положение режима тестирования диода, дотронуться до вывода анода красным измерительным зажимом, а до катода - черным. Для кремниевого диода, находящегося в нормальном рабочем состоянии, на индикаторе прибора должно быть считано показание напряжения, составляющее порядка 0,7 В. Если поменять местами измерительные зажимы, то будет читаться OL (перегрузка). При таких же одинаковых показаниях индикатора в прямом и обратном включении диод имеет обрыв р-п перехода. При проверке диода, находящегося в режиме короткого замыкания, измерительный прибор покажет нулевое или почти нулевое напряжение.

### Проверка биполярного транзистора

Подобный метод измерений не позволяет проверить, имеет ли

элемент характеристики, удовлетворяющие требованиям рабочего состояния схемы, в которой обычно используется транзистор.

Предлагаемый тест помогает лишь выявить, не нарушена ли целостность р-п перехода и не находится ли последний в состоянии короткого замыкания, поскольку в таком случае неисправность транзистора очевидна. Используемый метод проверки проиллюстрированна рис. 6:

1. Самый первый этап состоит в определении выводов транзистора. Для этого сначала определяется его тип, а затем тип корпуса, после чего по справочнику идентифицируются выводы (несколько распространенных типов транзисторов приведены в конце данной книги).

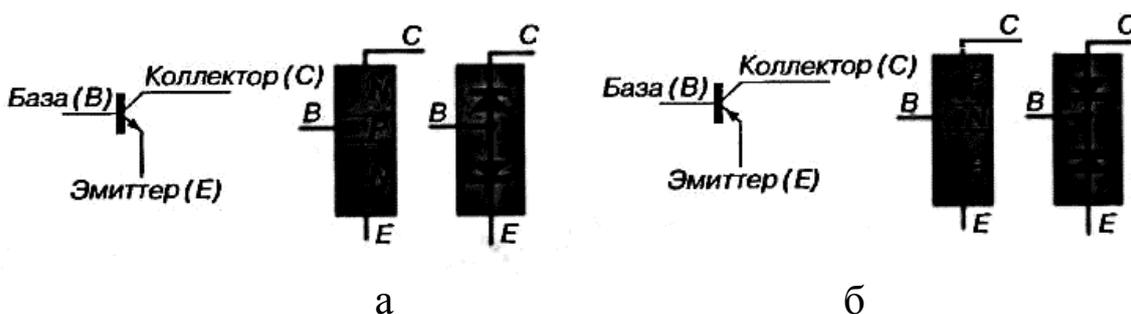


Рис. 6. Биполярный транзистор и его внутренние эквивалентные структуры

2. Необходимо установить переключатель мультиметра в режим тестирования диода. Подвести измерительный зажим к коллектору и эмиттеру транзистора. Вне зависимости от направления подключения в окошке индикатора должно считываться OL (рис. 7). На самом деле независимо от направления подключения (а значит, и полярности напряжения измерения, обеспечиваемого мультиметром), а также от типа транзистора (n-p-n или p-n-p) в случае подключения измерительных зажимов к эмиттеру и коллектору транзистора один из его внутренних переходов всегда имеет обратное включение.

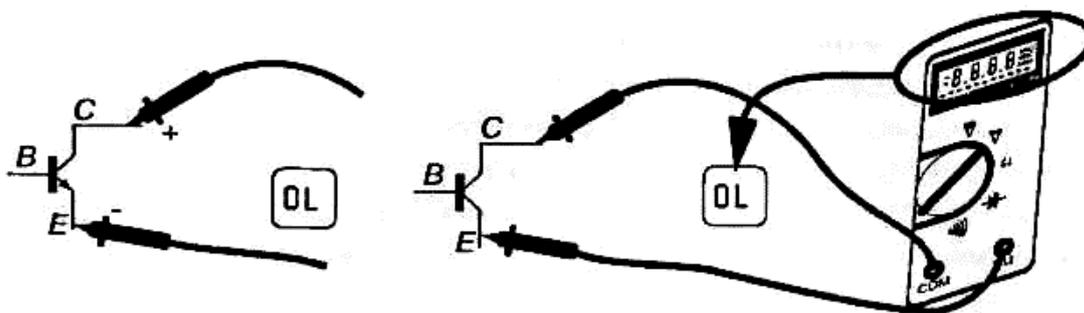


Рис. 7. Проверка биполярного транзистора n-p-n типа

3. Следует проверить каждый из переходов транзистора так же, как и диода (рис. 8). Напряжения, указанные на рисунке, наблюдаются при использовании кремниевого полупроводникового транзистора. Для того чтобы облегчить понимание вышесказанного, следует вспомнить внутреннюю структуру, эквивалентную переходам транзистора n-p-n типа.

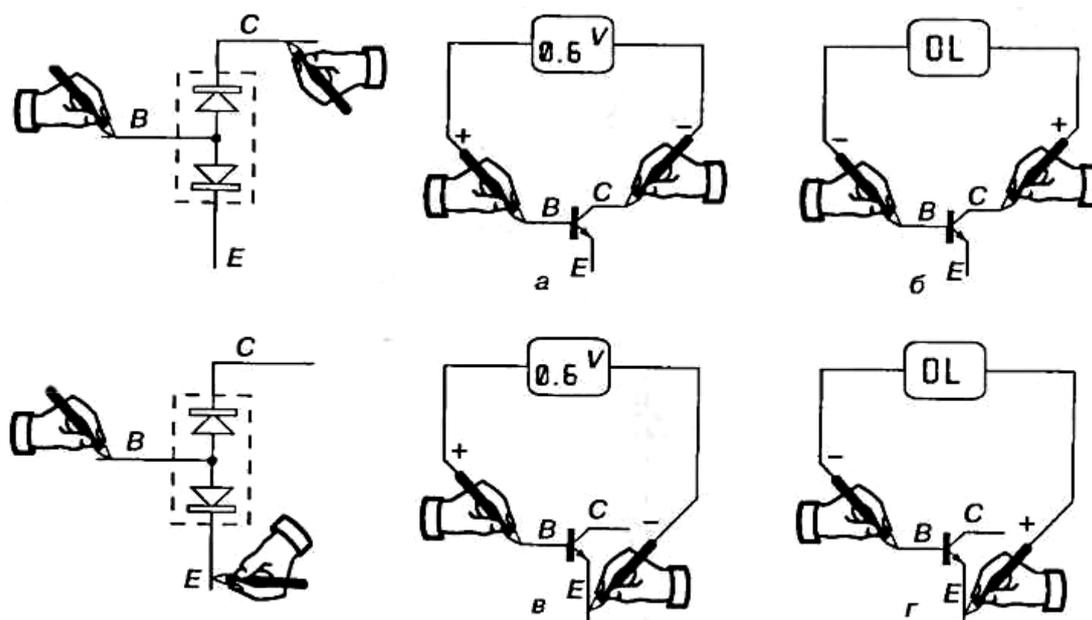


Рис. 8. Проверка переходов биполярного транзистора n-p-n типа

Когда красный измерительный зажим, имеющий положительное напряжение, как в рассматриваемом мультиметре, подключен к базе транзистора n-p-n типа, то при проверке переходов база-коллектор и база-эмиттер индицируется напряжение, составляющее около 0,6 В (рис. 8,а и 8,в). При подключении черного измерительного зажима к базе, как правило, переходы база-коллектор и база-эмиттер заперты. В этом случае измерительный прибор должен показывать OL (рис. 8,б и 8,г).

Очевидно, что при тестировании транзистора p-n-p типа результаты будут обратными (рис. 9).

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В некоторых схемах (например, строчной развертки) для формирования двунаправленного переключателя мощности очень часто параллельно с транзистором используется диод. Случается, что он может быть встроен в корпус транзистора (например, тип BU508D) в соответствии со схемой, представленной

на рис. 10,а. В некоторые транзисторы, используемые в схемах, работающих в ключевом режиме (рис. 10,б), встроены резисторы (например, KSR1202).

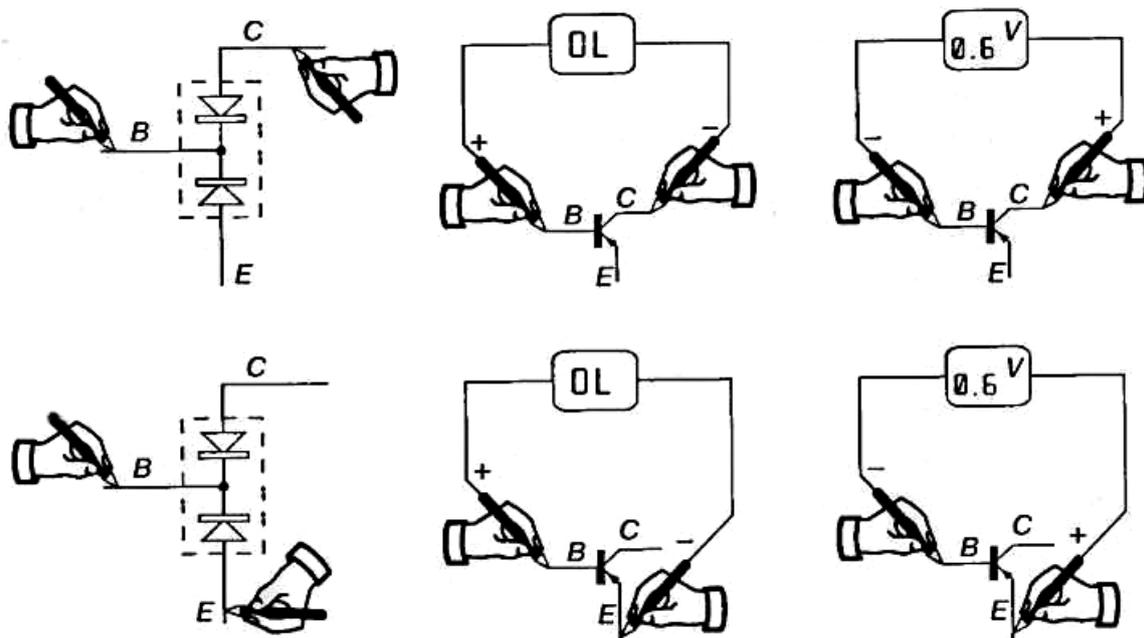


Рис. 9. Проверка переходов биполярного транзистора р-п-р типа

В таких случаях к результатам проверки нужно относиться с особым вниманием (см. также схему Дарлингтона).

