2. Техническая диагностика бытовой РЭА

В данной главе рассмотрены теоретические вопросы и практические приложения теории технической диагностики современной бытовой РЭА.

2.1. Основные понятия и определения

Техническая диагностика представляет собой область научно-технических знаний, включающую в себя теорию и методы определения текущего состояния объектов диагностирования (ОД) с помощью средств технического диагностирования и контроля (СРДиК). Техническое диагностирование в соответствии с ГОСТ 20911-75 представляет собой процесс определения технического состояния ОД с определенной точностью при помощи СРДиК.

В технической диагностике важным понятием является техническое состояние ОД. Совокупность свойств объекта, подверженных изменениям в процессе производства и эксплуатации, называют техническим состоянием.

К объектам диагностирования бытовой аппаратуры относят различного типа РЭА (телевизоры, магнитофоны, радиоприемники, музыкальные центры и т.д.). К средствам технического диагностирования и контроля (СРДиК) относят различного типа электрорадиоизмерительные приборы, информационно-измерительные системы и другие устройства, с помощью которых производится определение технического состояния ОД.

Различают несколько видов технического состояния ОД:

1. Исправность - техническое состояние объекта диагностирования, при котором он удовлетворяет всем требованиям нормативно-технической документации (НТД), в противном случае ОД неисправен.
2. Работоспособность - техническое состояние объекта диагностирования, при котором он удовлетворяет основным требованиям НТД, определяющим возможность его применения по назначению.
3. Правильность функционирования - техническое состояние объекта диагностирования, при котором значение его параметров в текущий момент реального времени применения объекта находится в требуемых пределах и заданных режимах, определяемых НТД.

Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что исправный объект всегда работоспособен и функционирует правильно. Неправильно функционирующий объект всегда неработоспособен и неисправен. Работоспособный объект может быть неисправен.

Первоочередной задачей (целью) технического диагностирования РЭА является проверка (контроль) ее работоспособности, исправности или правильности функционирования в настоящий момент.

Техническая диагностика и ремонт бытовой радиоэлектронной аппаратуры

Если в процессе проведения технического диагностирования РЭА установлено, что она неисправна, неработоспособна или функционирует неправильно, то это говорит о том, что в РЭА имеются неисправности, подлежащие выявлению и устранению на этапе ремонта РЭА.

Число состояний, которые можно различить в результате технического диагностирования аппаратуры, определяется достоверностью его результатов,

т.е. степенью их соответствия истинному техническому состоянию. Количественной характеристикой достоверности служит вероятность этого соответствия.

Эффективность технического диагностирования определяется в соответствии с ГОСТ 23564-79 следующими показателями:

1. Количество тестовых воздействий.
2. Продолжительность теста диагностирования.
3. Вероятность ошибки диагностирования, под которой понимают вероятность Р, совместного наступления двух событий: ОД находится в техническом состоянии i, а в результате диагностирования признано, что он находится в техническом состоянии j. Если i=j, то Р, является вероятностью правильного определения технического состояния объекта.
4. Вероятность правильного диагностирования, т.е. полная вероятность Р того, что система технического диагностирования (СТД) определяет то техническое состояние, в котором действительно находится ОД.

, 5. Средняя оперативная продолжительность диагностирования $т_д$.

6. Средняя стоимость диагностирования $С_д$.

7. Средняя оперативная трудоемкость диагностирования $S_д$.

8. Коэффициент унификации устройств сопряжения с СРДиК:

$К_{ус}=N_у/N_о$

где$N_у$ - число унифицированных устройств; N_o - общее число устройств сопряжения.

9. Коэффициент унификации параметров сигналов изделия:

$К_{уп}=M_у/M_о$

где $M_у$ - число унифицированных диагностических параметров; M_o - общее число параметров.

10. Коэффициент трудоемкости подготовки изделия к диагностированию:

$К_{тд}=W_в/W_д$

где W_B - средняя трудоемкость подготовки изделия к диагностированию; $W_Д=W_O+W_B$, W_O - основная трудоемкость диагностирования.

12. Коэффициент использования специальных средств диагностирования:

$К_{ис}=G_{ссд}/(G_{сд}+G_{ссд})$

где $G_{сд}$ и $G_{ссд}$ - соответственно объемы серийных и специальных средств диагностирования.

Следует отметить, что далеко не вся РЭА, выпускаемая промышленностью, может быть подвергнута техническому диагностированию. Для осуществления технического диагностирования РЭА необходимо, чтобы она была контролепригодна.

Под контролепригодностью понимают программно-аппаратурную приспособленность РЭА к техническому диагностированию в процессе ее производства, эксплуатации и ремонта, а также взаимную согласованность ее характеристик с характеристиками СРДиК. Контролепригодность РЭА должна обеспечиваться на стадиях ее разработки и изготовления.

Результат диагностирования зависит не только от состояния РЭА, но и от требований, предъявляемых к ней, а они определяются назначением этой

РЭА. При диагностировании РЭА прежде всего необходимо определить (выбрать) те технические параметры (ТП), по которым определяется (оценивается) результат диагностирования. Таких параметров может быть произвольное количество, однако необходимо учитывать, что с увеличением количества контролируемых ТП, как правило, возрастает трудоемкость диагностирования РЭА и сложность используемых СРДиК. Поэтому на практике число контролируемых ТП ограничивается 3-6 параметрами.
При техническом диагностировании необходимо также учитывать погрешности измерения ТП, так как при увеличении этих погрешностей, возрастает вероятность ошибки диагностирования.
При диагностировании РЭА решаются три задачи. Задачи первого типа формально следует отнести к технической диагностике. Задачи второго типа - предсказание технического состояния РЭА, в котором она окажется в некоторый будущий момент. Это задачи технического прогнозирования. Решение задач технического прогнозирования имеет место, например, при организации технического обслуживания (ТО) РЭА по состоянию (вместо обслуживания по срокам и ресурсам).
Непосредственное перенесение методов решения задач технического диагностирования на задачи технического прогнозирования невозможно из-за различия моделей диагностируемых объектов. При диагностировании моделью обычно является описание объекта в текущий момент, в то время как при прогнозировании необходима модель процесса эволюции технических параметров РЭА во времени.
К задачам третьего типа относится задача определения технического состояния, в котором находилась РЭА в некоторый момент в прошлом. По аналогии - это задачи технической генетики. Такие задачи возникают, например, в связи с расследованием аварий и их причин, когда техническое состояние РЭА в рассматриваемое время отличается от состояния, в котором она была в прошлом. Эти задачи решаются путем определения возможных или вероятных предыстории, ведущих к настоящему техническому состоянию РЭА.
Необходимо отметить, что в большинстве случаев при проведении технического диагностирования бытовой РЭА решаются задачи первого типа. Однако при необходимости могут решаться задачи и второго, и третьего типа.
Техническое диагностирование бытовой РЭА рекомендуется проводить в соответствии с обобщенным алгоритмом, приведенным на рис. 2.1.
На первом шаге алгоритма диагностирования РЭА проводят визуальный осмотр, при котором определяют целостность органов управления аппаратурой, держателей предохранителей, исправность вилок, кабелей питания, разъемов (соединителей) и т.д. После этого производят выбор технических параметров опробования РЭА.
Для радиоприемников к таким параметрам можно отнести, например, наличие слухового приема сигналов радиостанций. Для телевизионных приемников - наличие изображения на экране и звука в громкоговорителе.

В случае, если при включении бытовой РЭА отсутствуют признаки ее работоспособности, то это говорит о том, что в ней имеется неисправность. При этом техническое состояние РЭА признается неработоспособным, оформляются результаты контроля РЭА, и она направляется в ремонт и регулировку. На практике, как правило, специалист, осуществляющий техническое диагностирование бытовой РЭА, проводит и ее ремонт.

В случае, если имеются признаки работоспособности бытовой РЭА, специалистом, осуществляющим ее диагностирование, производится выбор ТП из НТД, методик контроля выбранных ТП, средств диагностирования, необходимых для проведения контроля выбранных ТП, и их подготовка к проведению контроля ТП. После этого производится контроль ТП на соответствие их требованиям НТД. В случае несоответствия хотя бы одного из параметров диагностируемой РЭА требованиям НТД ее техническое состояние признается неработоспособным, и она подлежит ремонту и регулировке. В случае соответствия всех ТП требованиям НТД ее техническое состояние признается работоспособным и аппаратура подлежит дальнейшей эксплуатации.

2.2. Классификация технических параметров и допусков

В процессе эксплуатации бытовой РЭА в связи с недостаточной надежностью узлов и элементов, входящих в нее, возникает необходимость проведения технической диагностики с целью получения информации о ее работоспособности. Работоспособность РЭА определяется по результатам контроля ее ТП на соответствие требованиям НТД.

Техническим параметром принято считать величину, характеристику, функциональную зависимость, которые определяют техническое состояние системы, аппаратуры, блока, модуля, узла или элемента. Параметры являются характеристиками различных процессов, происходящих в РЭА, или ее реакции на входные или внешние воздействия. В теории диагностики и контроля РЭА параметры подразделяют на следующие группы:

параметры выходных и входных сигналов (амплитуда, несущая частота, мощность, длительность фронтов или спадов сигналов и т.д.);

параметры физических процессов, происходящих в объектах;

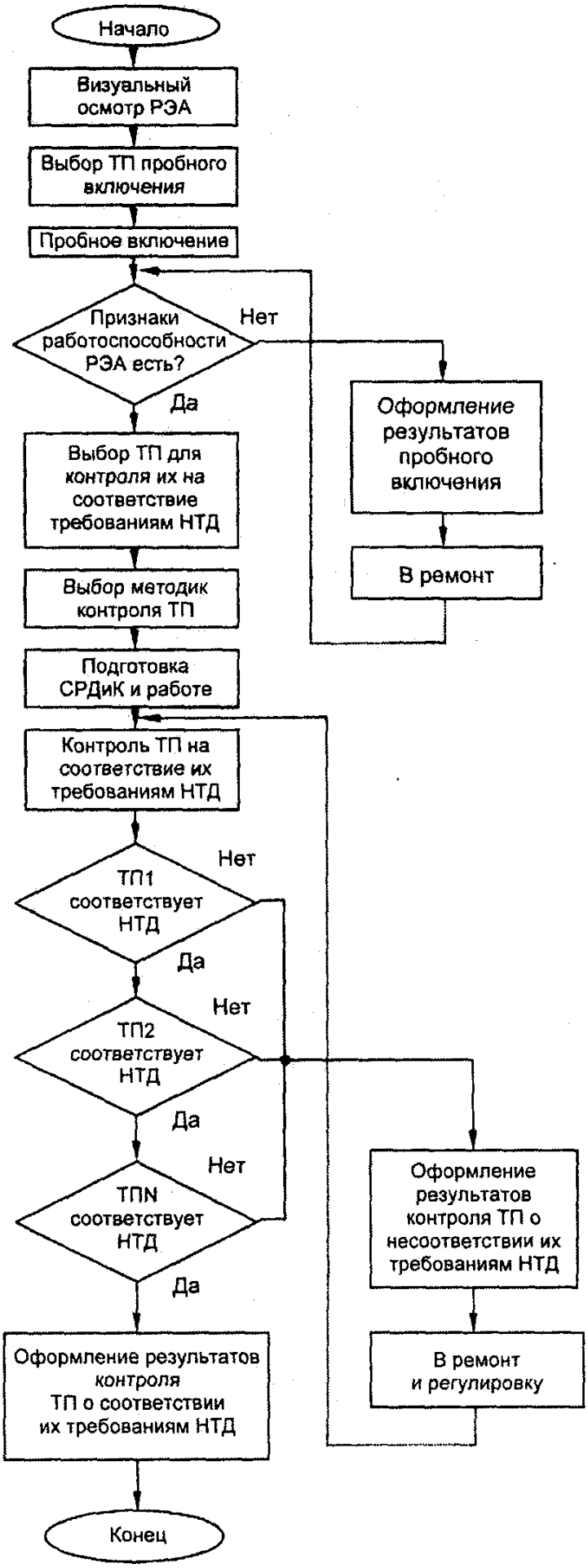
параметры, не несущие запаса энергии (чувствительность, входные и выходные сопротивления, коэффициент шума, коэффициент нелинейных искажений и т.д.);

параметры передаточных и переходных функций и т.д.

Каждый тип РЭА характеризуется определенным множеством параметров, однако, среди множества параметров всегда имеется подмножество параметров (y_1,y_2, $y_п$), которые определяют работоспособность РЭА в целом. Такие параметры называются определяющими. Часто определяющие параметры непосредственно измерить невозможно. Поэтому для их определения осуществляют контроль вспомогательных параметров ($x_,$, x_2.....$x_п$), которые связаны с первыми вполне определенными зависимостями $y_i = f_i(x_i)$.

По степени обобщения информации о техническом состоянии диагностируемой аппаратуры параметры подразделяют на следующие группы:

первичные - параметры электрорадиоэлементов диагностируемой аппаратуры. Они имеют самую низкую степень обобщения;
вторичные - параметры выходных функций диагностируемой аппаратуры. Они имеют самую высокую степень обобщения информации о структуре и работоспособности аппаратуры. Вторичные параметры - это определяющие параметры;
промежуточные - параметры, определяющие связи между вторичными и первичными параметрами.
Все контрольные параметры описываются следующими свойствами:
номинальным значением;
номинальным значением допусков (границ);
зависимостью значений от внешних условий;
требуемой точностью измерения;
функциональными зависимостями (формулы для вычисления значений параметров по результатам измерений косвенных величин).
Следует учитывать, что параметры РЭА в общем случае являются случайными величинами, так как зависят от многих факторов, имеющих случайный характер, например, от неточности соблюдения технологии производства, изменения условий эксплуатации, старения аппаратуры и т.д.
Количество контролируемых параметров определяется задачами технической диагностики РЭА. Работоспособность бытовой РЭА характеризуется несколькими определенными показателями, по которым оценивается возможность ее дальнейшей эксплуатации.
Наибольшее применение нашел метод статистической оптимизации по критерию максимальной вероятности отказа параметра из совокупности контролируемых параметров диагностируемой РЭА. Этот метод позволяет оптимизировать количество проверяемых параметров и установить очередность их контроля. В соответствии с ним проводится анализ работы диагностируемой РЭА, на основе которого выбираются входные и выходные сигналы и определяется исходное количество параметров, подлежащих контролю. После этого производится расчет надежности элементов, узлов, каскадов и всего объекта диагностики в целом. Далее составляется физическая модель диагностируемого устройства. При этом элементы и узлы объединяются в отдельные группы, состояние которых характеризуется одним параметром с определенной степенью обобщения. Если состояние какого-либо узла характеризуется несколькими параметрами, то он условно делится на несколько групп элементов и каскадов по числу характеризующих параметров. Очередность контроля параметров устанавливается, начиная с максимального значения вероятности отказа в порядке убывания.
Последовательность контроля параметров диагностируемой аппаратуры имеет особенно большое значение при разработке автоматизированных диагностических устройств и систем. При этом она определяет объем программы технического диагностирования, а также сложность программно-управляющих и коммутирующих устройств.
Каждый технический параметр У имеет допуск на его номинальное значение.



Допусками δ называют максимально допустимые отклонения параметров от номинальных значений, при которых не нарушается работоспособность РЭА:

$Y=y_n \pm \delta$

где y_n - номинальное значение параметра.

Допуски на параметры РЭА подразделяют на производственные и эксплуатационные. Производственными допусками называют пределы изменения параметров при производстве РЭА, ограниченные максимально допустимыми отклонениями их от номиналов, обеспечивающими работоспособность РЭА при ее эксплуатации. Эти допуски определяют точность соблюдения процесса производства, технологии сборки, правил регулировки, а также точность СРДиК. Введение производственных допусков вызвано производственными погрешностями, под которыми понимают различного рода отклонения параметров от номинальных значений, приведенных в НТД. Производственные погрешности являются следствием

нестабильности технологических процессов изготовления РЭА, процессов сборки, монтажа, регулировки и т.д.
Для большинства технологических процессов производственные погрешности параметров элементов (модулей, блоков и узлов) имеют нормальный закон распределения. Погрешности параметров, возникающие в результате действия дестабилизирующих факторов (температуры, влажности и др.), также подчинены этому закону, поэтому нормальное распределение можно считать основным при расчете производственных допусков. Заметим, что производственные допуски параметров всегда должны быть больше производственных погрешностей.
Эксплуатационными допусками называют пределы изменения параметров в процессе эксплуатации, ограниченные максимально допустимыми отклонениями их от номиналов, при которых сохраняется работоспособность РЭА. От величин эксплуатационных допусков существенно зависят правила регулировки, технического обслуживания, а также требования к точности используемых СРДиК.
Эксплуатационные допуски включают в себя температурные допуски и допуски на старение.
Температурный допуск характеризует пределы изменения параметра при заданном перепаде температур. Это изменение можно описать следующим образом:

2.3. Критерии выбора совокупности технических параметров

Выбор технических параметров бытовой РЭА для решения диагностических задач определяется рядом критериев, основными из которых являются:
целевая функция диагностирования РЭА;
задаваемый набор СРДиК;
время диагностирования;
стоимость СРДиК;
стоимость проведения диагностирования.
Необходимо отметить, что выбор ТП для контроля работоспособности РЭА осуществляется на двух стадиях:
на стадии проектирования, когда определяются цели и задачи применения проектируемой РЭА, а также методы и средства ее технического обслуживания;
на стадии технической эксплуатации РЭА.
Следует подчеркнуть, что чем правильнее будет поставлена задача диагностирования РЭА на стадии проектирования, тем полнее будут реализованы возможности диагностирования РЭА при ее эксплуатации.
Примером использования критерия целевой функции может служить процесс технической диагностики телевизионных приемников, используемых для выполнения двух разных задач: непосредственно для приема вещательного телевидения и в качестве мониторов для просмотра неподвижных изображений, передаваемых телевизионной камерой.
Для определения технического состояния исправности вещательных телевизионных приемников необходимо произвести контроль всех ТП. На

практике в большинстве случаев определяют техническое состояние работоспособности РЭА, т.е. выбирают из всех параметров только основные в соответствии с целевой функцией использования.
Для определения же работоспособности телевизионных приемников в качестве мониторов нет необходимости осуществлять проверку, например, чувствительности, ограниченной шумами, чувствительности, ограниченной синхронизацией, так как радиотракты при этом не используются, номинальной выходной мощности и коэффициента гармоник канала звукового сопровождения.
Проведению контроля работоспособности аппаратуры всегда предшествует проверка ее работоспособности по принципу «да/нет». Например, при пробном включении телевизионного приемника состояние «да» включает в себя следующее: изображение и звук есть. Состояние «нет» означает, на-

Таблица 2.1. **Радиовещательные диапазоны**

Диапазон волн	Диапазон частот, МГц	Длины волн, м
ДВ	0,1485...0,2835	2020,2...1058,2
LW	0,144...0,29	2083,3...1034,5
СВ	0,5265...1,6065	569,8...186,7
MW	0,522...1,71	574,7...175,4
КВ	3,95...26,1	75,9...11,5
SW	3,8...17,9	78,9...16,8
УКВ1	65,8...74,0	4,56...4,05
УКВ2	100,0...108,0	3,0...2,78
FM	87,5...108	3,43...2,78

пример, что растр имеется, изображение и звук отсутствуют. Это указывает на наличие неисправности в РЭА. С другой стороны, наличие изображения и звука в телевизионном приемнике еще не говорит о том, что он работоспособен. Для этого необходимо произвести контроль ТП РЭА на соответствие их требованиям НТД.
Следующим критерием выбора совокупности ТП является задаваемый набор СРДиК, включающий различную контрольно-измерительную аппаратуру общего применения и специальную диагностическую аппаратуру. Перечень СРДиК, используемых для проведения диагностирования бытовой РЭА, приводится в НТД (ГОСТы, ОСТы, ТУ) на эту РЭА. Использование СРДиК, которые отличаются от тех, которые регламентируются требованиями НТД, может привести к погрешностям измерений, что может сказаться на оценке результатов НТП диагностируемой РЭА.
И наконец, третьим обобщенным критерием выбора совокупности ТП является затратный критерий, включающий время диагностирования, стоимость СРДиК и стоимость проведения самого процесса диагностирования

РЭА. В качестве примера можно заметить, что для телевизионных приемников такие параметры, как яркость, контрастность, цветовая насыщенность, можно успешно проконтролировать визуально без применения каких-либо специальных СРДиК, что значительно снижает время и стоимость процесса диагностирования.

2.4. Техническая диагностика изделий современной бытовой РЭА

В данном разделе рассмотрены технические параметры, схемы и методики технической диагностики конкретных изделий современной бытовой радиоэлектронной аппаратуры.

2.4.1. Техническая диагностика радиоприемных устройств

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАДИОВЕЩАТЕЛЬНЫХ ПРИЕМНИКОВ

В технической документации, прилагаемой к бытовым радиоприемным устройствам, задаются параметры, характеризующие качество их работы и технические возможности. Основными из них являются границы частотных диапазонов тюнера, чувствительность, селективность (избирательность) и степень искажений сигналов. Рассмотрим подробнее эти и другие показатели.

Границы частотных диапазонов тюнера

Бытовые радиовещательные приемники служат для приема и обработки сигналов в частотных диапазонах длинных (ДВ), средних (СВ), коротких (КВ) и ультракоротких (УКВ) волн. Обозначения зарубежных радиовещательных диапазонов соответствуют прямому переводу этих названий: LW (long wave - длинные волны), MW (middle wave - средние волны) и SW (short wave - короткие волны). Частотные границы этих диапазонов в различных странах несколько отличаются друг от друга. В табл. 2.1 приведены параметры, соответствующие российскому стандарту ГОСТ 5651-89, а также предельные значения частотных границ, упоминаемые в технической документации на радиоприемники зарубежного производства. Как следует из приведенных данных, основное отличие зарубежных радиоприемников заключается в других параметрах диапазона ультракоротких волн. Он имеет частотные границы 87,5...108 МГц и обозначается аббревиатурой FM (frequency modulation - частотная модуляция). В последнее время в этом частотном промежутке начали работать и российские радиовещательные станции, что позволяет использовать зарубежные модели УКВ радиоприемников в нашей стране. Кроме того, некоторые фирмы-производители аудиотехники, учитывая потребности восточноевропейского и российского рынков, вводят в своих аппаратах так называемый расширенный FM диапазон, охватывающий оба указанных участка частот. Часто также встречается дополнительное дробление FM диапазона на несколько поддиапазонов, обозначаемых как FM1, FM2, FM3 и т. п. Диапазон коротких волн обычно разбивается на ряд поддиапазонов по 200...500 кГц в каждом. Это связано с тем, что здесь радиовещательные станции размещены не равномерно по частоте, а сосредоточены в некоторых участках наилучшего распространения радиоволн. Границы таких поддиапа-

зонов, называемых по округленному значению длины волны в метрах, приведены в табл. 2.2.
Российским стандартом допускается также разбиение диапазона СВ на два поддиапазона.
Наличие тех или иных диапазонов рабочих частот в какой-либо модели радиоприемника определяется его назначением и классом сложности. Так, переносные малогабаритные аппараты часто имеют лишь возможность приема радиосигналов на длинных и средних волнах. Коротковолновый диапазон в последнее время встречается довольно редко, что связано с невысоким качеством приема в этой области частот. В зарубежных радиоприемниках его вводят обычно в модификациях «tourist», предназначенных для использования в местах, значительно удаленных от передающих станций. Модели высокого класса практически всегда комплектуются трактом приема УКВ или FM. Это связано с тем, что в этом диапазоне, в отличие от всех предыдущих, предусмотрена, возможность качественного прослушивания стереофонических программ.
Иногда значение чувствительности указывается в относительных единицах дБ/мкВ (дБ/мВ). Для пересчета такой величины в микровольты можно использовать простую формулу:
U_{min} (мкВ) = (1 мкВ) $10^{Umin(дБмкВ)/20}$.
Это означает, что величину 1 мкВ (1мВ) нужно увеличить в число раз, соответствующее значению, указанному в децибелах, например, чувствительность 6 дБ/мкВ эквивалентна 2 мкВ.
Современные бытовые радиоприемники обладают весьма высокой чувствительностью. Так, в УКВ и FM диапазонах ее величина может достигать величины, меньшей 1 мкВ. В остальных диапазонах чувствительность хуже. Это обусловлено тем, что в них более высокий уровень внешних шумов и нет смысла развивать высокое усиление радиоприемного тракта.
Избирательность радиоприемника
Избирательность (селективность) радиоприемника характеризует его способность выделять полезный сигнал из множества других сигналов, одновременно поступающих на вход приемника и считающихся в данном случае помехами. Основная избирательность осуществляется по частоте, благодаря различию частот сигнала и помех, но имеются и другие виды избирательности, например, пространственная. В этом случае отстройка от мешающего действия помех производится антеннами с узкими диаграммами направленности.
Количественной мерой избирательности служит такая относительная интенсивность мешающих сигналов, при которой их влияние на чувствительность и качество воспроизведения фонограмм становится меньше допустимого предела. Обычно в технической документации значение избирательности приводят в децибелах.

Для радиовещательных приемников нормируется избирательность по побочным каналам приема, к которым относятся соседний, зеркальный каналы и канал промежуточной частоты.
Избирательность по соседнему каналу в диапазонах ДВ (LW), СВ (MW) и КВ (SW) оценивается ухудшением чувствительности приемника на частоте, отличающейся от частоты настройки основного (полезного) канала на ±9 кГц или ±10 кГц, в зависимости от используемого шага сетки частот. Для диапазона УКВ эта расстройка составляет ±120 кГц или ±180 кГц.
Избирательность по зеркальному каналу характеризует ослабление радиоприемником мешающего сигнала, отстоящего от принимаемого сигнала по частоте в сторону частоты гетеродина на величину, равную удвоенному значению промежуточной частоты.
Избирательность по каналу промежуточной частоты характеризует ослабление радиоприемником мешающего сигнала, частота которого равна промежуточной частоте испытуемого тракта. В радиовещании значения промежуточных частот стандартизованы в ГОСТ 5651-89 и выбираются из ряда: 76 ± 6 кГц, 465 ± 2 кГц, 1,84 ± 0,008 МГц, 2,9 ± 0,01 МГц, 10,7 ± 0,1 МГц, 24,975 ±0,1 МГц. Для тракта приема АМ-сигналов российских моделей приемников наиболее употребительной является величина 465 ± 2 кГц, а для тракта ЧМ-сигналов – 10,7±0,1 Мгц.
Искажения сигналов
Искажения сигналов определяют качество воспроизведения принимаемых сообщений. По своей природе они разделяются на линейные и нелинейные. Линейные искажения в основном определяются видом амплитудно-частотных характеристик каскадов, входящих в тракт обработки сигналов, а нелинейные искажения обусловлены нелинейностью вольтамперных характеристик активных элементов.
Амплитудно-частотная характеристика тракта (кривая верности) определяет эффективный диапазон частот радиоприемника и показывает зависимость напряжения сигнала на выходе приемника (или звукового давления, создаваемого его акустической системой) от частоты модуляции при постоянных значениях глубины модуляции и уровня несущей входного сигнала. Неравномерность амплитудно-частотной характеристики определяется как отношение наибольшего значения выходного напряжения (звукового давления) к наименьшему его значению в заданном диапазоне частот модуляции. По российским стандартам при несущих частотах ниже 250 кГц неравномерность АЧХ по звуковому давлению не должна превышать величины 18 дБ, а при частотах выше 250 кГц - величины 14 дБ относительно уровня сигнала на частоте модуляции 1000 Гц. Нормированное значение неравномерности АЧХ по электрическому напряжению для радиоприемных трактов диапазона УКВ составляет ±1,5 дБ относительно уровня сигнала на частоте модуляции 1000 Гц.
При нелинейных искажениях на выходе тракта появляются составляющие спектра частот, отсутствующие во входном сигнале. При этом может быть оценена величина коэффициента нелинейных искажений, как отношение

среднеквадратичной суммы заданных спектральных компонентов выходного сигнала, отсутствующих в спектре входного сигнала, к среднеквадратичной сумме заданных спектральных компонентов входного сигнала. При наличии на входе гармонического сигнала такой мерой является коэффициент гармоник.

Динамический диапазон

Динамический диапазон приемника есть отношение максимально возможного сигнала на входе радиоприемника, при котором еще обеспечивается удовлетворительный прием, к его чувствительности.

В табл. 2.3 приведены значения основных технических параметров стационарных, переносных и носимых радиоприемников и тюнеров различных групп сложности в соответствии с ГОСТ 5651-89. (Формулировка «Определяется ТУ» означает, что данный параметр задается техническими условиями на аппарат конкретного типа.)

Значения основных технических параметров автомобильных радиоприемников различных групп сложности в соответствии с ГОСТ 17692-89 приведены в табл. 2.4.

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАДИОВЕЩАТЕЛЬНЫХ ПРИЕМНИКОВ

Для измерения технических параметров радиовещательных приемников необходимо наличие специальных контрольно-измерительных приборов, а также соблюдение стандартных методик.

Измерительные приборы и вспомогательные средства

Основными радиоизмерительными приборами и вспомогательными техническими средствами, необходимыми для регулировки параметров радиоприемных трактов являются:

высокочастотный генератор с амплитудной модуляцией (выходное сопротивление 50 или 75 Ом);

высокочастотный генератор с частотной модуляцией (выходное сопротивление 50 или 75 Ом);

генератор звуковой частоты с рабочим диапазоном не менее 20...20000 Гц и выходным сопротивлением 600 Ом;

генератор шума с неравномерностью спектральной плотности мощности шума не более ±1 дБ;

измеритель девиации частоты ЧМ-сигналов и коэффициента амплитудной модуляции АМ-сигналов;

анализатор спектра;

осциллограф с полосой частот не менее 1 МГц;

частотомер;

измеритель нелинейных искажений;

электронный вольтметр переменного тока с погрешностью не более ±2,5%;

электронный вольтметр постоянного тока с погрешностью не более ±0,5%;

аттенюатор;

стереофонический модулятор по системе стереофонического вещания с полярной модуляцией;

стереофонический модулятор по системе стереофонического вещания с пилот-тоном;
цепь предыскажений;
полосовые и режекторные фильтры;
источник питания постоянного тока;
эквиваленты низкочастотной нагрузки (или динамические головки);
эквиваленты антенн.

Достоверность получаемых при регулировке результатов во многом зависит от условий, в которых она проводится, а также от класса точности и соответствия параметров измерительных приборов паспортным техническим характеристикам. Поэтому вначале необходимо убедиться в том, что используемые приборы являются технически исправными и поверенными.

Следует учитывать, что при измерениях в трактах радио- и промежуточной частоты уровни сигналов часто столь малы, что соизмеримы с уровнями внешних помех. Это предъявляет повышенные требования к помещениям, где проводятся работы. При необходимости устанавливаются заземленные экраны, прекращается работа других радиосредств и т.п. Экранирование соединительных проводов и заземление экранов необходимы также и в низкочастотных цепях для снижения уровня фона.

Многие параметры радиоприемного устройства взаимосвязаны друг с другом, и изменение одного из них влечет соответствующее изменение другого. В связи с этим часто рекомендуется проводить регулировки или измерения при стандартных значениях сопутствующих параметров, например, на определенной частоте или при определенной стандартной выходной мощности P_Cm (или напряжении) сигнала звуковой частоты. Также стандартизованы и параметры входных измерительных сигналов: несущая частота, частота и глубина модуляции, девиация частоты, параметры комплексного стереосигнала.