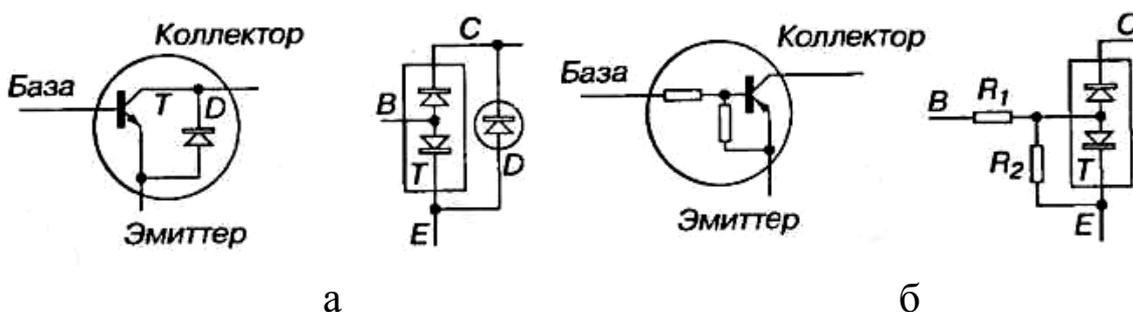


Рис. 10. Внутреннее строение некоторых элементов, применяемых в телевизорах

### Проверка МОП транзисторов

Такой тип транзисторов используется в силовых ключах строчной развертки или импульсных источников питания.

МОП транзисторы, используемые в силовых ключах, обычно представляют собой полевые транзисторы с каналом n-типа (рис. 11).

Чтобы обеспечить в рабочем режиме проводимость между стоком и истоком, необходимо открыть канал проводимости между

областями  $n^+$ . Для этого положительно поляризуют изолированный затвор (при этом напряжение составляет около 10 В для элементов, применяемых в телевидении). В результате в подложке образуются свободные отрицательно заряженные носители и канал проводимости.

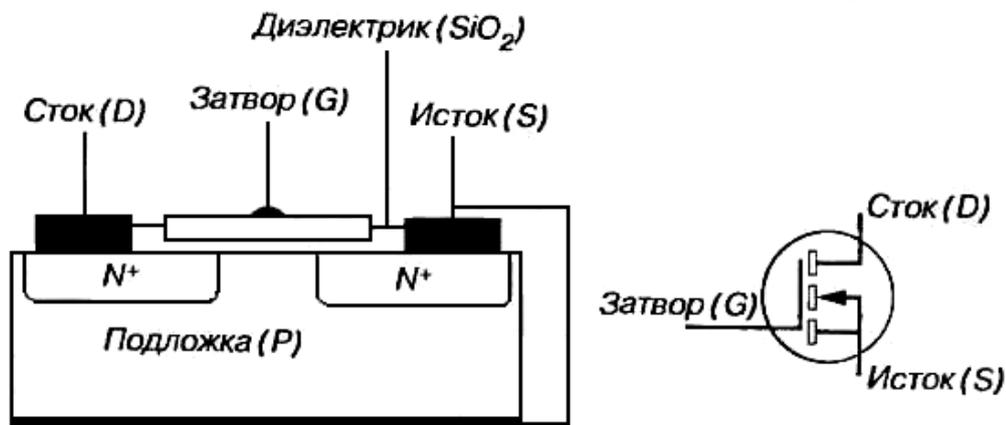


Рис. 11. Внутреннее строение и условное обозначение МОП транзистора с каналом n-типа

Следует отметить, что затвор, изолирующий слой  $SiO_2$ , и подложка составляют конденсатор, который может быть чувствительным к электростатическим зарядам.

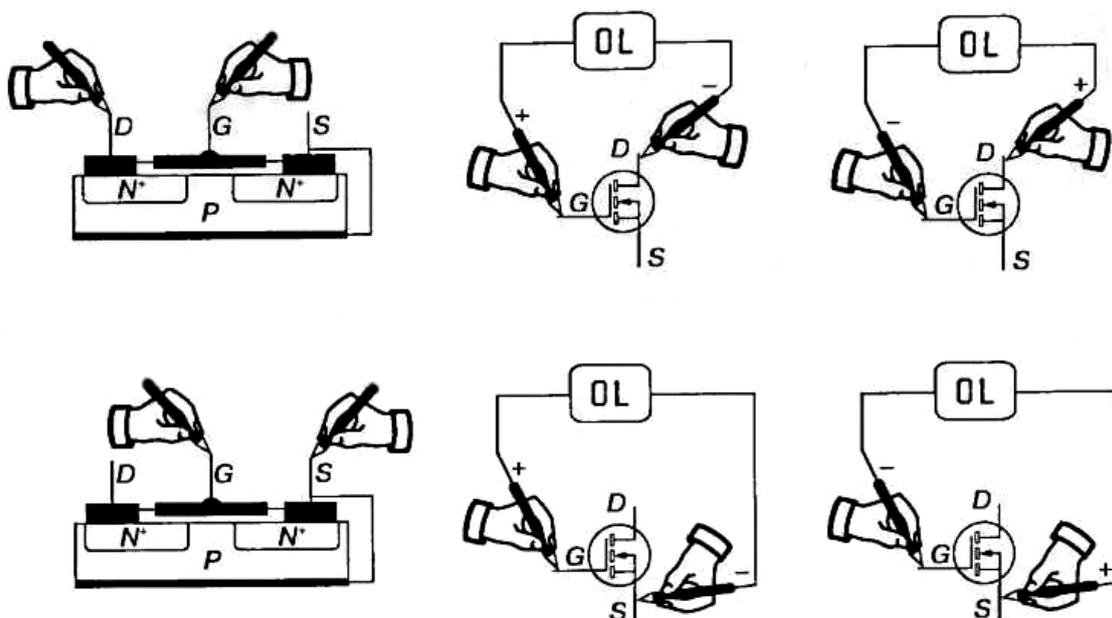


Рис. 12. Проверка мощного полевого транзистора МОП типа

Предлагаемый тест, иллюстрированный на рис. 12, позволяет только проверить, не проходит ли через силовой элемент

значительный ток утечки и не находится ли он в состоянии короткого замыкания, что, без сомнения, свидетельствовало бы о неисправности рассматриваемого МОП транзистора:

1. Самый первый этап состоит в определении выводов МОП транзистора: сначала его типа, а затем типа корпуса. После этого по справочнику идентифицируются выводы. Несколько распространенных типов транзисторов приведены в конце данной книги.

2. Следует установить переключатель мультиметра в режим тестирования диода. Подключить измерительные зажимы к стоку и истоку МОП транзистора. Вне зависимости от направления подключения в окошке индикатора должно считываться OL (рис. 7).

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Случается, что во время тестирования из-за неосторожного обращения между электродами возникает короткое замыкание. Это происходит, если случайно между затвором и истоком было создано положительное напряжение. Емкость затвора по отношению к подложке заряжается и сохраняет этот заряд. При этом создается канал проводимости  $i_y$  следовательно, все выводы, сделанные на основе результатов проведенных испытаний, будут неверными. Для исключения таких ситуаций рекомендуется создавать короткое замыкание между электродами МОП транзистора перед проведением каждого измерения и очень внимательно следить за качеством выполняемых манипуляций.

3. Необходимо протестировать изоляцию между затвором и истоком, закорачивая после каждого опыта выводы МОП транзистора. Повторить манипуляции с областью «затвор», «исток» (рис. 12). Следует отметить, что если в структуре МОП транзистора имеется обрыв, то это нельзя с легкостью зафиксировать с помощью мультиметра в режиме тестирования диода.

### **Содержание отчета**

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Наименование и формулировку цели работы.
2. Схемы для проверки электрорадиоэлементов.
3. Результаты проверки электрорадиоэлементов.
4. Анализ полученных результатов.
5. Выводы.

## **Контрольные вопросы**

1. Как осуществляется проверка резистора?
2. Что такое прозвонка?
3. Как осуществляется проверка диода?
4. Как осуществляется проверка биполярного транзистора?
5. Как осуществляется проверка МОП транзистора?

## Лабораторная работа 2. НАСТРОЙКА И РЕГУЛИРОВКА ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

**Цель работы:** Изучение методики проведения проверок в источниках питания.

Следует помнить, что в схемах источников питания присутствуют напряжения, опасные для жизни человека, поэтому при проведении работ необходимо быть предельно осторожными

### 2.1. Измерительные приборы и вспомогательные средства

Для настройки и регулировки схем источников питания применяются следующие измерительные приборы и вспомогательные средства:

- амперметр;
- осциллограф;
- эквиваленты нагрузки.

Эквиваленты нагрузки необходимы, чтобы в процессе проверки и ремонта источника питания не подвергать опасности остальную часть схемы аудиокomплекса.