Стандартный испытательный сигнал имеет следующие параметры модуляции: коэффициент АМ (индекс ЧМ) - 30 %, частота модуляции - 1000 Гц. В качестве первых дополнительных значений приняты величины: коэффициент АМ - 80 %, индекс ЧМ - 100 %, частота модуляции - 400 Гц. Напряженность электромагнитного поля в точке приема для аппаратов с магнитными антеннами стандартизована ГОСТ 9783-88 и составляет 74 дБ (мкВ/м). При значительном отличии величины этого параметра, указанной в нормативно-технической документации на конкретный радиоприемник, можно использовать среднее значение динамического диапазона входного ВЧ-сигнала.

В диапазонах ДВ, СВ и КВ источником сигнала является генератор высокой частоты с амплитудной модуляцией. Частоты измерений выбирают из предпочтительного ряда по ГОСТ 12090-80. Если радиоприемник имеет ограниченный диапазон настройки, то измерения проводят на границах диапазона (или вблизи их), а также на одной или нескольких частотах в середине диапазона. В диапазоне КВ частоты для измерений выбирают из ряда: 6,1; 7,2; 9,6; 11,8; 15,3; 17,8; 21,6; 25,8 МГц.

В диапазоне УКВ частоты для измерений выбирают из ряда: (66), 67, (69), 71, (73), (88), 90, 92, (94), 96, (98), (100), 104, (108) МГц. Указанные в скобках значения являются предпочтительными.
Частота для измерений в диапазоне 65,8...74,0 МГц должна быть 69 МГц, в диапазоне 76... 90 МГц- 83 МГц, в диапазоне частот 87,5... 104,0 МГц-94 МГц, в диапазоне частот 87,5... 108,0 МГц-98 МГц,
В диапазоне УКВ (FM) источником сигнала является генератор высокой частоты с частотной модуляцией. При этом рекомендуются следующие параметры модуляции для режимов:
для режима «Моно» российского стандарта - частота модуляции 1 кГц, девиация частоты ±15 кГц или ±22,5 кГц;
для режима «Стерео» российского стандарта - частота модуляции 1 кГц, девиация частоты ±22 кГц или ±27,75 кГц, частота поднесущей 31,25 кГц;
для режима «Моно» зарубежного стандарта - частота модуляции 400 Гц, девиация частоты 22,5 кГц, пилот-сигнал отключен;
для режима «Стерео» зарубежного стандарта - частота модуляции 1 кГц, девиация частоты 67,5 кГц, частота пилот-сигнала 19 кГц.
Низкочастотное напряжение для частотной модуляции сигнала ВЧ генератора должно подаваться через дифференцирующую цепь (рис. 2.4) с постоянной времени 50 (или 75) мкс для того, чтобы ввести в сигнал предискажения, эквивалентные предискажениям, используемым в реальных радиовещательных передатчиках.

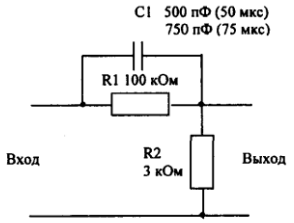


Рис. 2.4. Принципиальная схема цепи предыскажений

Рис. 2.5. Схема подачи сигнала через эквивалент антенны

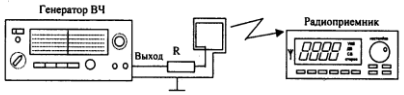


Рис. 2.6. Схема подачи сигнала через рамочную антенну

Для подачи сигнала от того или иного генератора на вход высокочастотного тракта радиоприемника используются два основных метода:
1. Если в приемнике имеется вход для подключения наружной антенны, то сигнал подается по коаксиальному кабелю через согласующее звено - эквивалент антенны (рис. 2.5).
2. При наличии в приемнике магнитной антенны на ферритовом стержне необходимо изготовить излучающую рамочную антенну. Она состоит из трех витков медного изолированного провода диаметром 0,8 мм. Витки помещаются в медную трубку диаметром 10... 12 мм, которая согнута в виде кольца со средним диаметром 250 мм и имеет зазор 5... 10 мм в вершине кольца. Индуктивность экранированной рамочной антенны составляет 7,5 мкГн. Схема подключения антенны к генератору приведена на рис. 2.6. Длина соединительного коаксиального кабеля должна быть не менее 1,2 м.

Сопротивление резистора R у основания рамочной антенны должно удовлетворять условию: $R + R_{вых} = 409$ Ом ,
где $R_{вых}$ - выходное сопротивление генератора высокой частоты.
Следует помнить, что диаграмма направленности рамочной антенны имеет максимумы в направлениях, перпендикулярных плоскости рамки.
Схема эквивалента антенны для диапазонов LW(flB), MW(CB) и SW(KB) представлена на рис. 2.7,а. Для автомобильных магнитол этих диапазонов рекомендуется несколько иная схема (рис. 2.7,6).

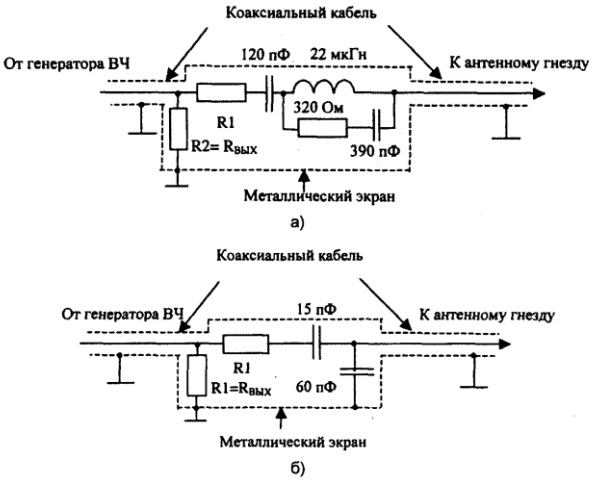


Рис. 2.7. Схемы эквивалентов антенны для диапазонов LW(ДВ), MW(CB) и SW(KB)

Таблица 2.5. **Значения элементов для схемы эквивалента штыревой антенны**

Диапазон частот, МГц	Наибольший габаритный размер корпуса радиоприемника, мм	L1, мкГн	C1, пФ	R1, Ом		R2, Ом	
				$R_{вых}$=75 Ом	$R_{вых}$=50 Ом	$R_{вых}$=75 Ом	$R_{вых}$=50 Ом
65,8...74,0	220...270	0,34	5,8	59	33	16	17
65,8...74,0	270...330	0,5	6,0	50	20	25	30
65,8...74,0	Свыше 330	0,78	5,4	28	–	47	50
87,5...108,0	220...330	0,25	8,2	25	–	50	50

Сопротивление резистора R1 определяется по формуле R1 = 80 (Ом)- $R_{вых}$ /2.
Схема эквивалента штыревой антенны для измерения параметров радиоприемников в YKB(FM) диапазоне 65,8... 108 МГц показана на рис. 2.8.
Значения элементов указаны в табл. 2.5.

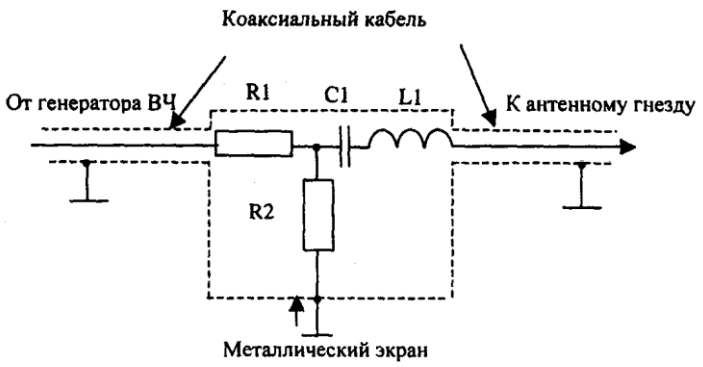


Рис. 2.8. Схема эквивалента штыревой антенны для диапазонов УКВ (FM)

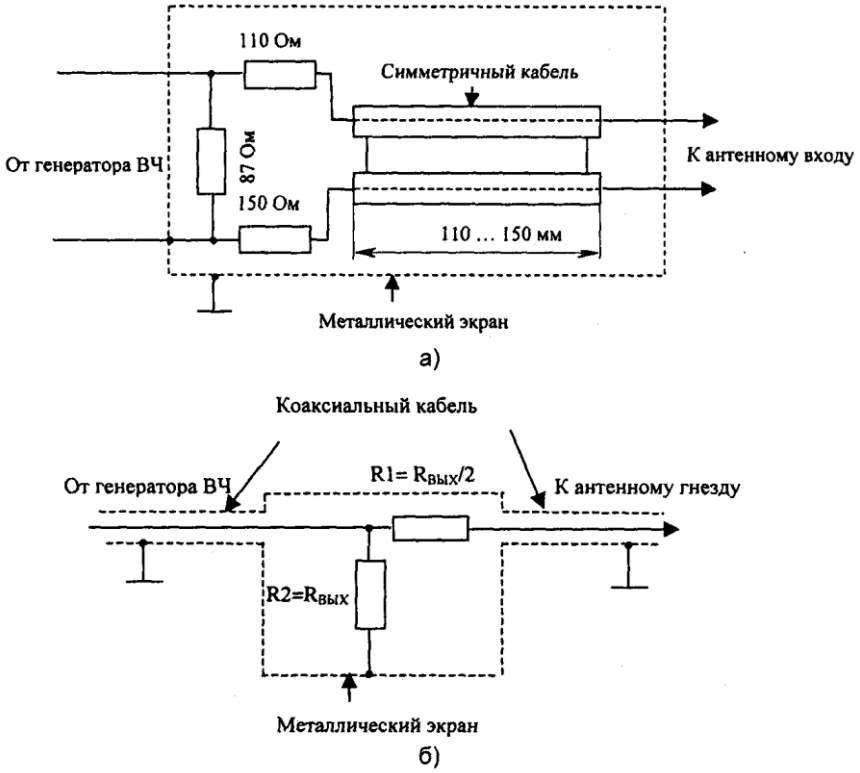


Рис. 2.9. Схемы эквивалентов антенны для диапазонов УКВ (FM)

Схема согласующего звена (рис. 2.9,а) пригодна для измерения параметров стационарных приемников диапазона УКВ (FM) с симметричным входом. При этом симметричный кабель должен иметь волновое сопротивление 300 Ом. Для несимметричного входа приемника диапазона УКВ (FM), а также для автомагнитол рекомендуется схема антенного эквивалента, приведенная на рис. 2.9,б.

ГОСТом 9783-88 регламентируются стандартные условия измерения параметров радиоприемников:

напряжение и частота источника питания имеют значения, равные номинальным (допускается отклонение напряжения не более ±2 % от номинального значения);

к выходным клеммам, предназначенным для громкоговорителя, подключают реальную нагрузку или эквивалент нагрузки - резистор с активным сопротивлением, равным номинальному значению электрического сопротивления нагрузки с допускаемым отклонением ±5 %;

к выходу тюнера подключают эквивалент входного сопротивления усилителя звуковой частоты, представляющий собой резистор сопротивлением 47 кОм +5 %;
радиоприемник настраивают на подаваемый сигнал;
регулятор громкости, при его наличии, устанавливают так, чтобы значения напряжения или мощности на низкочастотном выходе были на 10 дБ ниже номинальных значений. Допускается использовать другие значения напряжений и мощности, указанные в НТД;
предпочтительные значения напряжения - 500 мВ или мощности -1, 5, 50, 500 мВт на низкочастотном выходе;
для стереофонических радиоприемников на вход подают полный стереофонический сигнал, регулятор баланса или, при его отсутствии, регулятор громкости каждого канала устанавливают в положение, при котором выходные напряжения двух каналов равны;
регуляторы тембра устанавливают в положения, обеспечивающие получение наиболее равномерной частотной характеристики на частотах, указанных в НТД;
автоматическую подстройку частоты (АПЧ) при наличии выключателя отключают, за исключением случаев определения характеристик АПЧ;
отключение АПЧ для некоторых измерений при отсутствии выключателя осуществляют временным изменением схемы радиоприемника;
положение регулятора ширины полосы пропускания (при его наличии) должно быть указано в НТД;
если конкретный метод измерения предусматривает необходимость изменения в процессе измерений каких-либо условий на отличные от стандартных, то при этом остальные условия измерений должны оставаться стандартными;
при измерениях избирательности радиоприемников АМ и ЧМ-сигналов допускается уменьшать уровень входного сигнала до момента срабатывания АРУ для радиоприемников АМ-сигналов и до уровня ограничения 3 дБ - для радиоприемников ЧМ-сигналов, а также применять селективный вольтметр вместо электронного вольтметра переменного тока;
настройку радиоприемника проводят по индикатору настройки (при его наличии). Этот способ настройки является предпочтительным. При отсутствии индикатора настройку радиоприемника АМ-сигналов проводят на получение максимального выходного напряжения на низкочастотном выходе, избегая перегрузки низкочастотной части. Радиоприемник ЧМ-сигналов сначала настраивают, приблизительно, на сигнал и наблюдают с помощью осциллографа сигнал на низкочастотном выходе. Затем увеличивают девиацию частоты до тех пор, пока не появятся искажения сигнала. Затем радиоприемник настраивают на получение симметрично ограниченного сигнала на низкочастотном выходе, причем регулятор громкости (если таковой имеется) устанавливают так, чтобы не было перегрузки низкочастотной части радиоприемника. Допускается использовать иной способ настройки, оговариваемый в НТД;

при определении результатов измерений с использованием полосовых фильтров следует учитывать коэффициент передачи фильтра в полосе пропускания;
при измерении параметров тюнеров допускается подключать к его низкочастотному выходу измерительный усилитель звуковой частоты;
точность измерения определяется целями, для которых используют результаты измерения. Для большинства случаев является достаточным измерение электрических величин с погрешностью ±0,15 дБ;
при измерении параметров радиоприемников со встроенными телескопическими антеннами стандартный высокочастотный входной сигнал подают через эквивалент антенны, который подключают непосредственно к схеме радиоприемника, предварительно отключив телескопическую антенну. Если отключить антенну невозможно, то принимают меры к уменьшению ее влияния на результаты измерений, например полностью вдвигают телескопическую антенну;
если при измерениях предусмотрено использование цепи предыскажений, то допускается проводить измерения без цепи предыскажений с последующей коррекцией результатов измерений в соответствии с характеристикой цепи предыскажений.

МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАДИОВЕЩАТЕЛЬНЫХ ПРИЕМНИКОВ

Измерение потребления электроэнергии

1. Подключить измерительные приборы в соответствии с рис. 2.10 (вместо амперметра и вольтметра может быть использован ваттметр). Радиоприемник устанавливают в стандартные условия измерений, при этом подключение эквивалента нагрузки вместо громкоговорителя необязательно. Измерения проводят в диапазоне УКВ или, при его отсутствии, в диапазоне СВ. Режим бесшумной настройки и режим «стерео» (при наличии) должны быть включены.
2. Измеряют напряжение и ток (или мощность) в цепи питания радиоприемника при выключенном генераторе ВЧ.
3. Затем включают генератор ВЧ и подают на вход радиоприемника стандартный высокочастотный сигнал, при этом радиоприемник должен обеспечивать значение выходной мощности, равное 1/8 значения номинальной выходной мощности, если иное значение не указано в НТД. Измеряют напряжение и силу тока (или мощность) в цепи питания радиоприемника.

Измерение нестабильности настройки радиоприемника

Для определения способности компенсирования изменения рабочей частоты измерение нестабильности настройки радиоприемника проводят при включенной АПЧ. Схема подключения приборов показана на рис. 2.11.

Измерение нестабильности настройки при прогреве радиоприемника (изменение рабочей частоты во времени)

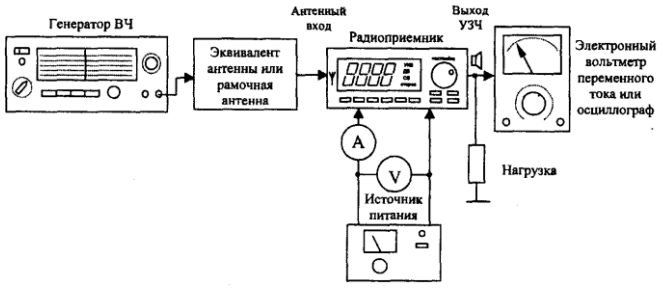


Рис. 2.10. Схема подключения приборов для измерения потребления электроэнергии

1. Установить стандартные условия измерений. Положения органов настройки и регулировки радиоприемника должны оставаться неизменными в процессе измерений.
2. Выключить радиоприемник и выдержать его не менее 4 ч, если иное время не указано в НТД, в нормальных климатических условиях.