### 2.2. Методика проведения проверок в источниках питания

#### Проверка и регулировка выходного напряжения источника питания

1. Подключить к выходу источника питания эквивалент нагрузки – резистор  $R_H$  с сопротивлением и допустимой мощностью рассеяния, соответствующими реальной нагрузке. Если нет опасности выхода из строя элементов схемы аудиокomплекса, проверку можно осуществлять и при подключенной реальной нагрузке.

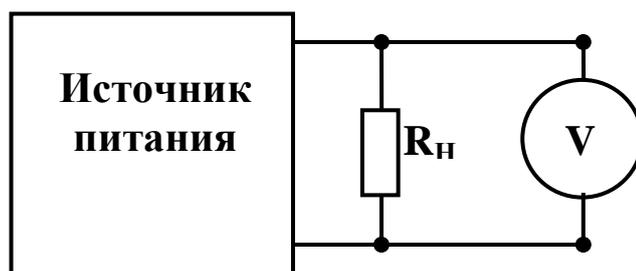


Рис. 13. Структурная схема установки для измерения я источника питания

2. Подключить к выходу вольтметр постоянного тока, соблюдая полярность, и измерить выходное напряжение (рис. 13).

3. Если выходное напряжение отличается от номинального, и в схеме имеются элементы для его регулировки (переменные резисторы), отрегулировать величину напряжения.

### Проверка величины тока, потребляемого нагрузкой

1. Отключить нагрузку (реальную или эквивалент) от выходного контакта источника питания и включить в разрыв цепи амперметр (рис. 14).

2. Включить питание схемы и измерить величину тока, потребляемого нагрузкой.

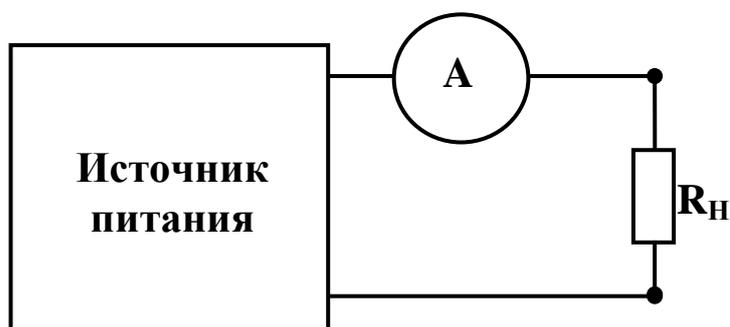


Рис. 14. Структурная схема установки для измерения тока, потребляемого нагрузкой

### Проверка работоспособности схемы защиты от перегрузки

1. Подключить к выходу источника питания через последовательно включенный амперметр эквивалент нагрузки - реостат с достаточной мощностью рассеяния. Включить параллельно нагрузке вольтметр постоянного тока (рис. 15).

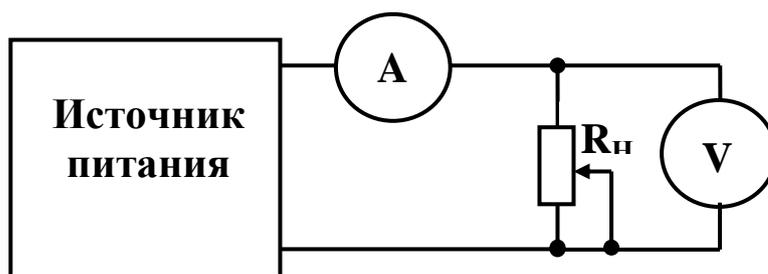


Рис. 15. Структурная схема установки для проверки работоспособности схемы защиты от перегрузки

2. Уменьшая реостатом величину сопротивления нагрузки от максимального значения к минимальному, измерять величину тока и напряжения. При срабатывании схемы защиты от перегрузки выходное напряжение должно скачком измениться до нуля. В некоторых схемах источников питания стабилизируется ток нагрузки, поэтому при уменьшении сопротивления реостата нет скачкообразного уменьшения напряжения, а показания амперметра остаются постоянными.

### Измерение коэффициента пульсаций выходного напряжения

1. При номинальном токе нагрузки измерить с помощью осциллографа величину полного размаха напряжения пульсаций на выходе источника питания  $2U_m$  (рис. 16).

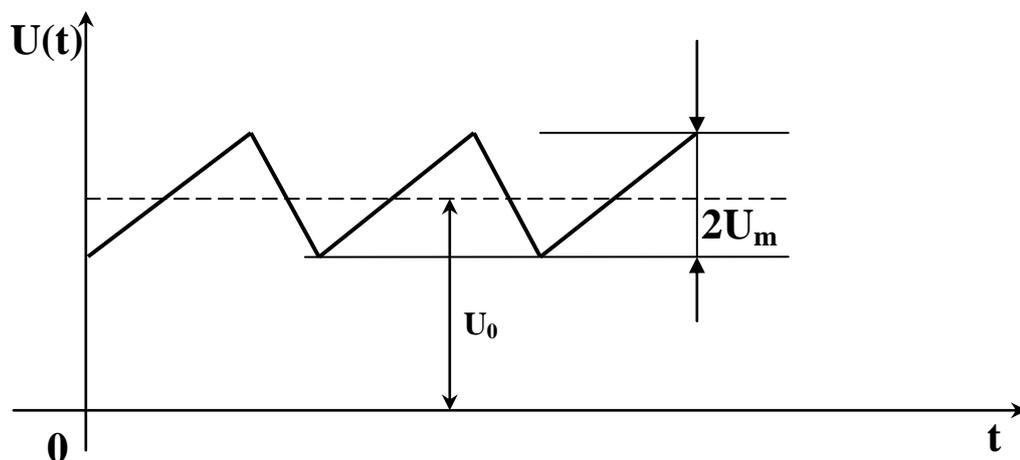


Рис. 16. К измерению коэффициента пульсаций выходного напряжения

При измерениях величины пульсаций вольтметром переменного тока его показания следует умножить на  $\sqrt{2}$ . Это связано с тем, что вольтметр измеряет не амплитудное, а эффективное значение.

2. Вольтметром постоянного тока измерить величину номинального выходного напряжения  $U_0$ .

3. Вычислить значение коэффициента пульсаций в процентах по формуле

$$K_{\text{п}} = (2U_m / U_0) \times 100\%$$

## **Содержание отчета**

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Наименование и формулировку цели работы.
2. Структурные схемы установок для проверки параметров.
3. Результаты измерений параметров.
4. Таблицы с результатами измерений, полученных при выполнении всех заданий.
5. Анализ полученных результатов.
6. Выводы.

## **Контрольные вопросы**

1. Объясните структурную схему источника питания бытового аудиокomплекса. Назначение блоков.
2. Какие схемы выпрямителей вы знаете? Чем они отличаются друг от друга?
3. Какие схемы стабилизаторов напряжения вы знаете?
4. Как измерить величину тока, потребляемого схемой аудиокomплекса?
5. Как измерить величину коэффициента пульсаций источника питания?
6. Поясните алгоритм поиска места отказа, если аудиокomплекс не включается.
7. Поясните алгоритм поиска места отказа при наличии постороннего фона в акустических системах.

## **Лабораторная работа 3. НАСТРОЙКА И РЕГУЛИРОВКА НИЗКОЧАСТОТНЫХ ТРАКТОВ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ**

**Цель работы:** Изучение методики проведения настройки и регулировки низкочастотных трактов обработки сигналов

Настройку и регулировку узлов НЧ трактов проводят после проверки их технических характеристик на соответствие параметрам, указанным в технической документации.

При наличии отклонений регулируются режимы активных элементов, коэффициенты усиления каскадов, частоты настройки фильтров и т.д. В современных аудиосистемах, где весь НЧ тракт реализован в интегральном исполнении, чаще всего выполняются только проверки технических характеристик по стандартным методикам.

### **3.1. Измерительные приборы и вспомогательные средства**

Для электрических проверок в НЧ трактах используются следующие измерительные

приборы и вспомогательные средства:

- электронный вольтметр;
- осциллограф;
- генератор низкой частоты с рабочим диапазоном не менее 20 Гц - 20 кГц и выходным сопротивлением 600 Ом;
- измеритель нелинейных искажений;
- источник питания постоянного тока;
- эквиваленты низкочастотной нагрузки или динамические головки.

Подключая измерительные приборы к выходу усилителя мощности, следует помнить, что при мостовой схеме его включения ни один из проводов, идущих к нагрузке (акустическим системам), не должен соединяться с общим проводом схемы.

### **3.2. Электрические проверки**

#### **Измерение уровня номинальной выходной мощности усилителя**

1. Подключить к входу усилителя низкой частоты генератор НЧ,

установить частоту сигнала 1000 Гц и уровень входного сигнала тракта, равный номинальному значению, указанному в технической документации на аудиосистему.

2. Подключить к выходу УНЧ эквивалент нагрузки  $R_H$ , соответствующий рекомендованному значению (обычно 4 Ом), и вольтметр переменного тока (рис. 17).



Рис. 17. Структурная схема установки для измерения номинальной выходной мощности усилителя

3. Регуляторы тембра установить в средние положения, а регулятор громкости - в максимальное. Включить напряжение питания усилителя и измерить номинальный уровень выходного напряжения  $U_{НОМ}$ .

4. Рассчитать номинальную выходную мощность по формуле  $P_{НОМ} = U_{НОМ}^2 / R_H$ ,

5. Установить минимальный уровень громкости. Даже при максимальных установках тембра на выходе не должно наблюдаться никакого сигнала.

### Измерение коэффициента гармоник

1. Подключить к входу усилителя низкой частоты генератор НЧ, установить частоту сигнала 1000 Гц.

2. Подключить к выходу УНЧ эквивалент нагрузки  $R_H$ , соответствующий рекомендованному значению (обычно 4 Ом), вольтметр переменного тока и измеритель нелинейных искажений (рис. 18). Регулятор громкости установить в максимальное положение.

3. Установить уровень входного сигнала тракта, при котором выходная мощность равна номинальному значению, указанному в технической документации на аудиосистему.

4. Оценить величину коэффициента гармоник при номинальной мощности.

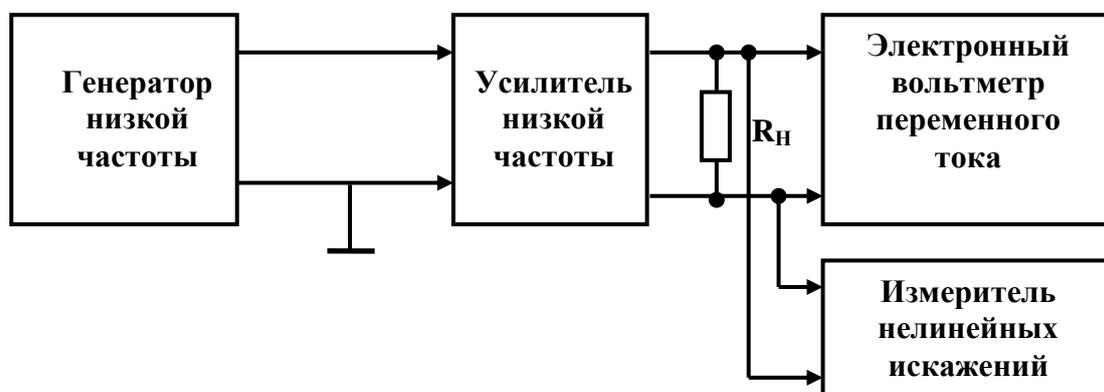


Рис. 18. Структурная схема установки для измерения коэффициента гармоник.

### Определение рабочего диапазона частот усилителя

1. Подключить ко входу усилителя низкой частоты генератор НЧ, установить частоту сигнала 1000 Гц и уровень входного сигнала тракта, равный номинальному значению, указанному в технической документации на аудиосистему.

2. Подключить к выходу УНЧ эквивалент нагрузки  $R_H$ , соответствующий рекомендованному значению (обычно 4 Ом), и вольтметр переменного тока (рис. 17).

3. Установить регулятор громкости в среднее положение. Измерить уровень выходного сигнала  $U_{1000}$ .

4. Меняя частоту входного сигнала  $F$  от единиц герц до десятков килогерц при постоянном уровне  $U_{ВХ}$ , равном номинальному значению, измерить напряжение выходного сигнала  $U_{ВЫХ}$  усилителя. Построить амплитудно-частотную характеристику УНЧ - зависимость коэффициента усиления от частоты входного сигнала:

$$K_0 = U_{ВЫХ}(F) / U_{ВХ}$$

5. Определить рабочий диапазон частот усилителя - интервал частот, в пределах которого снижение коэффициента усиления  $K_0$  относительно его величины  $U_{1000}$  на частоте 1000 Гц не превышает 6 дБ (по напряжению) или 3 дБ (по мощности).

### Измерение уровня собственных шумов

1. Подключить ко входу усилителя низкой частоты генератор НЧ, установить частоту сигнала 1000 Гц.

2. Подключить к выходу УНЧ эквивалент нагрузки  $R_H$ , соответствующий рекомендованному значению (обычно 4 Ом), и вольтметр переменного тока (рис. 17).

3. Установить регулятор громкости в максимальное положение, а уровень входного сигнала сделать таким, чтобы выходная мощность была равна номинальному значению, указанному в технической документации на аудиосистему. Запомнить показание вольтметра  $U_{НОМ}$ .

4. Отключить генератор НЧ и подключить вместо него эквивалентный резистор  $R_g$  с сопротивлением 600 Ом (рис. 19). При том же максимальном положении регулятора громкости измерить вольтметром уровень шумов тракта  $U_{ш}$  на выходе.

5. Рассчитать уровень шумов в децибелах:

$$U_{ш}(дБ) = 20 \lg(U_{ш} / U_{НОМ}).$$

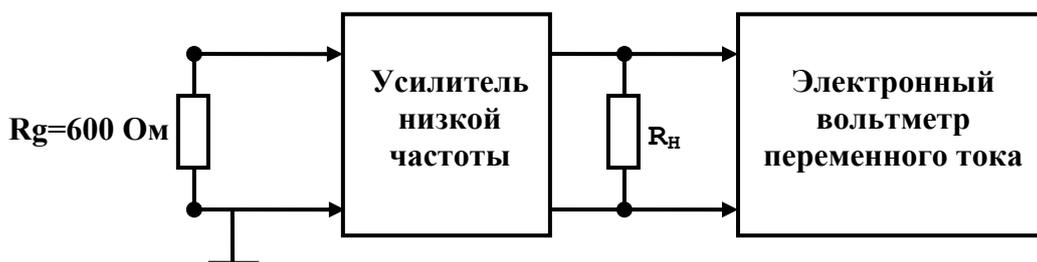


Рис. 19. Структурная схема установки для измерения уровня собственных шумов усилителя

### Содержание отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Наименование и формулировку цели работы.
2. Структурные схемы установок для проверки параметров.
3. Результаты измерений параметров.
4. Анализ полученных результатов.
5. Выводы.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные параметры низкочастотного тракта обработки сигналов.
2. Что такое номинальная и максимальная выходная мощность

усилителя? Методика измерения номинальной мощности.

3. Как определяется уровень собственных шумов тракта?

4. Поясните принцип работы низкочастотного тракта обработки сигналов по структурной схеме.

5. Какие способы коммутации сигналов в низкочастотных трактах вы знаете? Чем они различаются между собой?

6. Поясните алгоритм поиска места отказа при отсутствии звука в обоих стереоканалах.

## Лабораторная работа № 4. НАСТРОЙКА И РЕГУЛИРОВКА РАДИОПРИЕМНЫХ ТРАКТОВ

**Цель работы:** Изучение методов настройки и регулировки узлов радиоприемных трактов ВЧ. Изучение методов настройки и регулировки узлов радиоприемных трактов НЧ.

### Методические указания

Для подачи сигнала от того или иного генератора на вход высокочастотного тракта радиоприемника используются два основных метода:

- если есть вход для подключения наружной антенны, сигнал подается по коаксиальному кабелю через согласующее звено - эквивалент антенны (рис. 20);

- при наличии магнитной антенны на ферритовом стержне необходимо изготовить излучающую антенну генератора в виде нескольких витков провода и подключить ее к выходу генератора, сориентировав относительно приемной антенны по максимуму принимаемого сигнала (рис. 21). Следует помнить, что диаграмма направленности рамочной антенны имеет максимумы в направлениях, перпендикулярных плоскости рамки.

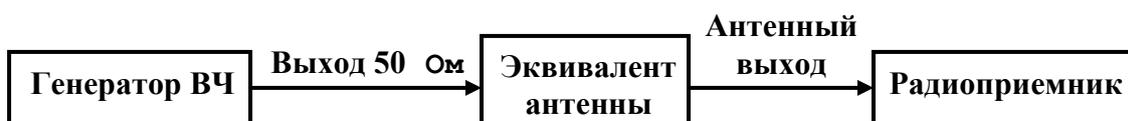


Рис. 20. Схема подачи ВЧ сигнала через эквивалент антенны

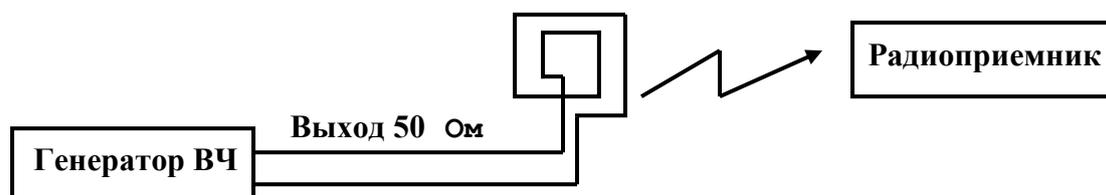


Рис. 21. Схема подачи ВЧ сигнала через рамочную антенну

### Измерительные приборы и вспомогательные средства

Основными радиоизмерительными приборами и

вспомогательными техническими средствами, необходимыми или желательными для регулировки радиоприемных трактов, являются:

- осциллограф;
- электронный вольтметр;
- высокочастотный генератор с частотной модуляцией (выходное сопротивление 50 Ом);
- высокочастотный генератор с амплитудной модуляцией (выходное сопротивление 50 Ом);
- генератор низкой частоты с рабочим диапазоном 20-20000 Гц и выходным сопротивлением 600 Ом;
- измеритель нелинейных искажений;
- источник питания постоянного тока;
- эквиваленты низкочастотной нагрузки (или динамические головки);
- эквиваленты антенн.