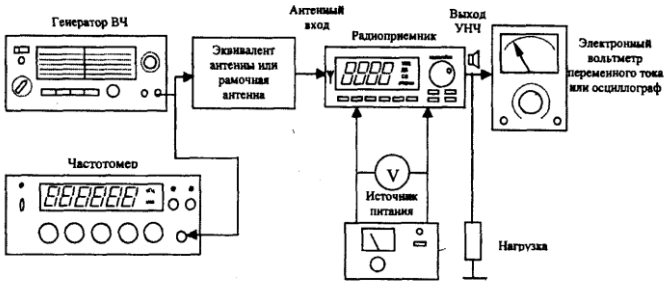


Рис. 2.11. Схема подключения приборов для измерения нестабильности настройки

Измерение нестабильности настройки
в зависимости от температуры окружающей среды

1. Радиоприемник устанавливают в стандартные условия измерений внутри термокамеры или термостата, объем которых должен быть не менее, чем в 30 раз больше объема радиоприемника. Метод измерения рабочей частоты радиоприемника изложен в первом пункте.
2. Первое измерение рабочей частоты радиоприемника проводят в стандартных условиях измерений (температура по ГОСТ 15150—69). Затем температуру в термокамере или термостате изменяют в пределах, указанных в НТД, и измеряют рабочую частоту при установившейся температуре радиоприемника.

За результат измерений принимают разность частот входного сигнала между первым и последующими измерениями. Результаты измерений представляют в виде таблицы или графика «температура - частота».

Измерение диапазона действия индикатора настройки

Схема подключения приборов показана на рис. 2.11.

Определяется минимальный и максимальный уровни входного сигнала радиоприемника, в пределах которых заметны изменения состояния индикатора настройки.

1. Установить стандартные условия измерений.

2. Изменить напряжение генератора от значения напряжения, соответствующего чувствительности, ограниченной усилением, одновременно расстраивая частоту генератора на заданное в НТД значение. При этом замечают минимальное значение напряжения, при котором изменяется состояние индикатора вследствие расстройки генератора, а также максимальное значение напряжения, при котором прекращается изменение состояния индикатора.

За результат измерений принимают минимальное и максимальное значения напряжения генератора, в пределах которых заметны изменения состояний индикатора.

Измерение характеристик настройки и АПЧ

Схема подключения приборов приведена на рис. 2.12.

Определяется зависимость уровня и параметров выходного сигнала радиоприемника от частоты входного сигнала при изменении ее в обе стороны от частоты точной настройки, а также значения частот, определяющих полосы удержания и захвата системы АПЧ. При измерении параметров радиоприемников ЧМ-сигналов используют цепь предыскажений (рис. 2.3).

1. Установить стандартные условия измерений.

2. Для измерения характеристики настройки систему АПЧ отключить. Частоту входного сигнала изменяют в обе стороны от частоты точной настройки и измеряют на низкочастотном выходе напряжение при каждом значении расстройки, указываемом в НТД. При других уровнях сигнала на входе, а также при работающей системе АПЧ измерения проводят аналогично.

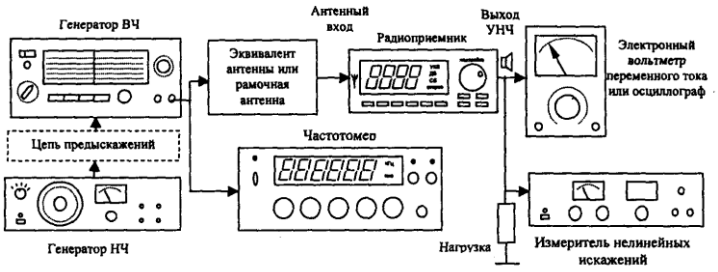


Рис. 2.12. Схема подключения приборов для измерения характеристик настройки и АПЧ

3. Для измерения характеристик АПЧ радиоприемника систему АПЧ включить.

4. Полосу удержания АПЧ определяют следующим образом:

частоту входного сигнала понижают от частоты точной настройки до момента, когда изменится величина общих гармонических искажений или напряжения сигнала на низкочастотном выходе на значение, указываемое в НТД;

затем повышают частоту входного сигнала от частоты точной настройки до момента, пока снова не произойдут указанные в НТД изменения. Разность полученных крайних частот равна полосе удержания.

5. Для определения крайних частот полосы захвата АПЧ необходимо сначала установить частоту входного сигнала, заведомо лежащую вне полосы удержания системы АПЧ, а затем изменять частоту, приближаясь к частоте точной настройки со стороны меньших и больших значений до указанных выше изменений параметров выходного сигнала или до скачкообразного изменения выходного напряжения.

За результаты измерений принимают зависимость напряжения на низкочастотном выходе радиоприемника от расстройки частоты входного сигнала, а также частоты, определяющие полосы удержания и захвата АПЧ.

Измерение рабочих характеристик системы автоматического поиска

Измеряется зависимость погрешности настройки приемника в режиме автоматического поиска радиостанции от уровня входного сигнала.

1. Установить стандартные условия измерений. На вход радиоприемника подать сигнал с несущей частотой, близкой к среднему значению исследуемого диапазона частот, с частотой модуляции 1000 Гц и коэффициентом модуляции 30 %.

2. Настроить вручную радиоприемник на данный сигнал.

3. Измерить частоту гетеродина *fro* , соответствующую данной рабочей частоте. Это значение используют как опорное для серии измерений. С помощью пусковой кнопки включают систему автоматического поиска, которая будет работать до тех пор, пока радиоприемник не окажется настроенным на сигнал. Измерить полученную частоту гетеродина f_{ri} .

4. Процедуру настройки на выбранную рабочую частоту с помощью системы автоматического поиска повторяют *N* раз (не менее 10), измеряя каждый раз значения частоты гетеродина f_{r},. Измерения повторяют при других значениях уровня сигнала, указываемых в НТД.

За результат измерения принимают зависимость погрешности настройки от уровня сигнала.

Измерение промежуточной частоты

Схема подключения приборов показана на рис. 2.11.

1. Установить стандартные условия измерений, при этом частоту входного сигнала для испытаний радиоприемников АМ-сигналов выбирают наивысшей для средневолнового диапазона, например 1605 кГц, для ЧМ-сигналов - начало диапазона. Затем напряжение входного сигнала уменьшают до значения чувствительности, ограниченной усилением.

2. Не изменяя положение регулятора настройки радиоприемника, генератор настраивают на промежуточную частоту радиоприемника по максимальному значению напряжения на низкочастотном выходе радиоприемника, при этом значение напряжения входного сигнала радиоприемника допускается увеличивать. Измеряют частотомером частоту генератора ВЧ.

За результат измерений принимают значение частоты генератора, выраженное в килогерцах (мегагерцах).

Измерение диапазона принимаемых частот

Схема подключения приборов показана на рис. 2.11.

1. Установить стандартные условия измерений.
2. Указатель частоты настройки радиоприемника поочередно устанавливать в крайние положения шкалы каждого диапазона частот. При этом частоту генератора ВЧ устанавливать каждый раз равной частоте настройки радиоприемника (по индикатору настройки или по максимуму сигнала на выходе).
3. Частотомером измерить значения частот генератора, соответствующие точной настройке.

За результат измерений принимают полученные значения частот, выраженные в килогерцах (мегагерцах).

1. Установить стандартные условия измерений. Подать на вход приемника измерительный сигнал со средней частотой диапазона, в котором определяется чувствительность, и с уровнем, равным номинальной чувствительности. 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 установить напряжение на выходе приемника, 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.
3. Выключить модуляцию входного сигнала и измерить напряжение шума на выходе приемника. Для более точных измерений чувствительности желательно измерять напряжение выходного сигнала через узкополосный фильтр, а напряжение шума - через широкополосный фильтр.
4. Включить модуляцию и регулировкой уровня 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. При этом показание регулятора выхода генератора является значением реальной чувствительности приемника.

Реальную чувствительность измеряют в трех или пяти точках каждого диапазона и выбирают максимальный результат.

Измерение чувствительности, ограниченной шумом (реальной чувствительности)

Схема подключения приборов показана на рис. 2.13.

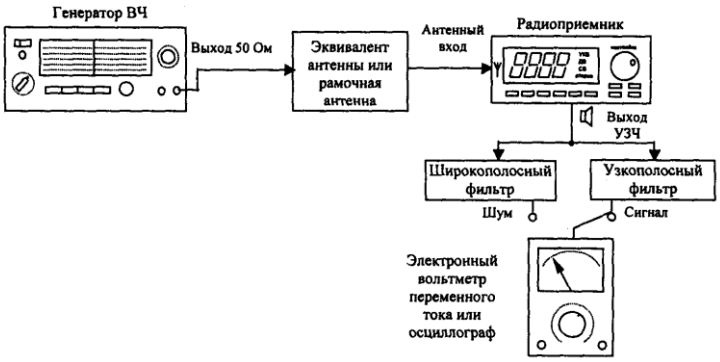


Рис. 2.13. Схема подключения приборов для измерения чувствительности

Измерение чувствительности, ограниченной усилением (максимальной чувствительности)

Схема подключения приборов показана на рис. 2.13

Методика измерения чувствительности, ограниченной усилением, ана-

логична методике измерения реальной чувствительности, но при этом регулятор громкости устанавливается в максимальное положение, а тембра -в минимальное положение. Отношение сигнал/шум на выходе должно быть не менее 3 дБ.

Измерение коэффициента шума (по ГОСТ 9783-88)

При этом определяется отношение напряжения шума на выходе радиоприемника, полученного в заданных условиях, к напряжению теплового шума на выходе от активной части полного выходного сопротивления источника сигнала. Схема подключения приборов показана на рис. 2.14.

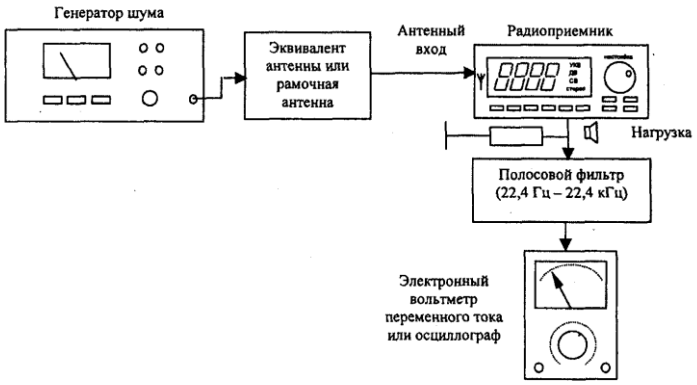


Рис. 2.14. Схема подключения приборов для измерения коэффициента шума

1. Установить стандартные условия измерений. Регулятор громкости радиоприемника (при его наличии) должен находиться в положении максимального усиления.
2. Регулятор уровня выходного сигнала генератора шума устанавливают в нулевое положение. Вольтметром измеряют напряжение шума на низкочастотном выходе радиоприемника. Уровень шума должен обеспечивать стандартную выходную мощность. В противном случае регулятор громкости устанавливают в положение меньшего усиления, обеспечивающее выполнение указанного выше условия.
3. Регулятором уровня выходного сигнала генератора шума увеличивают уровень шума на входе радиоприемника до тех пор, пока напряжение шума на низкочастотном выходе радиоприемника не увеличится на 3 дБ по отношению к ранее измеренному напряжению.

За результат измерения принимают значение коэффициента шума радиоприемника, определяемое по показанию индикатора, либо аттенюатора генератора шума.

Измерение избирательности по соседнему, зеркальному каналу и каналу промежуточной частоты

Схема подключения приборов показана на рис. 2.11.

1. Установить стандартные условия измерений. 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) для российского стандарта. Для зарубежных моделей значение частоты может быть выбрано из середины их рабочих диапазонов частот. Установить параметры модуляции для режима «моно», т.е. для диапазонов ДВ, СВ, КВ - частоту модуляции 1000 Гц (или 400 Гц), глубину модуляции 30 %; для диапазона УКВ - частоту модуляции 1 кГц (или 400 Гц), девиацию частоты 15 кГц (или 22,5 кГц, пилот-сигнал отключить).

2. 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 сигнала звуковой частоты.
3. Перестроить высокочастотный генератор на частоту соседнего, зеркального канала или канала промежуточной частоты, в зависимости от того, какое измерение производится. Напомним, что частота соседнего канала в АМ диапазонах отстоит от основной на ±9 кГц (в некоторых стандартах ±10 кГц), для диапазона УКВ эта расстройка составляет ±120 кГц или ±180 кГц, а частота зеркального канала отстоит от основного канала на удвоенную промежуточную частоту 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 являются отношения напряжений генератора при настройках на частоты оцениваемых каналов к номинальной чувствительности, выраженные в децибелах.

Проверка действия системы АРУ

Эта проверка обычно выполняется в середине диапазона СВ. Регуляторы тембра следует установить в положение минимального усиления. Подключить измерительные приборы в соответствии с рис. 2.7.
1. На вход приемника подать АМ-сигнал с частотой 1 МГц, уровнем 5 мВ и стандартными параметрами модуляции. Настроить приемник на несущую частоту этого сигнала. Регулятором громкости добиться стандартной выходной мощности сигнала звуковой частоты.
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 выражается в децибелах.

Измерение сквозной амплитудно-частотной характеристики приемника (кривой верности)

Оценка сквозной АЧХ приемника проводится во всех диапазонах на измерительных частотах. Подключить измерительные приборы в соответствии с рис. 2.15. Уровень высокочастотного сигнала генератора в диапазонах ДВ и СВ устанавливается равным 1 мВ, в диапазоне УКВ - 1 мкВ. В диапазоне УКВ при формировании ЧМ-сигнала низкочастотное модулирующее напряжение следует подавать через цепь предыскажений (см. рис. 2.4) для введения стандартных предыскажений сигнала.
1. Установить частоту модуляции АМ- или ЧМ-сигнала, равную 1000 Гц. Настроить приемник на сигнал по максимуму выходного напряжения.

Регулятором громкости установить такое значение выходного напряжения, при котором обеспечивается стандартная мощность выходного сигнала.

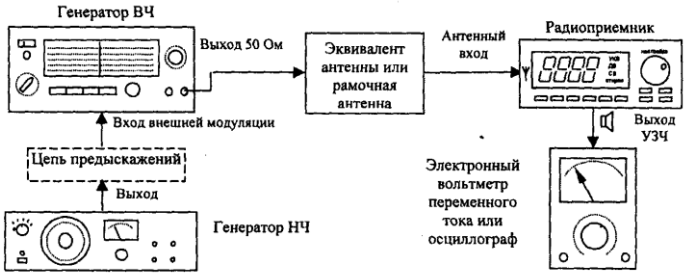


Рис. 2.15. Схема подключения приборов для измерения кривой верности

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).

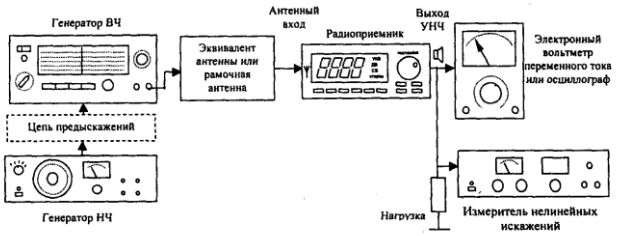


Рис. 2.16. Схема подключения приборов для измерения общих гармонических искажений

Измерение общих гармонических искажений всего тракта радиоприемника

1. Установить стандартные условия измерений. Подать на вход приемника от генератора ВЧ-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) для российского стандарта. Для зарубежных моделей значение частоты может быть выбрано из середины их рабочих диапазонов частот. Установить параметры модуляции для режима «Моно», т.е. для диапазонов ДВ, СВ, КВ - частоту модуляции 1000 Гц (или 400 Гц), глубину модуляции 30 %; для диапазона УКВ - частоту модуляции 1 кГц (или 400 Гц), девиацию частоты 15 кГц (или 22,5 кГц, пилот-сигнал отключить).
2. 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 сигнала звуковой частоты.
3. Измерить значение общих гармонических искажений.

Следует помнить, что измерения действительны только для частот модуляции, основные гармоники которых находятся в пределах полосы пропускания низкочастотной части радиоприемника.

1. Подключить измерительные приборы в соответствии с рис. 2.17.

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», но только в одном (например, правом) стереоканале. В другом канале модуляцию отключить. Настроить приемник 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, и является мерой степени разделения стереоканалов.
4. Повторить измерения при подаче на вход приемника сигнала с модуляцией в другом (левом) стереоканале.

Измерение порога срабатывания схемы индикации режима «Стерео»

Данная проверка позволяет оценить пороговое напряжение компаратора схемы индикации режима «Стерео» диапазона УКВ (FM). Для измерений можно использовать схему, приведенную на рис. 2.17, но без подключения электронного вольтметра в выходу УЗЧ.

1. 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». Настроить тюнер на частоту сигнала.
2. Уменьшить выходное напряжение ВЧ-генератора в 10 раз. Не изменяя настроек приборов и приемника, увеличивать уровень выхода генератора до момента срабатывания индикатора «Стерео».

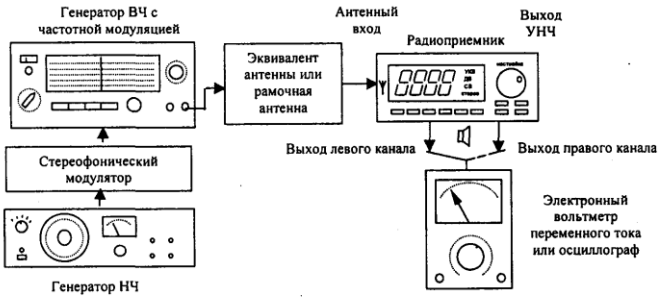


Рис. 2.17. Схема подключения приборов для измерения степени разделения стереоканалов

2.4.2. Техническая диагностика магнитофонов

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МАГНИТОФОНОВ

Рассмотрим основные технические характеристики магнитофонов, кс торые влияют на качество записи и воспроизведения аудиосигналов. Такс выми являются эффективный диапазон частот, степень искажений СИГНЭЛОЕ отношение сигнал/шум в трактах записи/воспроизведения, динамически диапазон и скорость движения ленты. Рассмотрим подробнее эти показатели

Эффективный диапазон частот

Эффективный диапазон частот определяется видом сквозной амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) тракта записи/воспроизведения ил только тракта воспроизведения для плееров и автомобильных аппаратов Чтобы

исключить влияние низкочастотного усилителя измерения АЧХ осуществляют на линейном выходе магнитофона. Магнитофоны высшего класс имеют эффективный диапазон от нижней частоты F_H до верхней частоты F не хуже, чем 31,5... 18000 Гц, а среднего класса - 63... 10000 Гц. В указанны пределах амплитудно-частотная характеристика должна иметь минимальную неравномерность, границы которой указаны на рис. 2.18 (для бытовых магнитофонов) и на рис. 2.19 (для автомобильных магнитофонов).

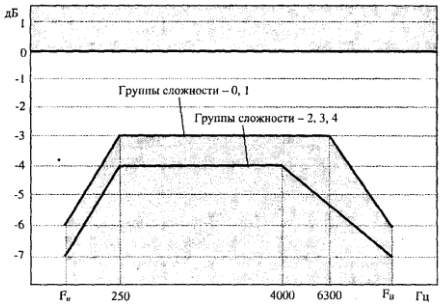


Рис. 2.18. Допускаемая неравномерность АЧХ каналов воспроизведения и записи/воспроизведения для бытовых магнитофонов

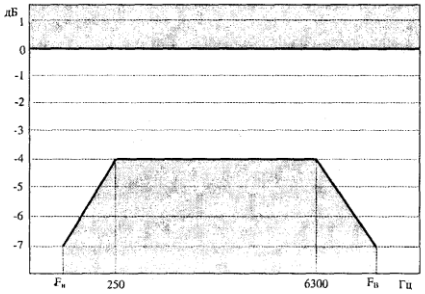


Рис. 2.19. Допускаемая неравномерность АЧХ каналов воспроизведения для автомобильных магнитофонов

Эффективный диапазон частот нормируется в зависимости от типа используемой магнитной ленты и скорости ее движения.

На вид сквозной АЧХ влияют многие факторы. В первую очередь, это характеристики усилителей записи и воспроизведения. Снижение уровня воспроизведения высоких частот (частотные потери) зависит также от скорости движения магнитной ленты, ширины рабочего зазора воспроизводящей головки и углового положения линии этого зазора относительно ленты. К такому же эффекту приводит неплотный контакт магнитной ленты с рабочей поверхностью воспроизводящей головки (контактные потери) из-за дефектов лентопротяжного механизма, качества самой ленты, загрязнения и т. п.

Скорость движения ленты

Для бытовых кассетных магнитофонов номинальная скорость движения ленты составляет 4,76 см/с, дополнительная - 2,38 см/с; для катушечных магнитофонов номинальная скорость - 19,05 см/с, дополнительные - 38,1 и 9,53 см/с, для диктофонов - 1,2 и 2,4 см/с. Отклонение этого параметра от номинального значения ощущается на слух как изменение тональности звучания фонограммы. При периодических изменениях скорости возникает «плавание» звука. Если отклонение постоянно, а запись и воспроизведение осуществляются на одном и том же аппарате, то слушатель не сможет ощутить этот недостаток. Для обеспечения совместимости при использовании магнитных записей отклонение скорости движения ленты регламентируется стандартами в зависимости от класса магнитофона. Нормы по ГОСТ 24863-87 и ГОСТ 24796-87 приведены в табл. 2.6 и 2.7.

Колебания скорости движения магнитной ленты, определяемые качеством работы лентопротяжного механизма, вызывают частотную модуляцию

воспроизводимого сигнала. При этом возникают искажения, называемые детонацией. В зависимости от характера колебаний скорости ленты детонация по-разному ощущается на слух: «плавание» звука, дрожание, хриплость звучания, дополнительные тоны. Для оценки этого явления используют параметр, называемый коэффициентом детонации, который выражается в процентах и показывает отношение амплитуды колебаний скорости к ее среднему значению. Для измерения коэффициента детонации используются специальные приборы. Допустимый коэффициент детонации для каждого класса магнитофона определяется стандартами. Наименьшим коэффициентом детонации ±0,08 % обладают магнитофоны высшего класса, у магнитофонов массового производства норма менее жесткая и составляет ±0,35% и более.

Регламентируется также время полной перемотки магнитной ленты в кассете в любом направлении. Максимальное значение этого параметра не должно превышать 0,1 от продолжительности воспроизведения полной кассеты в одну сторону на номинальной скорости.

Искажения сигналов

Искажения сигналов, возникающие в трактах магнитной записи/воспроизведения, как и в других трактах обработки аналоговых сигналов, делятся на нелинейные и линейные.

Нелинейные искажения сигналов в основном определяются свойствами магнитной ленты, используемой для записи, и сильно зависят от уровня записываемого сигнала. Увеличение уровня записи выше допустимого приводит к перемодуляции ленты и появлению повышенных искажений. Это наряду с нелинейностью характеристик схемных элементов является причиной возникновения не только гармонических, но также и комбинационных частотных составляющих в выходном сигнале. Следует учитывать, что при многократной перезаписи фонограмм суммарные нелинейные искажения увеличиваются.

Нелинейные искажения можно характеризовать коэффициентом нелинейных искажений или коэффициентом гармоник, выражаемым в процентах, и показывающим отношение амплитуд гармоник (чаще всего, третьей гармоники) к амплитуде основной гармоники сигнала.

В магнитофонах высокого класса усилительные каскады имеют коэффициент гармоник 0,3-0,8 %. Эти цифры не учитывают свойств магнитной ленты и характеризуют только технические параметры электронной схемы. С учетом всех возможных факторов общий коэффициент гармоник магнитофона обычно в 3-5 раз больше названных величин.

Линейные искажения определяются видом амплитудно-частотных характеристик трактов записи и воспроизведения.

При записи и воспроизведении стереоинформации важен такой показатель, как степень разделения каналов. Он показывает относительный уровень сигнала, проникающего из левого канала в правый и наоборот. Чем меньше эта величина, тем, естественно, лучше. Минимально допустимым по ГОСТ 24796-87 считается показатель -20 дБ.

Отношение сигнал/шум и динамический диапазон
Отношение сигнал/шум численно определяется как отношение напряжения полезного сигнала при воспроизведении фонограммы к напряжению шума паузы. В технической документации эту величину принято указывать в децибелах. Наиболее полную информацию дает измерение отношения сигнал/шум сквозного канала записи/воспроизведения, когда учитываются шумы и помехи всех компонентов магнитофона. Эта величина определяет максимально возможный динамический диапазон сигналов, которые могут быть записаны без искажений. Нижняя граница динамического диапазона зависит от уровня шума магнитной ленты, а верхняя - ограничена максимальным уровнем сигнала, при котором начинают сказываться искажения, вызванные как нелинейностью активных элементов трактов, так и перегрузочной способностью магнитных лент и головок.
Системы шумопонижения, используемые в магнитофонах, улучшают отношение сигнал/шум, поэтому в технической документации обычно указывают два значения этого параметра - с системой шумопонижения и без нее. Например, магнитофонная панель музыкального центра Panasonic SC-CH40 обеспечивает в первом случае отношение сигнал/шум 61 дБ, а во втором 52 дБ. В ГОСТ 24863-87 и ГОСТ 24796-87 этот параметр регламентируется без систем шумопонижения.
Относительный уровень стирания
Относительный уровень стирания характеризуется величиной остаточной намагниченности ленты после стирания записи. Обычно его измеряют как отношение напряжений, выраженное в децибелах, при воспроизведении стертого и нестертого участков ленты.
В табл. 2.6 приведены значения основных технических параметров бытовых кассетных магнитофонов и магнитофонных панелей, как индивидуального исполнения, так и входящих в состав более сложных радиоэлектронных устройств различных групп сложности в соответствии с ГОСТ 24863-87.
Значения основных технических параметров автомобильных магнитофонов и магнитофонных панелей различных групп сложности в соответствии с ГОСТ 24796-87 приведены в табл. 2.7.
ГОСТ 24796-87 определяет также набор функциональных возможностей, которыми должны обладать отечественные автомобильные магнитофоны. Перечень функций, приведенных в табл. 2.8, не охватывает дополнительные узлы аудиосистем, например усилитель, звуковой частоты.
ИЗМЕРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТОФОНОВ
При измерении технических параметров магнитофонов рекомендуете? соблюдать стандартные методики и использовать специальные контрольно-измерительные приборы и вспомогательные средства.
Измерительные приборы и вспомогательные средства
Стандартные методики проведения регулировочных работ требуют наличия следующих контрольно-измерительных приборов:

электронный вольтметр переменного тока с основной погрешностью не более ±2,5 % до 300 мВ и ±4 % свыше 300 мВ;
осциллограф;
генератор низкой частоты с рабочим диапазоном не менее 20...20000 Гц выходным сопротивлением 600 Ом и коэффициентом гармоник не более 0,3 %;
измеритель нелинейных искажений, измеритель коэффициента гармоник с основной погрешностью не более ±5 %;
частотомер с основной погрешностью измерения не более ±0,05 %;
измеритель коэффициента детонации по ГОСТ 11948-78;
измеритель отношений сигнал/шум с погрешностью измерения не более ±0,5 дБ;
измеритель времени с погрешностью измерения не более ±0,1 с;
измерительные магнитные ленты;
типовые магнитные ленты (МЭК I и МЭК II) для измерения характеристик канала записи;
размагничивающее устройство.
Перед проведением работ необходимо очистить детали лентопротяжного механизма, соприкасающиеся с магнитной лентой, рабочие поверхности магнитных головок и прижимной ролик, промыть их этиловым спиртом. Металлические детали необходимо размагнитить.
При проверке и регулировке параметров магнитофонов широко используются измерительные магнитные ленты, на которых записаны испытательные сигналы с определенным уровнем и частотой, например, отечественные:
ЗЛИЛ.1.У.4 - для измерений напряжений на линейном выходе и ЭДС развиваемой магнитной головкой;
ЗЛИЛ.1.Д.4 -для измерений взвешенного значения детонации и среднего отклонения скорости ленты;
ЗЛИЛ.1.Ч.4-120 и ЗЛИЛ.1.Ч.4-70 - для контроля АЧХ канала воспроизведения;
ЗЛИЛ.4.ПК.4 - для измерения разделения между соседними зависимыми дорожками и проверки коммутации стереоканалов.
Многие зарубежные фирмы-изготовители аудиоаппаратуры рекомендуют применять при регулировках их тестовые ленты, например, ABEX SCC-1659 (Pioneer), TTA-100, TTA-300 (Aiwa), VTT704, VTT727 (JVC), QZZCFM QZZCWAT (Matsushita), P-4-A100, WS-48B (Sony). Если таковых нет, то можно воспользоваться и другими магнитными лентами с аналогичными контрольными записями.
Все измерения, если нет специальных указаний, необходимо проводи* на линейном выходе магнитофона, к которому должна быть подключена и мерительная цепь, состоящая из параллельно соединенных резистор 47 кОм ±10 % и конденсатора 250 пФ ±10 %. Для магнитофонов без линейна го выхода измерения проводят на выходе оконечного усилителя, к которого подключают резистор с сопротивлением, равным номинальному сопротивлению нагрузки с отклонением ±5 %. При этом положения

регуляторов громкости и тембра должны быть заданы в ТУ на конкретный магнитофон.

МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТОФОНОВ

Измерение скорости движения магнитной ленты и среднего отклонения от ее номинального значения

Способ 1

1. Подключить к линейному выходу или выходу УЗЧ магнитофона частотомер. Регулятор выходного уровня установить в положение максимально громкости, а переключатель скорости движения ленты (если он имеется) в положение «нормальная скорость».
2. Включить на воспроизведение измерительную магнитную ленту с записью сигнала с заданной частотой (например, 3 кГц). Измерить частотой! ром частоту *f* выходного сигнала и рассчитать среднее отклонение от номинальной скорости в процентах по формуле:

$\Delta V=(fL/nV_o - 1)*100$

где *L* - длина участка ленты с записью сигнала, см (погрешность измерен не более ±0,3 %); *n* - число периодов сигнала на всей длине участка записи которое определяют при воспроизведении на любом магнитофоне с помощь частотомера в режиме счета импульсов; V_o - номинальная скорость движения ленты, см/с.

Разница между показаниями частотомера в начале и в конце магнитофонной кассеты должна быть не более 3 %, а различие в скоростях д< в двухкассетном магнитофоне - не более 1,5 %.

Способ 2

1. Отмерить мерный отрезок ленты такой длины L_{1t} см (погрешность измерения не более ±0,3 %), чтобы время прохождения этого отрезка бьи не менее 100 с.
2. Установить кассету с мерным отрезком на воспроизведение и измерить время его прохождения *T.* Рассчитать среднее отклонение от номинал ной скорости в процентах по формуле:

$\Delta V = (L_1/V_oT - 1)*100$

Измерение коэффициента детонации

1. Подключить измеритель коэффициента детонации к линейному выходу или выходу УЗЧ. Включить на воспроизведение измерительную магнитную ленту с записью сигнала с частотой 3150 Гц ±1 %. Допускается для магнитофонов высшей и первой групп сложности производить измерение при помощи фонограммы, оделенной на том же магнитофоне при относительной нестабильности генератора низкой частоты не более 10^4.
2. Измерить коэффициент детонации при движении ленты в прямом и обратном направлении. Измерения проводятся в начале, середине и конце магнитной ленты. За результат принимают среднее арифметическое значение пяти измерений одной и той же записи.