### **Методика проведения регулировок в радиоприемных трактах**

#### **Проверка и регулировка границ диапазона принимаемых АМ сигналов**

1. Подключить измерительные приборы в соответствии с рис.
22. Установить несущую частоту генератора равную нижней граничной частоте проверяемого диапазона, частоту сигнала модуляции 1000 Гц (или 400 Гц), глубину модуляции 30%, уровень выходного сигнала выше номинальной чувствительности, указанной

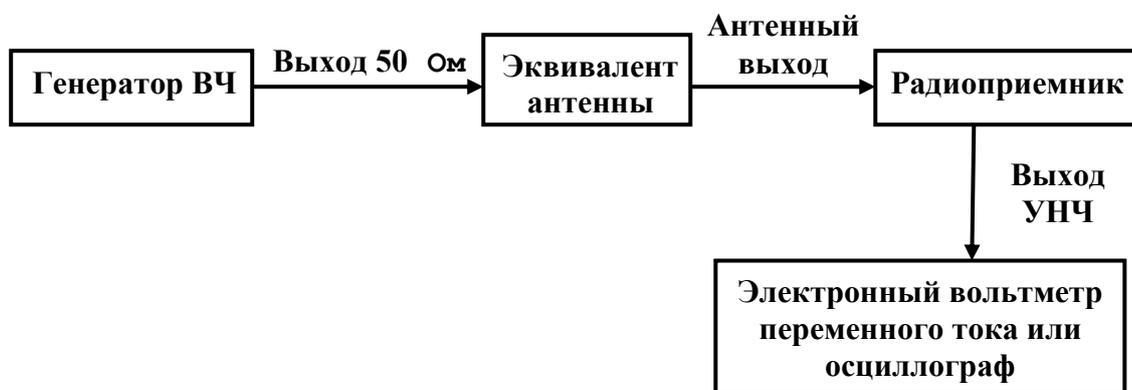


Рис. 22. Структурная схема подключения измерительных приборов №1

в паспорте радиоприемника. Настроить тюнер на сигнал. Вращением сердечника соответствующей катушки индуктивности входной цепи или перемещением ее вдоль ферритового сердечника добиться максимальной величины сигнала на выходе УНЧ. После регулировки зафиксировать катушку с помощью клея.

2. Установить частоту генератора равную верхней граничной частоте проверяемого диапазона и вновь настроить тюнер на сигнал. Регулировкой подстроечного конденсатора входной цепи данного диапазона добиться максимума сигнала в той же контрольной точке.

### Измерение чувствительности приемника

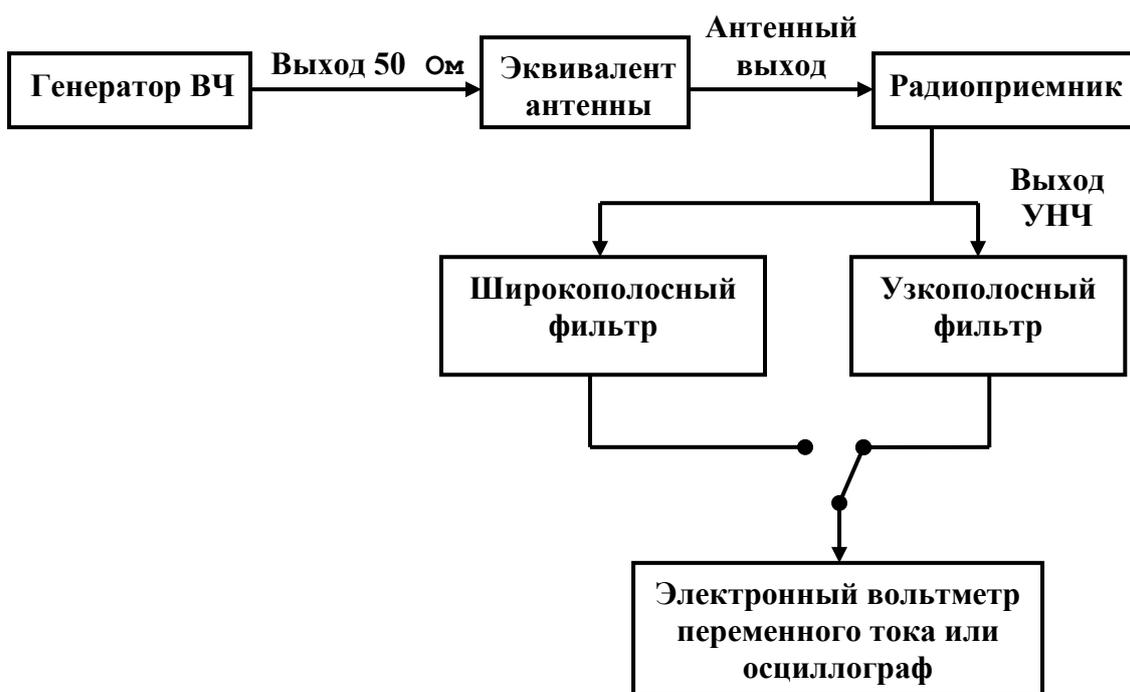


Рис. 23. Структурная схема подключения измерительных приборов №2.

1. Подключить измерительные приборы в соответствии с рис. 23. Подать на вход приемника измерительный сигнал со средней частотой диапазона, в котором определяется чувствительность, и с уровнем, равным номинальной чувствительности. Задать параметры модуляции, указанные выше для режима «Моно». Настроить приемник на несущую частоту сигнала генератора по максимуму выходного низкочастотного напряжения. Регуляторы тембра и ширины полосы пропускания установить в максимальные положения.

2. Регулятором громкости задать на выходе приемника напряжение, соответствующее стандартной испытательной мощности

в нагрузке: 5 мВт для приемников с номинальной мощностью менее 150 мВт; 50 мВт для приемников с номинальной мощностью более 150 мВт; 0,5 Вт для моделей зарубежного производства с выходной мощностью более 10 Вт. Выключить модуляцию входного сигнала и измерить напряжение шума на выходе приемника. Для более точных измерений чувствительности желательно мерить напряжение выходного сигнала через узкополосный фильтр, а напряжение шума - через широкополосный фильтр.

3. Включить модуляцию и, регулируя уровень выхода генератора высокочастотного сигнала, добиться заданного отношения сигнал/шум на выходе приемника (не менее 20 дБ при приеме сигналов в диапазонах ДВ, СВ и КВ и не менее 26 дБ в УКВ диапазоне). При этом показание регулятора выхода генератора является значением реальной чувствительности приемника, которую измеряют в трех или пяти точках каждого диапазона, выбирая наибольший результат. Максимальную чувствительность измеряют аналогичным образом при установке регулятора громкости в максимальное положение, а тембра - в минимальное. Отношение сигнал/шум на выходе должно быть не менее 3 дБ.

### **Измерение избирательности по соседнему, зеркальному каналам и каналу промежуточной частоты**

1. Подключить измерительные приборы в соответствии с рис. 22. Подать на вход приемника от высокочастотного генератора сигнал, уровень которого равен номинальной чувствительности приемника, а частота соответствует значениям 250 кГц (ДВ), 1 МГц (СВ), 7,2 МГц (КВ) или 69 МГц (УКВ) по российскому стандарту. Для зарубежных моделей значение частоты выбирается из середины их рабочих диапазонов частот. Установить параметры модуляции, указанные выше для режима «Моно». Настроить приемник на частоту сигнала. Систему АПЧ следует отключить, регуляторы тембра установить в максимальные положения, а регулятор громкости - в положение, при котором на выходе приемника получается стандартная мощность НЧ сигнала.

2. Перестроить высокочастотный генератор на частоту канала промежуточной частоты, соседнего или зеркального в зависимости от того, какое измерение производится. Напомним, что частота соседнего канала в АМ диапазонах отстоит от основной на  $\pm 9$  кГц (в

некоторых стандартах  $\pm 10$  кГц), а частота зеркального - на удвоенную ПЧ в сторону частоты гетеродина. При этом настройку приемника и положение его органов регулировки изменять нельзя. Регулировкой выходного напряжения генератора вновь добиться значения выходного сигнала приемника, соответствующего стандартной мощности. Результатами измерений будут выраженные в децибелах отношения напряжений генератора при настройках на частоты оцениваемых каналов к номинальной чувствительности.

### **Проверка действия системы АРУ**

Проверка обычно выполняется в середине диапазона СВ. Регуляторы тембра следует установить в положение, соответствующее наиболее узкой полосе низкочастотного тракта, а измерительные приборы подключить в соответствии с рис. 22. Далее надо произвести следующие действия:

1. На вход приемника подать АМ сигнал с частотой 1 МГц, уровнем 5 мВ и указанными выше измерительными параметрами модуляции. Настроить приемник на несущую частоту сигнала. Регулировкой громкости добиться стандартной выходной мощности сигнала НЧ.

2. Изменить уровень высокочастотного сигнала генератора в соответствии с номинальным значением входного динамического диапазона приемника данного класса (например, для стационарного приемника первого класса - на 40 дБ или в 100 раз). Измерить напряжение на выходе приемника.

Эффективность действия системы АРУ определяется отношением выходного напряжения приемника при максимальном напряжении на входе к выходному напряжению при минимальном входном напряжении. Обычно это отношение выражено в децибелах.

### **Измерение сквозной амплитудно-частотной характеристики приемника (кривой верности)**

Оценка сквозной АЧХ приемника выполняется во всех диапазонах на измерительных частотах. Нужно подключить измерительные приборы в соответствии с рис. 24. Уровень высокочастотного сигнала генератора установить не ниже чувствительности: в диапазонах ДВ и СВ - 1 мВ, в диапазоне УКВ - 1

мкВ. В диапазоне УКВ при формировании ЧМ сигнала низкочастотное модулирующее напряжение следует подавать через дифференцирующую RC-цепь с постоянной времени 50 мкс. что необходимо для введения стандартных предискажений сигнала. Далее надо произвести следующие действия:

1. Установить частоту модуляции АМ или ЧМ сигнала равной 1000 Гц. Настроить приемник на сигнал по максимуму выходного напряжения. Регулируя громкость, установить такое значение выходного напряжения, при котором обеспечивается стандартная мощность выходного сигнала.



Рис. 24. Структурная схема подключения измерительных приборов №3.