Если результаты измерений отличаются от величины, указанной в технических условиях, то необходимо проверить правильность установки воспроизводящей головки, усилие прижима ролика к ведущему валу, биения ве-

дущего вала, скорость перемещения ленты и плавность вращения деталей кинематической схемы магнитофона.

Измерение фазовых сдвигов между сигналами в стереоканалах

Эту проверку удобно вести с помощью двухлучевого осциллографа или по фигурам Лиссажу (при наличии у осциллографа входа «X»).

1. Подключить к линейному выходу или выходу УЗЧ магнитофона осциллограф входом «X» (рис. 2.25).
2. Включить на воспроизведение в прямом направлении измерительную магнитную ленту с записью сигнала с частотой 10 кГц (в некоторых методиках рекомендуются частоты 8 кГц или 12,5 кГц) и измерить величину фазовых сдвигов между сигналами в каналах. Вид фигур Лиссажу для различных значений фазового сдвига показан на рис. 2.26.

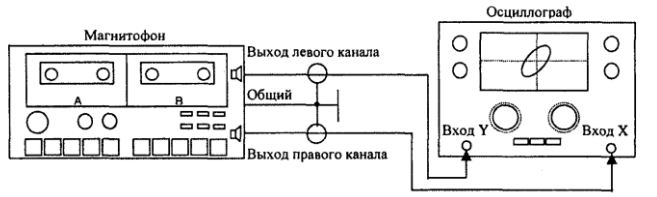


Рис. 2.25. Схема подключения приборов для измерения фазовых сдвигов по фигурам Лиссажу

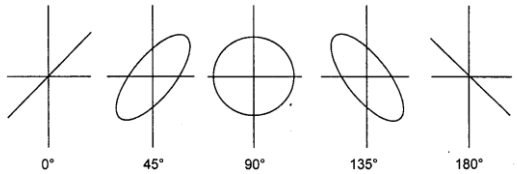


Рис. 2.26. Фигуры Лиссажу для различных значений фазового сдвига

Измерение АЧХ тракта воспроизведения

1. Размагнитить магнитные головки с помощью специального размагничивающего устройства.
2. Подключить электронный вольтметр или осциллограф к линейному выходу одного из каналов и установить на воспроизведение тестовую магнитную ленту с записью сигналов 63 Гц, 1 кГц и 10 кГц (в зависимости от класса магнитофона и диапазона воспроизводимых частот первая и последняя частоты могут быть другими).
3. Измерить величину выходного напряжения на линейном выходе при воспроизведении сигнала с частотой 1 кГц и принять ее за исходное значение. При воспроизведении сигналов с частотами 63 Гц и 10 кГц измерить в каждом случае уровни выходных колебаний и рассчитать их значения в децибелах относительно исходного. Показания прибора на этих частотах должны укладываться в допуски, указанные на рис. 2.18 и 2.19.
4. Аналогичные измерения провести для другого канала.

Измерение АЧХ тракта записи/воспроизведения

Измерение АЧХ тракта записи/воспроизведения проводится отдельно в каждом из каналов. Схема подключения приборов приведена на рис. 2.27.

1. Отключить систему шумопонижения магнитофона (при ее наличии).
2. Подать от генератора низкой частоты на разъем «Внешний вход» сигнал с уровнем на 20 ±3 дБ (в 10 раз) ниже номинального уровня, определяемого по индикатору уровня записи. Записать сигналы с частотами 63 Гц, 125 Гц, 500 Гц, 1 кГц, 2 кГц, 10 кГц и 12,5 кГц.
3. Перемотать ленту на начало записи. Измерить и построить частотную характеристику при последовательном воспроизведении записей. За отсчет «0 дБ» принять уровень воспроизведения сигнала с частотой 1 кГц. Не-

равномерность АЧХ должна соответствовать допускам, указанным на рис. 2.18.

Измерение отношения сигнал/шум в тракте воспроизведения

Проверка величины отношения сигнал/шум в тракте воспроизведения проводится отдельно в каждом из каналов.

1. Размагнитить магнитные головки с помощью специального размагничивающего устройства.
2. Отключить систему шумопонижения.
3. Подключить в выходу УЗЧ магнитофона электронный вольтметр. Включить на воспроизведение измерительную магнитную ленту с записью сигнала 1000 Гц. Регулятором громкости установить на выходе номинальный уровень сигнала *Uc* и запомнить это показание вольтметра.

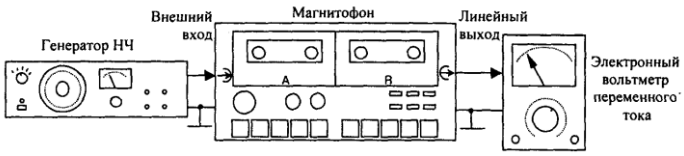


Рис. 2.27. Схема подключения приборов для измерения АЧХ тракта записи/воспроизведения

4. Включить магнитофон в режим воспроизведения без установки магнитной ленты. Не меняя положения регулятора громкости, измерить уровень выходного шума $U_ш$.
5. Определить отношение сигнал/шум тракта воспроизведения $q_в$ в децибелах по формуле:

$q_в=20lg(U_c/U_ш)$

Измерение отношения сигнал/шум в тракте записи/воспроизведения

Проверка значения отношения сигнал/шум в тракте записи/воспроизведения проводится отдельно в каждом из каналов.

1. Размагнитить магнитные головки с помощью специального размагничивающего устройства.
2. Отключить систему шумопонижения. Подключить в выходу УЗЧ магнитофона электронный вольтметр, а к разъему «внешний вход» - генератор низкой частоты (рис. 2.27).
3. Подать от генератора низкой частоты сигнал с частотой 1000 Гц такой амплитуды, чтобы на индикаторе уровня записи было номинальное показание, и записать этот сигнал на магнитную ленту.
4. Отключить генератор низкой частоты и соединить контакт разъема «Внешний вход» с общим проводом через резистор 250 Ом. Не изменяя положения регуляторов магнитофона, произвести запись без входного сигнала.
5. Перемотать магнитную ленту на начало первой записи и включить режим воспроизведения. Измерить выходные уровни сигнала U_c с частотой 1000 Гц и шума $C_ш$ (запись без сигнала) при одинаковом положении регулятора громкости.
6. Определить величину отношения сигнал/шум тракта записи/воспроизведения $q_{зв}$ в децибелах по формуле:

$q_{зв} =20lg(U_c/U_ш)$

Измерение коэффициента гармоник в тракте записи/воспроизведения

Проверка величины коэффициента гармоник в тракте записи/воспроизведения проводится отдельно в каждом их каналов. Коэффициент

гармоник может быть измерен либо на линейном выходе магнитофона, либо на выходе УЗЧ. Во втором случае показания измерителя нелинейных искажений будут заведомо хуже. Схема подключения приборов приведена на рис. 2.28.

1. Подать от генератора низкой частоты сигнал с частотой 1000 Гц такой амплитуды, чтобы на индикаторе уровня записи было номинальное показание, и записать этот сигнал на магнитную ленту.
2. Перемотать магнитную ленту на начало записи и включить режим воспроизведения. Установить номинальный уровень громкости. Измерить коэффициент гармоник.
3. Подключить измеритель коэффициента гармоник к линейному выходу магнитофона и измерить значение коэффициента гармоник в этой точке.

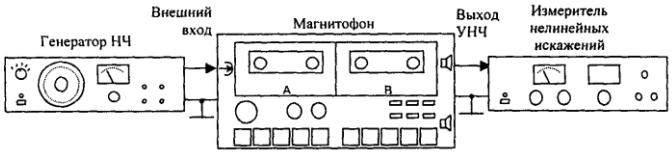


Рис. 2.28. Схема подключения приборов для измерения коэффициента гармоник

Измерение коэффициента гармоник в тракте записи/воспроизведения

Проверка величины коэффициента гармоник в тракте записи/воспроизведения проводится отдельно в каждом их каналов. Коэффициент гармоник может быть измерен либо на линейном выходе магнитофона, либо на выходе УЗЧ. Во втором случае показания измерителя нелинейных искажений будут заведомо хуже. Схема подключения приборов приведена на рис. 2.28.

1. Подать от генератора низкой частоты сигнал с частотой 1000 Гц такой амплитуды, чтобы на индикаторе уровня записи было номинальное показание, и записать этот сигнал на магнитную ленту.
2. Перемотать магнитную ленту на начало записи и включить режим воспроизведения. Установить номинальный уровень громкости. Измерить коэффициент гармоник.
3. Подключить измеритель коэффициента гармоник к линейному выходу магнитофона и измерить значение коэффициента гармоник в этой точке.

Измерение относительного уровня стирания

1. Подать от ГНЧсигнал 1000 Гц такой амплитуды, чтобы на индикаторе уровня записи было номинальное показание, и записать этот сигнал на магнитную ленту.
2. перемотать ленту примерно до середины записанного участка и по истечении 5 минут с перемотанной половины стереть запись.стирание производить без подачи сигнала на его вход.
3. Сразу после стирания измерить напряжение при воспроизведении записанного сигнала $U_З$ и напряжение при воспроизведении стертой части ленты U_c.
4. Определить величину относительного уровня стирания q_{CT} в децибелах по формуле:

$q_{ст}=20\lg(U_c/U_ш)$

Для измерения напряжения при воспроизведении стертой части ленты можно использовать селективный микровольтметр с основной погрешностью измерений не более ±10 % и избирательностью не менее 30 дБ на октаву.

Измерение частоты генератора тока стирания-подмагничивания

1. Подключить частотомер (рис. 2.30) через резистор 1 МОм к вторичной обмотке трансформатора ГСП (например, к выводу 4 трансформатора Т621 на рис. 2.20) или к выходу ГСП, если схема бестрансформаторная (например, в точку соединения конденсаторов С43 и С44 на рис. 2.21).

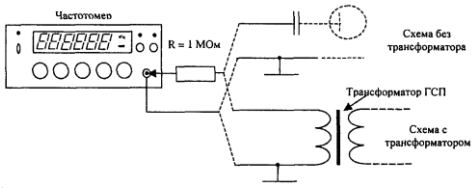


Рис. 2.29. Схема подключения приборов для измерения частоты ГСП

2. Включить режим записи и измерить частоту сигнала в контрольной точке (обычно 70... 100 кГц).

Измерение частоты генератора тока стирания-подмагничивания

1. Подключить частотомер (рис. 2.30) через резистор 1 МОм к вторичной обмотке трансформатора ГСП (например, к выводу 4 трансформатора Т621 на рис. 2.20) или к выходу ГСП, если схема бестрансформаторная (например, в точку соединения конденсаторов С43 и С44 на рис. 2.21).

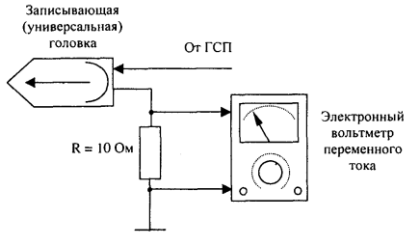


Рис. 2.30. Схема подключения приборов для измерения величины тока подмагничивания

2. Включить режим записи и измерить частоту сигнала в контрольной точке (обычно 70... 100 кГц).
2. Включить режим записи и вольтметром переменного тока измерить падение напряжения U_R на указанном резисторе. Определить значение тока подмагничивания $/_п$ по формуле:

$/_п = u_к П0Ом.$

3. Удалить резистор 10 Ом и восстановить схему.

2.4.3. Техническая диагностика проигрывателей компакт-дисков

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОИГРЫВАТЕЛЕЙ КОМПАКТ-ДИСКОВ

Рассмотрим основные технические параметры проигрывателей компакт-дисков, которые указываются фирмами-производителями в технической документации и которые в конечном итоге определяют потребительские качества данного вида аудиоаппаратуры. К таким параметрам относятся характеристики лазерного излучателя, диапазон воспроизводимых частот, степень искажений сигналов, динамический диапазон, отношение сигнал/шум, уровень развязки стереоканалов, уровень детонации. Рассмотрим их подробнее.

Характеристики лазерного излучателя

Основным элементом оптического адаптера является полупроводниковый лазерный диод, выполненный на основе кристалла арсенида галлия (GaAs+GaAIAs). Выбор когерентного лазерного излучения в качестве оптического переносчика информации неслучаен, так как при обработке оптического пучка важную роль играет не только яркость луча, но также частота и фаза излучения. Стандартная длина волны лазерного излучения

составляет 780 нм (фирмы-производители аппаратуры для Европы указывают величины от 760 до 800 нм, для США - 600 нм). Таким образом, длина волны попадает в инфракрасный (тепловой) интервал, и поэтому луч невидим человеческим глазом. Об этом следует помнить при проведении ремонтных и регулировочных работ, так как по неосторожности имеется опасность попадания излучения на сетчатку глаза. Заметим, что в DVD-проигрывателях используются лазерные диоды с другой длиной волны излучения - 635 нм.

Для правильного функционирования лазерного диода должен быть обеспечен определенный режим его работы. Он зависит от тока возбуждения, значение которого для разных диодов составляет 40...90 мА, причем зависимость мощности излучения от протекающего тока имеет довольно резко выраженный пороговый эффект. Само значение мощности лазера невелико и составляет около 200 мкВт. Необходимый ток возбуждения диода для конкретного оптического адаптера может быть определен по информации, указанной на этикетке корпуса. Он равен отношению последнего трехзначного числа маркировки к сопротивлению резистора, последовательно включенного в цепи питания лазерного диода (в эмиттерной или коллекторной цепи управляющего транзистора). Заметим, что при старении диодов их эмиссионная способность уменьшается, что требует увеличения тока возбуждения, но превышение значения 150 мА приводит к разрушению кристалла.

Диапазон воспроизводимых частот

Из всей совокупности устройств, предназначенных для воспроизведения аудиоинформации проигрыватели компакт-дисков имеют параметры, наиболее полно удовлетворяющие самым современным требованиям к качеству воспроизведения. Многие аппараты имеют диапазон воспроизводимых частот, с запасом перекрывающий диапазон звуковых частот. Производители указывают нижнюю границу около 2...5 Гц, а верхнюю - не менее 20 кГц при допустимой неравномерности амплитудно-частотной характеристики ±3 дБ. Такие высокие показатели определяются сложными алгоритмами записи и обработки сигналов, большинство из которых являются цифровыми [1, 23, 29, 30]. При этом записываемые на компакт-диск аудиосигналы подвергаются дискретизации с частотой $P_д$ = 44,1 кГц, многоуровневому квантованию и кодированию, в результате чего образуется непрерывный поток цифровой информации, которая и записывается на диск. При воспроизведении в проигрывателе компакт-дисков происходит декодирование, коррекция возникающих ошибок и, наконец, обратное цифро-аналоговое преобразование и низкочастотная фильтрация в полосе до 20 кГц. Если при указанной частоте дискретизации низкочастотные составляющие спектра аудиосигнала практически не искажаются, то воспроизведение высокочастотных составляющих с минимальными искажениями может быть затруднено. Для облегчения этой проблемы используется дополнительная цифровая фильтрация, выполняемая в специальном цифровом сигнальном процессоре. При этом информационный

поток подвергается такой обработке, в результате которой частота дискретизации искусственно увеличивается в целое число раз: 88,2 кГц или 176,4 кГц и т.д. В результате значительно снижаются требования к параметрам низкочастотной фильтрации, так как чем больше разница между частотой дискретизации Яд и полосой пропускания выходного ФНЧ, тем выше качество этой фильтрации и, кстати, легче реализуется сам фильтр.

Степень искажений сигналов, динамический диапазон и отношение сигнал/шум

Точность цифрового представления и динамический диапазон обрабатываемых сигналов при записи и воспроизведении в основном зависят от параметров аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователей. Увеличение частоты дискретизации и уменьшение величины кванта (шага дискретизации по уровню) повышает точность преобразования, но при этом соответственно возрастает и количество возможных уровней в сетке квантования, что напрямую связано с разрядностью Л/ аналого-цифрового преобразователя (АЦП), т.е. количеством разрядов (нулей и единиц) кода. Этот параметр обычно ограничен из-за технологических трудностей исполнения элементов. С другой стороны, при определенных значениях разрядности ее рост влияет на качество уже не столь несущественно. Считается, что достаточным количеством разрядов аналого-цифрового преобразователя для высококачественной записи и последующего воспроизведения аудиосигналов является значение 14. На практике используется величина 16. При этом точность преобразования *б* и динамический диапазон *D* обрабатываемого сигнала можно определить по формулам:

$\delta = 1 / 2^N = 1 / 65536 = 0{,}000015$;

$D = 6*N/ + 1{,}76$дБ $= 97{,}76$ дБ.

Конечная разрядность представления отсчетов непрерывного сигнала в любом случае приводит к некоторому его искажению, которое выражается в возникновении так называемого шума квантования, несколько ухудшающего общее соотношение сигнал/шум.

Стремление уменьшить уровень шумов преобразования и снизить разрядность цифро-аналогового преобразователя в тракте воспроизведения (а следовательно, повысить быстродействие) привело некоторых разработчиков аудиоаппаратуры к созданию преобразователей на основе дельта-сигма модуляции, при которой цифровой поток несет в себе информацию не о мгновенном значении аналогового сигнала, а о направлении его изменения (увеличении или уменьшении). Такая информация может быть одноразрядной, но частота ее поступления должна быть гораздо более высокой, чем при обычном способе оцифровывания сигнала с помощью многоразрядного АЦП. При использовании дополнительного фильтра-преобразователя часть спектра шума квантования смещается в высокочастотную область и может быть легко отфильтрована.

Подобные процедуры используются в ЦАП фирмы Matsushita (система многоступенчатого преобразователя шума MASH - multi stage noise shaping) и фирмы Philips (система BIT STREAM). Схемы ЦАП и ФНЧ в этих случаях

существенно упрощаются при сохранении высокого качества обработки сигналов. Заметим, что в системе BIT STREAM цифро-аналоговый преобразователь работает только о двухуровневым сигналом, а в системе MASH число уровней входного сигнала ЦАП может быть равно двум, трем, пяти, семи и одиннадцати.

Степень искажений сигналов зависит также и от ошибок, возникающих при считывании оптическим адаптером информации с компакт-диска. Наличие таких ошибок напрямую зависит от чистоты поверхности и качества изготовления носителя. Существенно снизить уровень искажений помогают специальные алгоритмы кодирования и обработки информации, такие как перекрестное кодирование, перемежение, интерполяция.

В результате использования вышеперечисленных технических решений в серийных моделях разработчикам удается достичь следующих показателей (в зависимости от класса аппарата):

динамический диапазон 90...93 дБ;

отношение сигнал/шум 85...96 дБ;

коэффициент гармоник 0,006...0,05 %.

Эти показатели позволяют говорить о существенно более высоком качестве воспроизведения аудиоинформации при использовании оптических компакт-дисков.

Уровень развязки стереоканалов

Уровень развязки стереоканалов в проигрывателях компакт-дисков определяется алгоритмом записи информации на носитель, суть которого состоит в следующем. На выходе аналого-цифрового преобразователя формируется 16-разрядный двоичный код отсчета аудиосигнала, который называется термином «слово». Это слово может быть разложено на две 8-разрядные половины - старший и младший байт, или символ. При записи стереофонического аудиосигнала отсчеты левого и правого каналов «оцифровываются» по очереди, т.е. за словом левого канала следует слово правого, затем опять левого и т.д. Такой порядок преобразования позволяет обеспечить очень высокую степень разделения стереоканалов - более 90 дБ. С учетом влияния выходных аналоговых каскадов суммарная величина этого параметра снижается, но обычно составляет около 75 дБ.

Уровень детонации

Чтобы устранить возможную детонацию звука при воспроизведении компакт-дисков, в схемах обычно используется временное хранение считанной информации в буферном оперативном запоминающем устройстве (ОЗУ) или запоминающем устройстве с произвольной выборкой (ЗУПВ). При этом данные, поступающие с диска, записываются в него с частотой, которая может быть нестабильна во времени, а считываются с частотой, стабильность которой определяется внутренним кварцевым генератором синхроимпульсов. От размера буферной памяти зависит эффективность этого алгоритма. При больших объемах памяти (несколько мегабайт) возможна организация систем электронной защиты от ударов (antishock). В этом случае при каких-либо механических воздействиях, возникающих, например, в переносных аппаратах

или автомобильных аудиосистемах, на время, когда оптический адаптер теряет возможность правильного считывания, используется информация, сохраненная в буферной памяти. В это же время включается алгоритм ускоренной ориентации адаптера.
Описанная организация процесса воспроизведения аудиоинформации позволяет разработчикам достичь, уровня детонации ниже предела чувствительности используемых средств измерения.

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИГРЫВАТЕЛЕЙ КОМПАКТ-ДИСКОВ

Для регулировки параметров проигрывателей компакт-дисков необходимо наличие специальных контрольно-измерительных приборов и вспомогательных средств, а также соблюдение стандартных методик. Следует помнить, что многие регулировки в электрических схемах и механических узлах требуют особой точности и внимательности. Выполнять их без крайней необходимости не рекомендуется
Производители аппаратуры рекомендуют перед выполнением работ отмечать положение тех или иных регуляторов, чтобы после их проведения без достигнутого результата можно было вернуться к прежнему состоянию. Все проверки выполняются с использованием заведомо кондиционных компакт-дисков, не имеющих дефектов.

Измерительные приборы и вспомогательные средства

Для проведения регулировочных работ в схемах проигрывателей компакт-дисков необходимо наличие следующих измерительных приборов и средств:
осциллограф;
электронный вольтметр переменного тока с погрешностью не более ±2,5 %;
электронный вольтметр постоянного тока с погрешностью не более ±0,5 %;
частотомер с основной погрешностью измерения не более ±0,05 %;
тестовые диски.
Тестовые диски выпускаются многими фирмами-производителями аудиоаппаратуры, например, SZZP1054C и SZZP1056C (Matsushita), ABEX TCD-782, TCD-784 (Pioneer), CTS-1000 и CRG-1242 (JVC), YEDS-18 (Sony). На них записаны специальные виды сигналов, позволяющие выявить неисправность того или иного узла проигрывателя, а также искусственно введены те или иные дефекты. Каждая фирма рекомендует при проведении регулировочных работ использовать свой тип тестового диска. При его отсутствии можно воспользоваться и обычным компакт-диском хорошего качества, но следует помнить, что в этом случае требуемая точность результатов не будет достигнута.
Перед проведением проверок следует очистить линзу оптического адаптера, при этом нельзя пользоваться растворителями.

Встроенные тестовые режимы

Многие проигрыватели компакт-дисков являются «интеллектуальными» и обладают способностью самоконтроля функциональных режимов с выдачей результата тестирования на дисплей в виде кода ошибки ERROR XX (XX - цифровой код), а также возможностью выполнения отдельных операций при

настройке по нажатию соответствующих управляющих клавиш. В зависимости от модели проигрывателя индикация дисплея может выглядеть иначе, например, E XX или ERR XX. Эти возможности описываются в инструкциях по эксплуатации и ремонту. Часто при использовании встроенных тестовых режимов задачи диагностики и поиска места отказа объединяются. Для примера ниже приводятся операции встроенных тестовых режимов двух проигрывателей компакт-дисков.

Пример 1. **Встроенный тестовый режим проигрывателя компакт-дисков музыкального центра «Philips FW360».**

Тестовый режим этого проигрывателя компакт-дисков имеет три уровня, в которых проверяется работоспособность основных систем. Для запуска *первого уровня теста* при наличии на дисплее основного меню следует нажать клавишу «CD». После этого возникнет надпись «CDC AA», где AA - номер версии проигрывателя компакт-дисков. Далее в процессе тестирования при наличии каких-либо дефектов на дисплее высвечиваются коды ошибок, частично приведенные в табл. 2.9.

Таблица 2.9. **Коды ошибок встроенного тестового режима («Philips FW360»)**

Код ошибки	Описание неисправности	Место дефекта
E1002	Ошибка системы фокусировки	Оптический адаптер или схема привода системы фокусировки
E1007	Ошибка чтения субкода	Место дефекта точно не локализуется
E1008	Ошибка чтения оглавления диска	Смещение внутреннего концевого выключателя
E1010	Дефект системы радиального слежения	Оптический адаптер или схема привода системы радиального слежения
E1011, E1012	Дефект системы перемещения оптического адаптера	Внутренний концевой выключатель или электродвигатель перемещения адаптера
E1013	Дефект системы вращения компакт-диска	Электродвигатель вращения компакт-диска
E 1020, E 1031-E 1039	Ошибка поиска системы ФАПЧ	Место дефекта точно не локализуется
E1042	Переполнение внутреннего стека процессора	Сбой программного обеспечения
E1050	Ошибка	Сбой программного

	вычисления	обеспечения
E1079	Дефект устройства пе-ремещения дископрием-ника	Блокирование поддона или неисправность кнопки выгрузки компакт-диска
E1080	Дефект устройства сме-ны компакт-дисков	Программное обеспечение, фотосенсор счетчика дисков

Нажатие клавиши «NEXT» (на дисплее индицируется надпись «SLED O») вызывает перемещение механизма оптического адаптера к внешней дорожке, а нажатие клавиши «PREV» (на дисплее - «SLED I») - к внутренней дорожке. Для включения электродвигателя вращения компакт-диска необходимо нажать клавишу «SHUFFLE». При этом на дисплее индицируется надпись «PLAY». Нажатие клавиши «SCAN» включает режим торможения этого электродвигателя (на дисплее - «STOP»). Для возврата в основное меню и окончания теста следует нажать клавишу «STOP».

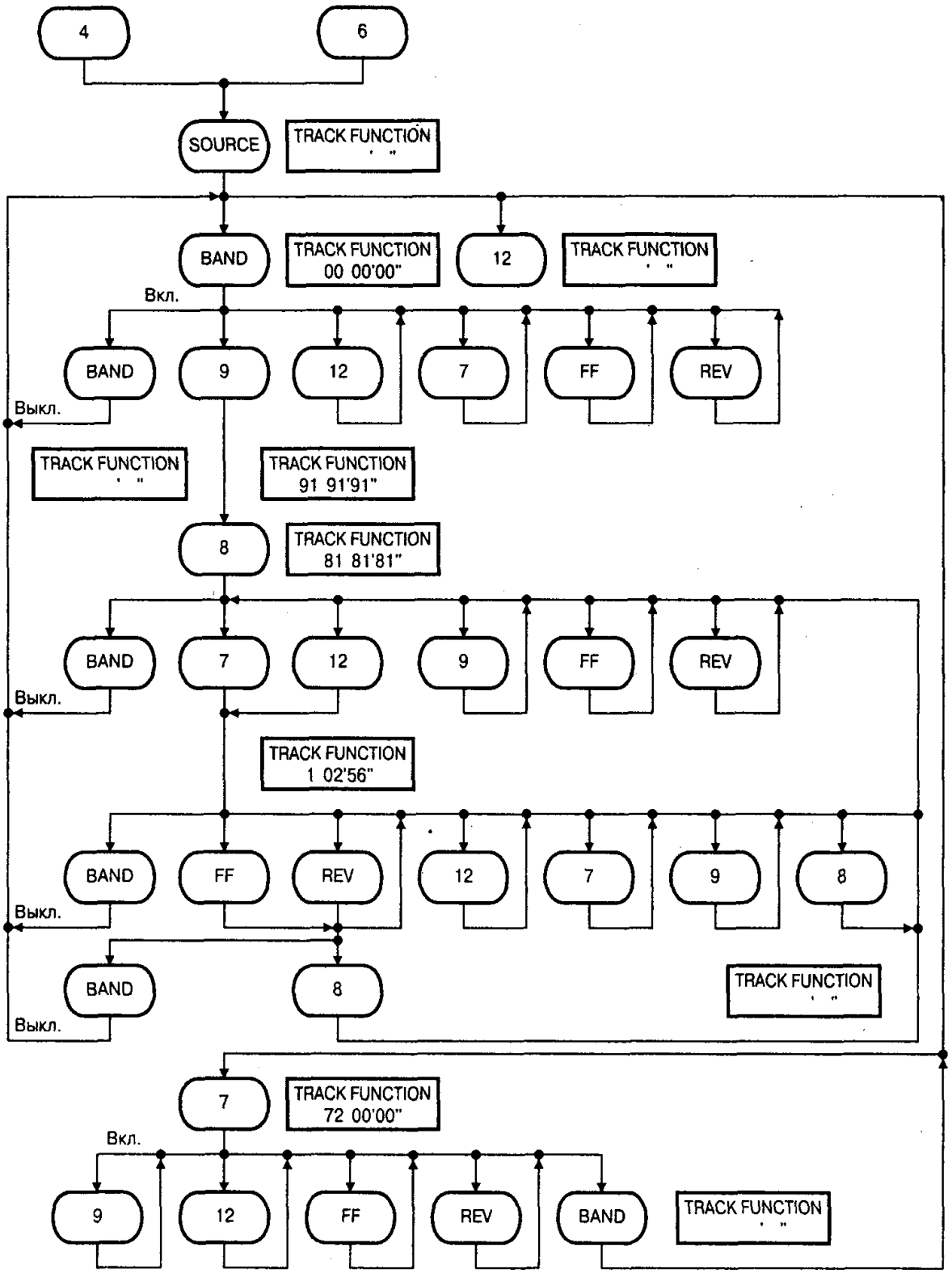


Рис. 2.35. Обобщенный алгоритм проведения тестовых проверок

Запуск *второго уровня теста,* при котором осуществляется проверка работоспособности системы фокусировки, вызывается нажатием клавиши «PLAY». При этом на дисплее индицируется надпись «FOC 1» и происходит перемещение оптического адаптера до тех пор, пока не осуществится фокусировка. Если на дисплее индицируется надпись «FOC 0», то следует прове-

рить лазерный диод и схему фокусировки. При нажатии клавиши «STOP» осуществляется возврат на первый уровень теста.
Для запуска *третьего уровня теста,* при котором осуществляется проверка схемы привода электродвигателя вращения компакт-диска, необходимо нажать клавишу «PLAY» до появления на дисплее надписи «DISC». Если вращение компакт-диска есть, то можно возвратиться в первый уровень теста, нажав клавишу «STOP».
Далее следует нажать клавишу «PLAY» еще раз и запустить тест схемы радиального слежения. На дисплее возникнет надпись «RDL», оптический адаптер начнет перемещаться в радиальном направлении. При этом в акустических системах можно услышать аудиосигнал. Нажатие клавиши «STOP» возвращает систему на первый уровень теста.
Пример 2. **Встроенный тестовый режим автомобильных проигрывателей компакт-дисков «Pioneer CDX-P620S/P626S/P1220S/P23S».**
Автомобильный проигрыватель компакт-дисков (CD-чейнджер) представляет собой отдельный функциональный блок аудиокомплекса и служит для воспроизведения нескольких одновременно загружаемых компакт-дисков. Комплекс состоит из основной автомагнитолы и дополнительных блоков (акустические системы, эквалайзер и др.), соединенных между собой. Управление всеми блоками такого аудиокомплекса осуществляется с клавиатуры основной автомагнитолы.
Для проведения диагностики или проверки правильности функционирования различных узлов можно использовать встроенный тестовый режим, программа которого записана в его памяти и памяти основной автомагнитолы (тоже фирмы Pioneer). При этом все контрольные операции производятся под управлением автомагнитолы и с использованием ее клавиатуры и дисплея. Информация о состоянии тестируемого узла индицируется в цифровой форме на экране дисплея, и на основании этой информации делается заключение о работоспособности отдельных компонентов CD-чейнджера.
Для проведения проверки желательно применять тестовый диск типа ABEX TCD-784, содержащий тестовые сигналы и сервисную информацию. При использовании какого-либо другого компакт-диска, например, с аудиозаписью, некоторые операции могут выполняться некорректно.
Для более наглядного восприятия и тщательного изучения механизма поиска неисправностей на рис. 2.35 приведен обобщенный алгоритм проведения тестовых проверок. Цифры и надписи в овальных блоках обозначают клавиши управляющей автомагнитолы. Стрелками на схеме показаны пути прохождения тестовых сигналов, которые являются следствием нажатия определенных клавиш. В прямоугольных блоках отображены показания, снимаемые с дисплея автомагнитолы в соответствующие моменты.
Перед включением тестового режима установите тестовый компакт-диск в CD-чейнджер. Выбор тестового режима осуществляется следующим образом:

1. При одновременном нажатии клавиш «4» и «6» включается питание аудиокомплекса.
2. При последующем нажатии клавиши «SOURSE» осуществляется вы-, бор CD-чейнджера.
3. После этого проверяющий путем нажатия на определенные клавиши может выбрать следующие интересующие его проверки:
проверку электрических параметров (клавиша «BAND»);
проверку механических дефектов (клавиша «7»);
дополнительный тестовый режим (клавиша «12»).