2. Изменяя частоту низкочастотного генератора, формирующего модулирующий сигнал, при постоянной глубине модуляции в пределах звукового диапазона (20 Гц - 20 кГц), измерять значения выходного напряжения. Построить график зависимости выходного напряжения приемника от частоты модуляции (кривую верности).

### Проверка и регулировка порога срабатывания схемы слежения за настройкой

Данная проверка позволяет оценить, а при наличии регулировочного элемента в схеме и отрегулировать пороговое напряжение компаратора схемы слежения за уровнем выходного сигнала промежуточной частоты. Необходимо подключить измерительные приборы в соответствии с рис. 25 и произвести следующие действия:

1. Подать на вход приемника высокочастотный сигнал с

несущей частотой 250 кГц (ДВ), 1 МГц (СВ), 7,2 МГц (КВ) или 69 МГц (УКВ) по российскому стандарту. Для зарубежных моделей значение частоты выбирается из середины их рабочих диапазонов частот. Установить уровень сигнала не ниже номинальной чувствительности приемника. Настроить приемник на частоту сигнала.

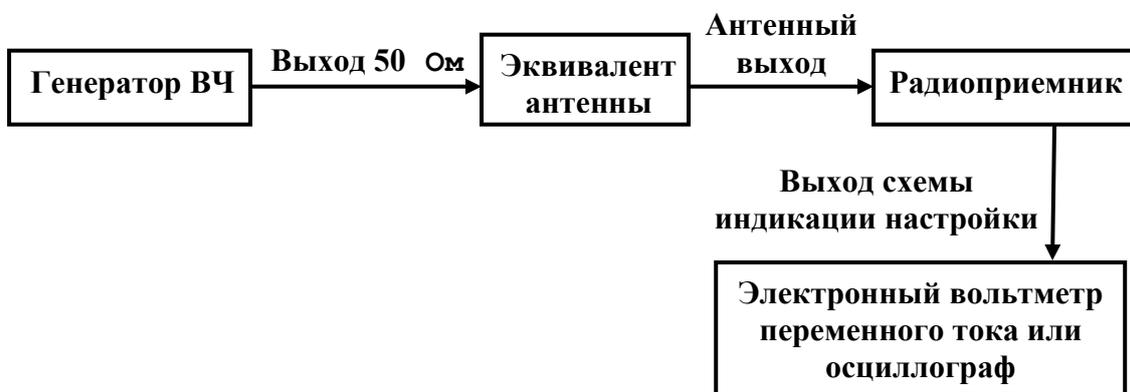


Рис. 25. Структурная схема подключения измерительных приборов №4.

2. Уменьшить выходное напряжение ВЧ генератора в 10 раз. Не изменяя настроек приборов и приемника, увеличивать уровень выхода генератора до момента переключения потенциала на выходе схемы индикации настройки.

### Регулировка частотного детектора тракта УПЧ

Проверяется частота настройки LC-контура, используемого в качестве фазосдвигающего элемента частотного детектора. Этот контур нужно настроить на промежуточную частоту 10,7 МГц. Для этого:

1. Подключить измерительные приборы в соответствии с рис. 26. Подать на вход приемника высокочастотный ЧМ сигнал с уровнем 1 мВ и средней частотой диапазона УКВ или FM (69 МГц по российскому стандарту), установить стандартные измерительные параметры сигнала в режиме «Моно». Настроить тюнер на частоту сигнала.

2. Измеряя электронным вольтметром уровень постоянной составляющей на выходе частотного детектора, регулировать сердечником катушки индуктивности частоту настройки фазосдвигающего контура до получения нулевой постоянной

составляющей.

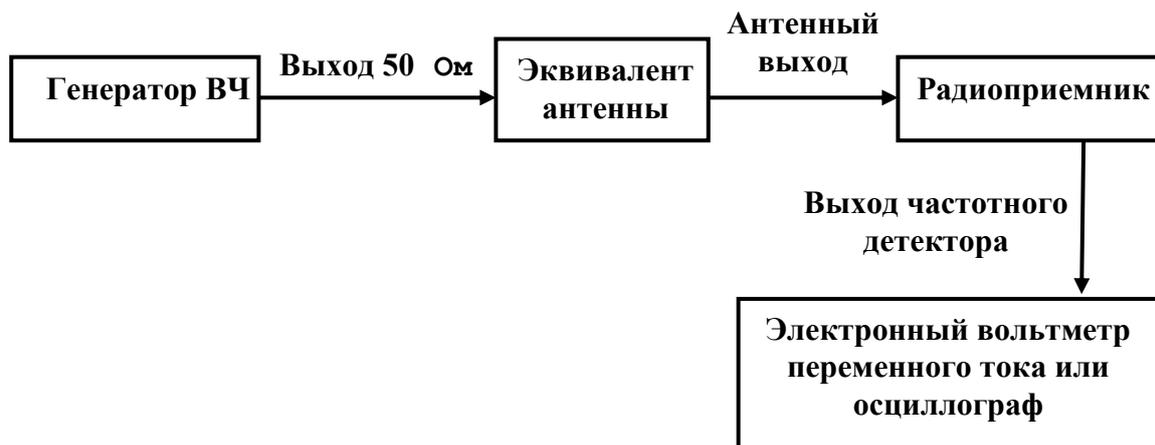


Рис. 26. Структурная схема подключения измерительных приборов №5.

### Проверка и регулировка порога срабатывания схемы индикации режима «Сtereo»

Данная проверка позволяет оценить, а при наличии соответствующего элемента и отрегулировать пороговое напряжение компаратора схемы индикации режима «Сtereo» диапазона УКВ (FM):

1. Подключить измерительные приборы в соответствии с рис. 27.

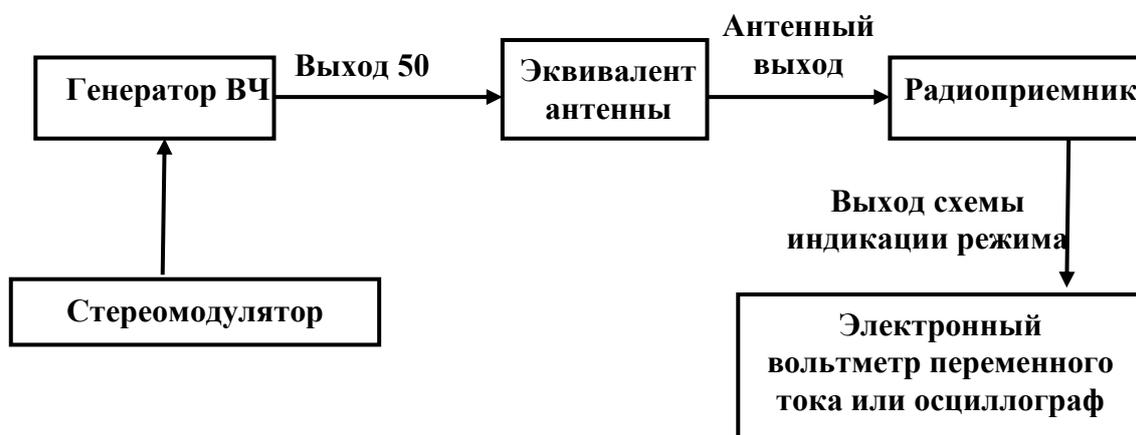


Рис. 2.4.0. Структурная схема подключения измерительных приборов №6.

2. Подать на вход приемника высокочастотный сигнал ЧМ уровня не ниже номинальной чувствительности приемника и частотой в середине УКВ (FM) диапазона (69 МГц для российского

стандарта), установить стандартные измерительные параметры сигнала в режиме «Стерео». Настроить тюнер на частоту сигнала.

3. Уменьшить выходное напряжение ВЧ генератора в 10 раз. Не изменяя настроек приборов и приемника, увеличивать уровень выхода генератора до момента переключения потенциала на выходе схемы индикации режима «Стерео».

### Проверка степени разделения стереоканалов

Данная проверка в УКВ (FM) диапазоне позволяет определить уровень просачивания напряжения из одного стереоканала в другой:

1. Подключить измерительные приборы в соответствии с рис. 28.

2. Подать на вход приемника высокочастотный ЧМ сигнал с уровнем не ниже номинальной чувствительности приемника и частотой в середине УКВ (FM) диапазона (69 МГц для российского стандарта), установить стандартные измерительные параметры сигнала для режима «Стерео» в одном (например, правом) стереоканале. В другом канале модуляцию отключить. Настроить тюнер на частоту сигнала.

3. При стандартной мощности выходного сигнала и среднем положении регулятора баланса измерить уровни сигналов на выходах левого и правого каналов. Отношение этих уровней, выраженное в децибелах, является мерой степени разделения стереоканалов.

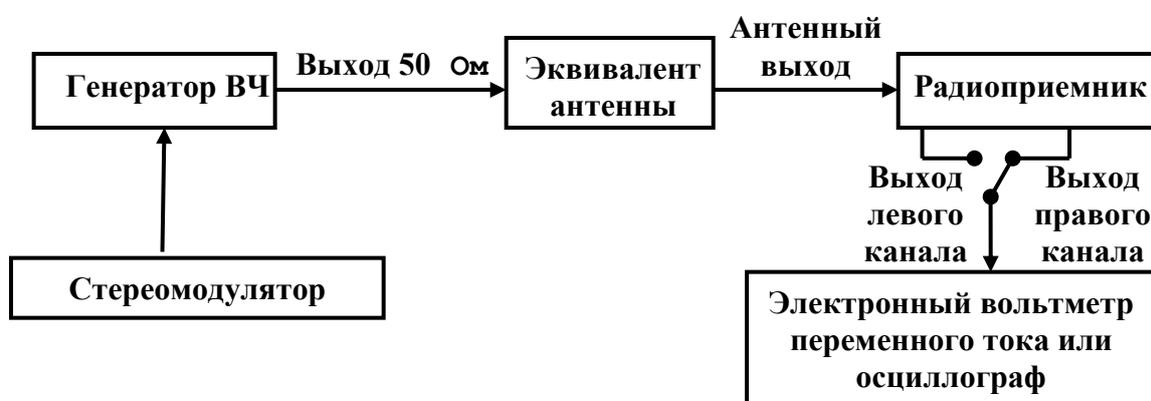


Рис. 28. Структурная схема подключения измерительных приборов №7.

4. Повторить измерения при подаче на вход приемника сигнала с модуляцией в другом (левом) стереоканале.

## Содержание отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Наименование и формулировку цели работы.
2. Структурные схемы установок для проверки параметров.
3. Результаты измерений параметров.
4. Анализ полученных результатов.
5. Выводы.

## Контрольные вопросы

1. Какие измерительные приборы и вспомогательные средства необходимы для настройки и регулировки?
2. Проверка и регулировка границ диапазона принимаемых АМ сигналов.
3. Измерение чувствительности приемника.
4. Измерение избирательности по соседнему, зеркальному каналам и каналу ПЧ.
5. Проверка действия системы АРУ.
6. Измерение сквозной амплитудно-частотной характеристики приемника.
7. Проверка и регулировка порога срабатывания схемы слежения за настройкой.
8. Какие измерительные приборы и вспомогательные средства необходимы для настройки и регулировки НЧ тракта.
9. Регулировка частотного детектора тракта УПЧ.
10. Проверка и регулировка порога срабатывания схемы индикации режима «Стерео».

## **Лабораторная работа №5: НАСТРОЙКА И РЕГУЛИРОВКА ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ**

**Цель работы:** Ознакомление и изучение методики настройки и регулировки в телевизорах.

### **5.1. Методические указания**

Перед началом проведения регулировочных работ под напряжением необходимо принять следующие меры предосторожности:

установить в цепи питания переменного тока разделительный трансформатор; произвести измерение напряжения сети переменного тока, которое должно находиться в пределах  $220 \pm 1$  В;

убедиться, что кнопка включения сети находится в положении «выключено».

### **5.2. Основные приборы и вспомогательные средства**

Для проведения регулировочных работ рекомендуется использовать следующую измерительную аппаратуру:

- генератор телевизионных испытательных сигналов;
- генератор качающей частоты (ГКЧ);
- свип-генератор видеосигнала ПЧ;
- двухканальный осциллограф;
- цифровой вольтметр; измеритель линейных искажений;
- регулируемый источник напряжения постоянного тока 0...12 В.

### **5.3. Порядок выполнения работы**

#### **Регулировка АЧХ тракта ПЧ видеосигнала и системы АПЧГ**

1. Подключить измерительную аппаратуру к телевизору согласно схеме, приведенной на рис. 29.
2. Соединить выход ГКЧ с КТ TP202, а вход ГКЧ - с КТ TP203.
3. Подключить регулируемый источник напряжения к КТ TP209. Увеличивая выходное напряжение регулируемого источника, добиться уменьшения уровня шумов. Вращением сердечника контура L204 совместить маркер частоты 38,9 МГц с минимумом амплитуды

кривой АЧХ видеодетектора так, как это показано на рис. 30,а.

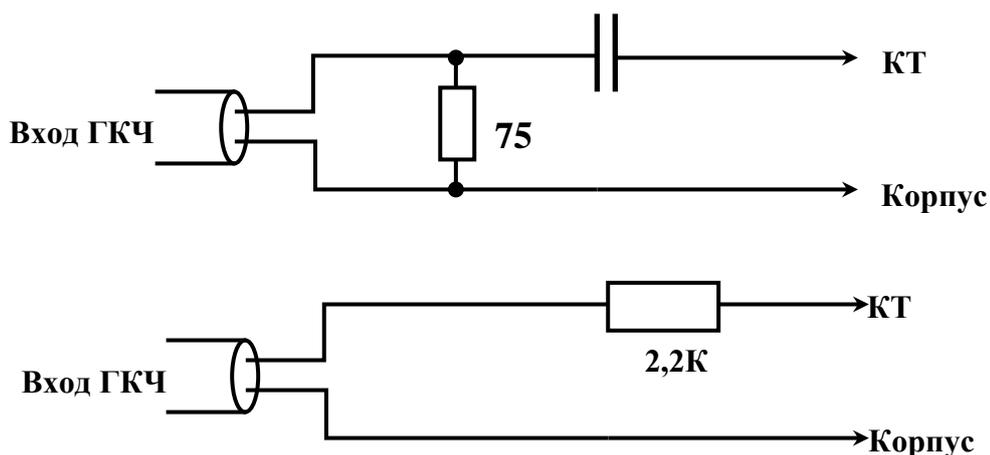


Рис. 29. Схема подключения измерительной аппаратуры при настройке тракта ПЧ

4. Отключить выход ГКЧ от КТ TP202 и соединить выход ГКЧ с выходом IF тюнера. Между выходом IF тюнера и его корпусом подключить резистор 2,7 кОм. Подключить резистор 100 Ом между контрольными точками TP205 и TP206. Вращением сердечника контура L206 добиться формы АЧХ, показанной на рис. 30,б.

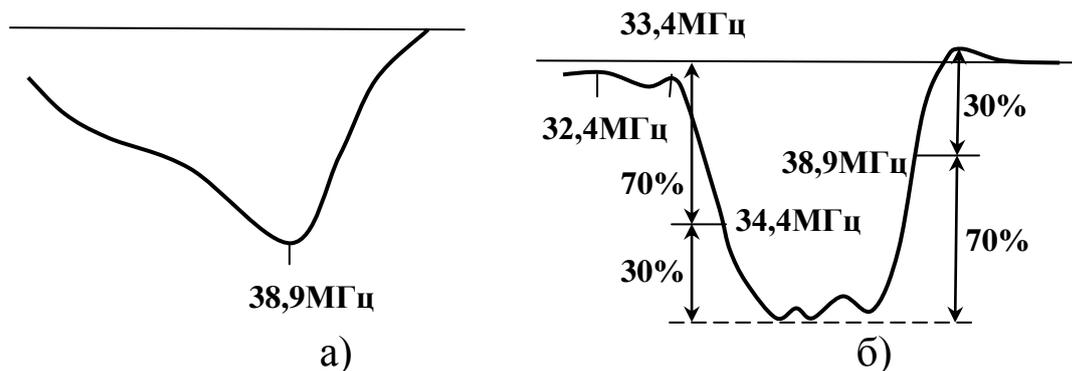


Рис. 30. Осциллограмма сигнала: а) при настройке АЧХ видеодетектора; б) при настройке АЧХ тракта ПЧ.

5. Отключить источник постоянного напряжения и резистор 100 Ом. Соединить выход генератора частот ПЧ с выходом IF тюнера и подать на вход IF тюнера сигнал с частотой 38,9 МГц и амплитудой 5 мВ. Подключить вольтметр КТ TP209.

6. Вращением сердечника контура L205 добиться нуля напряжения в точке перехода полярности напряжения.

## Настройка тракта ПЧ звукового сигнала

Соединить выход ГКЧ с КТ ТР301, а вход ГКЧ с КТ ТР302. Регулировкой контуров L301 и L402 добиться формы АЧХ, приведенной на рис. 31.

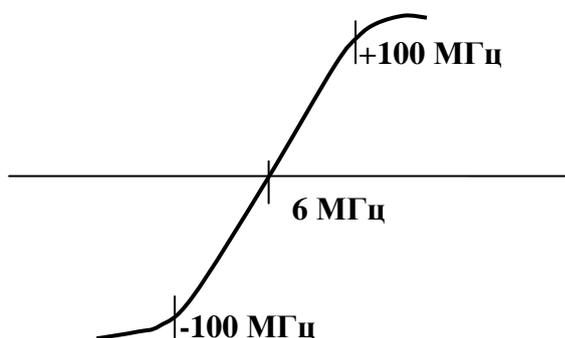


Рис. 31. Осциллограмма сигнала при настройке АЧХ тракта ПЧ звукового сопровождения

## Настройка схемы АРУ радиоканала

Произвести настройку телевизора на канал с наилучшими условиями приема (минимум шумов и помех). Повернуть движок подстроечного резистора VR201 против часовой стрелки до упора, а затем, медленно вращая его в противоположном направлении, добиться исчезновения шумов («снега») на изображении.

## Настройка фильтра «клеш»

1. Подключить измерительную аппаратуру к телевизору согласно схеме, приведенной на рис. 32.
2. Соединить выход ГКЧ с выходом IF тюнера, а вход ГКЧ с КТ ТР901.
3. Установить переключатель PAL/SECAM в положение SECAM.
4. Вращением сердечника контура L953 добиться формы АЧХ, изображенной на рис.33.

## Настройка схемы опознавания сигналов PAL/SECAM

1. Подать на вход телевизора от генератора испытательных сигналов (ГИС) сигнал «цветные полосы» системы PAL.

2. Подключить осциллограф к КТ ТР902.
3. Вращением сердечника контура L954 добиться минимального расстояния А, как это показано на рис. 34.

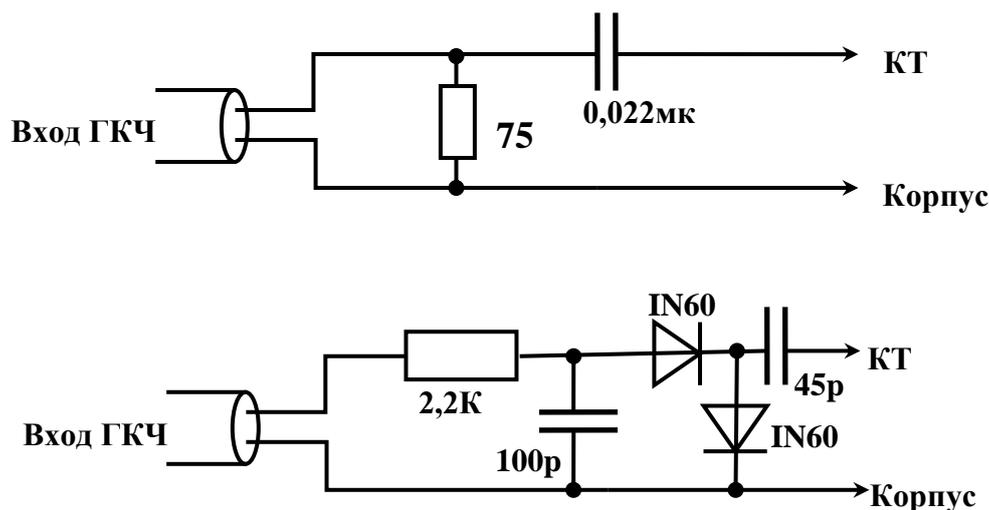


Рис. 32. Схема подключения измерительной аппаратуры при настройке фильтра «клевш»

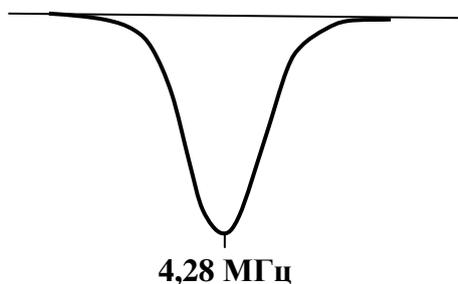


Рис. 33. Осциллограмма сигнала при настройке фильтра «клевш»

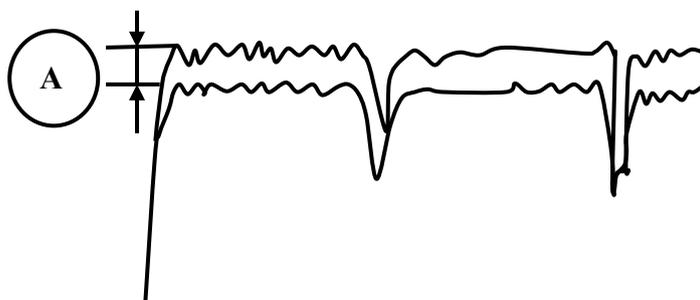


Рис. 34. Осциллограмма сигнала при настройке схемы опознавания PAL

### Настройка детектора сигналов системы PAL

1. Подать на вход телевизора от генератора испытательных сигналов сигнал «цветные полосы» системы PAL.
2. Переключить телевизор на прием сигналов PAL.
3. Настроить контуры L955 и L956 таким образом, чтобы белая полоса не имела цветовых оттенков при изменении регулировки цветовой насыщенности от максимума до минимума.

## Регулировка напряжения отсечки

Подать на вход телевизора от генератора испытательных сигналов сигнал «цветные полосы».

1. Подключить осциллограф к КТ TP802 и установить регулировки яркости и контрастности в минимальные положения.
2. Установить напряжение отсечки равным 125 В, как это показано на рис. 35, путем регулировки ускоряющего напряжения на трансформаторе FB401

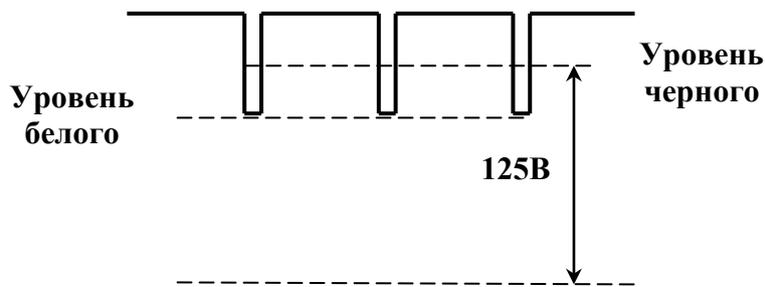


Рис. 35. Осциллограмма сигнала при регулировке напряжения отсечки

## Регулировка фокусирующего напряжения

1. Подать на вход телевизора от генератора испытательных сигналов сигнал «сетчатое поле».
2. При помощи регулятора «Focus», расположенного на трансформаторе FB401, добиться наименьшей толщины горизонтальных и вертикальных полос по всему экрану.

## Регулировка размера по вертикали

1. Подать на вход телевизора от генератора испытательных сигналов (ГИС) сигнал «сетчатое поле».
2. При помощи подстроечного резистора VR401 установить такой размер изображения, чтобы размер кадра по вертикали был больше размера экрана на 5 мм с каждой стороны.

## Регулировка центровки по горизонтали

1. Подать на вход телевизора от генератора испытательных

сигналов сигнал «сетчатое поле».

2. Регулировкой подстроечного резистора VR403 совместить среднюю вертикальную линию сетчатого поля с геометрическим центром экрана.

### Регулировка центровки по вертикали

1. Подать на вход телевизора от генератора испытательных сигналов сигнал «сетчатое поле».

2. Регулировкой подстроечного резистора VR402 совместить среднюю горизонтальную линию сетчатого поля с геометрическим центром экрана.

### Настройка яркости

1. Подать на вход телевизора от генератора испытательных сигналов сигнал «серая шкала».

2. Установить регулировки яркости и контрастности в максимальные положения.

3. Вращением движка подстроечного резистора VR603 добиться различия восьми градаций серой шкалы.

### Настройка насыщенности сигнала PAL

1. Подать на вход телевизора от генератора испытательных сигналов сигнал «цветные полосы» системы SECAM.

2. Подключить осциллограф к КТ TP801.

3. Нажать кнопку «NORMAL» на ПДУ и регулировкой подстроечного резистора VR952 установить уровень красного цвета на уровне 75% от уровня белого в соответствии с рис. 36.

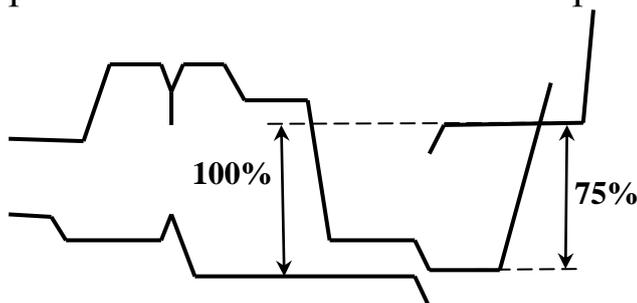


Рис. 36. Осциллограмма сигнала при настройке насыщенности сигнала PAL

## **Подстройка напряжения питания горизонтальной развертки**

1. Произвести настройку телевизора на канал с наилучшими условиями приема (минимум шумов и помех).
2. Установить оперативные регулировки в среднее положение.
3. Подключить вольтметр постоянного тока к КТ TP501 и регулировкой подстроечного резистора VR501 установить напряжение +103 В.

### **Содержание отчета**

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Наименование и формулировку цели работы.
2. Структурные схемы установок для проверки параметров.
3. Результаты измерений параметров.
4. Анализ полученных результатов.
5. Выводы.

### **Контрольные вопросы.**

1. На каких частотах работают кадровая и строчная развертки?
2. Назовите входные и выходные сигналы для телевизионного тюнера.
3. Назовите причины периодического непостоянного ухудшения изображения.
4. Почему «уходит» частота канала?
5. Что такое максимально допустимый уровень входного сигнала?
6. Как расшифровываются аббревиатуры: УПЧИ, АПЧГ, ПАВ?
7. Назовите основные радиоизмерительные приборы и вспомогательные технические средства, необходимые для контроля (регулировки) параметров телевизоров.
8. Изобразите схематически форму АЧХ радиочастотного тракта телевизора.
9. Почему при смене поднесущей частоты звука возможно явное искажение звукового сопровождения?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бенда Дитмар. Поиск неисправностей в электрических схемах; пер. с нем. - СПб.: БХВ-Петербург, 2010. - 256 с.
2. Д. Томел, Н. Уидмер. Поиск неисправностей в электронике; пер. с англ. С. О. Махарадзе. - М.: НТ Пресс, 2008. - 416 с.
3. Лабораторный практикум по дисциплине «Диагностика и обслуживание радиоаппаратуры техники» для студентов дневного и заочного отделений специальности 210303.65. «Бытовая радиоэлектронная аппаратура» / сост. Н. А. Рыбак. - Тольятти: Изд-во ТГУС, 2008. - 88 с.
4. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Диагностика и обслуживание радиоэлектронных средств бытового назначения» для студентов направления 210300.62 «Радиотехника» и специальности 210303.65 «Бытовая радиоэлектронная аппаратура» / сост. И. Воловач, Э.Р. Гареев. - Тольятти: Изд-во ТГУС, 2011. - 297 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Техника безопасности при диагностике и ремонте.....	5
Лабораторная работа №1: Диагностика электрорадиоэлементов телерадиоаппаратуры.....	11
Лабораторная работа №2: Настройка и регулировка источников питания.....	20
Лабораторная работа №3: Настройка и регулировка низкочастотных трактов обработки сигналов.....	24
Лабораторная работа №4: Настройка и регулировка радиоприемных трактов.....	29
Лабораторная работа №5: Настройка и регулировка телевизионных приемников.....	39
Литература.....	46

Редактор Ахметжанова Г.М.

Корректор Марданова Э.З.