Если в процессе контроля выявляется какая-либо неисправность, на дисплее автомагнитолы отображается код ошибки, в соответствии с которым по табл. 2.10 можно определить место отказа или дефект.

Таблица 2.10. **Коды ошибок** встроенного тестового режима **(«Pioneer CDX-P620S»)**

Код ошибки	Вид неисправности	Описание	Место неисправности
10	Электрическая	Неисправность схемы перемещения оптического адаптера. Нет установки на внутреннюю дорожку или перемещения от нее	Переключатель S853 (HOME) и/или элементы схемы перемещения
11	Электрическая	Отсутствует фокусировка лазерного луча	Дефект компакт-диска, неправильная установка диска (перевернут), сильная вибрация
12	Электрическая	Отсутствует начальная установка, неисправность схемы чтения субкода	Элементы схемы вращения компакт-диска, не читается субкод, сильная вибрация
14	Электрическая	Неправильный сигнал зеркального детектора	Компакт-диск без записи, неправильная установка диска (перевернут),

			сильная вибрация
17	Электрическая	Отсутствует начальная установка, срабатывает схема защиты АРУ	Дефект компакт-диска, неправильная установка диска (перевернут), сильная вибрация
19	Электрическая	Отсутствует начальная установка, нет балансировки петли трекинга или мал уровень сигнала в этой петле	Дефект оптического адаптера или неисправность элементов схемы формирования сигнала ошибки трекинга
Код ошибки	Вид неисправности	Описание	Место неисправности
30	Электрическая	Превышено время поиска	Неисправность элементов схемы перемещения оптического адаптера, схемы радиального трекинга или дефект компакт-диска
A0	Системная	Повышенное напряжение питания или его отсутствие	Неисправность элементов источника питания
A1	Системная	Неисправность схемы питания механизма загрузки компакт-дисков	Неправильная установка опорного напряжения EREF. Неисправность переменного резистора VR802
50	Механическая	Неисправность механизма выгрузки компакт-дисков	Дефект переключателя S803 (MAG) или нарушена его установка, неисправность элементов

			механизма загрузки/выгрузки
60	Механическая	Неисправность механизма перемещения поддона диск-коприемника. Поддон стопорится во внутреннем положении	Неисправность элементов механизма перемещения поддона дископриемника
70	Механическая	Неисправность лифтового механизма загрузки компакт-дисков	Неисправность элементов механизма загрузки/выгрузки
80	Механическая	Установлен пустой магазин или неисправность схемы определения наличия компакт-диска	Неисправность элементов схемы определения наличия компакт-диска

При *электрических проверках* (клавиша «BAND») анализируется работа схем фокусировки, радиального трекинга, перемещения оптического адаптера и АРУ.

В этом режиме клавишей «12» можно выбрать режим проверки петли фокусировки:

при первом нажатии выбирается состояние нормальной фокусировки и на дисплее индицируются нулевые позиции номера дорожки и времени воспроизведения;

при повторном нажатии этой клавиши начинается проверка характеристик S-кривой петли фокусировки (показание дисплея «01 01 01»);

третье нажатие включает проверку схемы коррекции петли фокусировки (показание дисплея «02 02 02»).

При нажатии клавиши «7» осуществляется проверка петли радиального трекинга.

При нажатии клавиши «FF» оптический адаптер перемещается к внешней дорожке компакт-диска, а при «REV» - к внутренней.

Нажатием клавиши «9» можно завершить описанные проверки петли фокусировки (показание дисплея «91 91 91») и перейти к следующему шагу.

Для перехода к следующему блоку проверок следует нажать клавишу «8» (показание дисплея «81 81 81»). Далее при последовательном четырехкратном нажатии клавиши «9» включаются режимы отключения фокусировки, подачи напряжений смещения и балансировки в петле

трекинга. Клавиши «FF» и «REV» по-прежнему активируют перемещение оптического адаптера, соответственно, к внешней и внутренней дорожкам. При нажатии клавиши «7» завершаются проверки петли радиального трекинга при активной системе АРУ, а при нажатии клавиши «12» - без АРУ. При положительном результате двух последних проверок становится возможным выполнение следующего шага тестирования. На этом шаге при нажатии клавиш «FF» и «REV» происходит перемещение оптического адаптера на дорожку с номером 100, а при пятикратном нажатии клавиши «12» оптический адаптер последовательно переходит на дорожки 1, 4, 10, 32, 100. На дисплее соответственно индицируются числа «81», «82», «83», «84», «85» Шестое нажатие этой клавиши возвращает адаптер в начальное положение (показание дисплея «86»).

При первом нажатии клавиши «7» дисплей переходит в нормальный режим индикации, но при последующих нажатиях осуществляются проверки усиления в петлях фокусировки, трекинга, а также напряжения смещения в петле фокусировки. Клавишей «9» вызывается режим проверки схемы АРУ. Выход из всех вышеуказанных режимов тестирования производится при нажатии клавиши «BAND».

Функциональность клавиши «8» заключается в переходе из одного режима в другой.

При *механических проверках* (клавиша «7») анализируется работа схем загрузки/выгрузки компакт-дисков. В начальный момент после нажатия клавиши «7» на дисплее индицируется показание «72 00 00».

Клавиша «9» при последовательном нажатии вызывает режимы проверки электродвигателей лифтового механизма: M852 ELV (показание дисплея «72 00 0X» и M853 TRAY (показание дисплея «72 10 0X»).

При последовательном нажатии клавиши «12» можно задавать различные длительности импульсов управления электродвигателями: 8 мс, 24 мс и постоянное напряжение.

Клавиша «FF» в зависимости от выбранного режима проверки электродвигателей вызывает выдвижение поддона дископриемника или перемещение лифта от первого диска к шестому, а клавиша «REV» позволяет выполнить противоположные действия.

Выключение режима механических проверок производится при нажатии клавиши «BAND».

При работе в *дополнительном тестовом режиме* (клавиша «12») производятся проверки узлов CD-чейнджера в режиме воспроизведения. В этом режиме используются следующие клавиши:

«FF TRAK+», «REV TRAK-», «SCAN», «MODE» - позволяют управлять режимами работы CD-чейнджера;

«BAND», «AUTO/MANU» - отвечают за режим индикации.

В табл. 2.11 приведены коды ошибок, выявляемых в дополнительном тестовом режиме, и причины, их вызывающие.

Таблица 2.11. Коды ошибок дополнительного тестового режима («Pioneer CDX-P620S»)

Код ошибки	Вид неисправности	Описание	Место неисправности
40	Электрическая	Нет фокусировки. Низкий уровень сигнала FOK	Загрязнение диска и/или оптической системы, царапины на поверхности диска, повышенная вибрация, дефекты сервосистем CD-чейнджера
41	Электрическая	Неисправность в цепи управления или питания электродвигателя M851 (SPINDLE). Низкий уровень сигнала LOCK.	
42	Электрическая	Ошибка чтения субкода	
43	Электрическая	Прерывания воспроизведения фонограммы	

Во время проведения тестовых проверок на дисплее автомагнитолы параллельно индицируется текущее состояние тестовой программы в виде цифрового кода (см. табл. 2.12). В табл. 2.12 также приведено описание соответствия визуально снимаемых результатов с выполняемыми при этом операциями.

Таблица 2.12. Коды текущего состояния тестовой программы («Pioneer CDX-P620S»)

Индицируемое состояние	Описание	Примечание
1	Установка оптического адаптера на нулевую дорожку	
2	Перемещение	При отсутствии

	оптического адаптера к внутренней дорожке	перемещения в течение 10с следует проверить исправность переключателя S853 (HOME)
3,5	Перемещение оптического адаптера к внешней дорожке	
Индицируемое состояние	Описание	Примечание
11	Начало системных установок	
12	Включение электродвигателя M851 (SPINDLE). Начало работы схемы фокусировки	
13	Ожидание окончания фокусировки. Низкий уровень сигнала XSI	Неисправность схемы фокусировки
10, 14	Ожидание окончания фокусировки. Высокий уровень сигнала FOK	Неисправность схемы фокусировки
15, 16, 17	Окончание процесса фокусировки. Начало работы схемы радиального трекинга	Неисправность в цепи фокусировки
18	Включение системы АРУ при фокусировке	Неисправность в цепи фокусировки
19	Включение системы АРУ при работе петли трекинга	Неисправность в цепи фокусировки
20	Ожидание сигналов MIRR, LOCK или чтение субкода. Перемещение оптического адаптера закончено. Подстройка скорости вращения электродвигателя SPINDLE	Обрыв в цепи фокусировки, короткое замыкание в цепи зеркального детектора, ошибка чтения субкода

МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОИГРЫВАТЕЛЕЙ КОМПАКТ-ДИСКОВ

Измерение тока потребления лазерного диода

1. Измерить электронным вольтметром падение напряжения U_R на резисторе R (обычно 10... 12 Ом), установленном последовательно с лазерным диодом (например, R507 на рис. 2.31).
2. Вычислить ток потребления по формуле:
$I_д=U_R/R$.
Следует помнить, что значительное превышение тока над номинальным (например до 150 мА) приводит к разрушению диодов. При проверке также следует учитывать, что мощность излучения контролируется специальной схемой с фотодиодом в цепи отрицательной обратной связи и не рекомендуется изменять заводскую установку переменного резистора в оптическом адаптере.
Иногда контроль правильности функционирования лазерного диода проводят косвенным методом по величине амплитуды высокочастотного EFM сигнала в специально указанной контрольной точке (0,9... 1,2 В).
Измерение уровня высокочастотного EFM сигнала
1. Подключить к контрольной точке EFM сигнала (например, TP502 на рис. 2.31) осциллограф с входным сопротивлением не менее 10 МОм.
2. Установить на воспроизведение тестовый компакт-диск и проверить форму и амплитуду высокочастотного EFM сигнала (рис. 2.36). Размах сигнала должен быть около 1,2 В, а глазковая диаграмма должна представлять собой четкое изображение ромба.
Измерение свободной частоты ГУН схемы ФАПЧ высокочастотного сигнала
Чтобы считывание информации с компакт-диска осуществлялось правильно, EFM демодулятор цифрового процессора сигналов (ЦПС) должен работать с частотой 4,3218 МГц.
Подключить частотомер к выходу тактового генератора цифрового процессора сигналов и проконтролировать его частоту. Она должна быть равна или кратна этой величине.

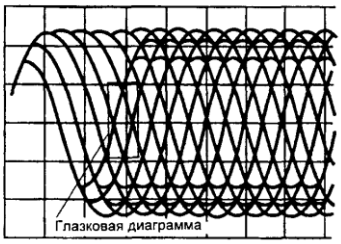


Рис. 2.36. Форма волны высокочастотного EFM сигнала

В некоторых микросхемах ЦПС имеются специальные выводы для контроля. Если такого вывода нет, то можно подключить осциллограф через резистор 1 МОм к выводу кварцевого резонатора, например, выводу 79 на рис. 2.31.
Проверка вида S-кривой в режиме поиска фокуса
При этой проверке с помощью осциллографа наблюдается форма напряжения ошибки фокусировки на выходе соответствующего дифференциального усилителя в режиме поиска фокуса, когда фокусирующая линза оптического адаптера совершает перемещения вверх-вниз.
1. Подключить осциллограф к контрольной точке, в которой имеется сигнал ошибки фокусировки, например TP505 на рис. 2.31.

2. Установить на воспроизведение тестовый (или любой другой) компакт-диск и наблюдать вид сигнала (S-кривую) в то время, когда линза оптического адаптера совершает вертикальные перемещения.

Форма S-кривой должна соответствовать образцу, приведенному на рис. 2.37, при симметричности кривой и размахе между пиками около 3 В.

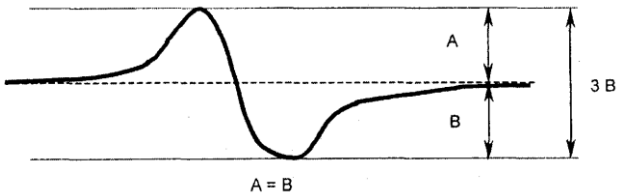


Рис. 2.37. Вид S-кривой в режиме поиска фокуса

2.4.4. Техническая диагностика телевизионных приемников

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ

Технические параметры телевизионных приемников (в дальнейшем телевизоров) и их нормы, характеризующие качество работы телевизоров, приводятся в прилагаемой к ним технической документации. Основными параметрами являются чувствительность, ограниченная шумами, чувствительность, ограниченная синхронизацией, избирательность (селективность), разрешающая способность, геометрические и нелинейные искажения растра, яркость, контрастность. Эти и другие характеристики телевизоров в соответствии с ГОСТ 18198-89 приведены в табл. 2.13, а эргономические требования и функции телевизионных приемников - в табл. 2.14. Частотные диапазоны, номера радиоканалов, номинальные полосы частот радиоканалов, номинальные значения частот несущих вещательного телевидения даны в приложении.

Таблица 2.13. Основные технические параметры телевизоров

Наименование параметра	Норма для телевизора	
	стационарного	переносного
1. Чувствительность, определяемая уровнем входного радиосигнала изображения, мкВ (дБ/мВт), не более: а) ограниченная шумами: НИ диапазоны IV, V диапазоны б) ограниченная синхронизацией: НИ диапазоны IV, V диапазоны 2. Избирательность, дБ, не менее: а) на частоте, меньшей частоты несущей изображения на 1,5 МГц б) в полосе частот, меньших частоты несущей изображения на 1,5—8,0 МГц*	70 (-72) 100(-69) 40 (-75) 70 (-72) 40 34(30)	70 (-72) 100(-69) 40 (-75) 70 (-72) 30 28

Чувствительность по каналу изображения

Различают два вида чувствительности по каналу изображения в зависимости от того, чем она ограничена - шумами или синхронизацией.

Чувствительность по каналу изображения, ограниченная шумами

Чувствительность по каналу изображения, ограниченная шумами, характеризуется наименьшим значением сигнала на входе телевизора, при котором обеспечивается нормальное значение размаха сигнала на катодах кинескопа. При допустимом соотношении сигнал/шум она должна быть не более 70 мкВ в диапазоне метровых волн (I-III каналы) и не более 100 мкВ в диапазоне дециметровых волн (IV-V каналы). При меньшей чувствительности снижается контрастность изображения, цветное изображение становиться черно-белым с цветными помехами и мелкоструктурными мерцаниями.

Чувствительность по каналу изображения, ограниченная синхронизацией

Чувствительность по каналу изображения, ограниченная синхронизацией, характеризуется наименьшим значением сигнала на входе телевизора, при котором возможен устойчивый прием сигнала изображения без искажений в виде искривления вертикальных линий, выбивания строк, подергивания изображения. Ее значение в диапазоне метровых волн составляет 40 мкВ, а в дециметровом - 70 мкВ.

Избирательность

Избирательность телевизора оценивается отношением напряжения заданной частоты к напряжению несущей частоты изображения на входе телевизора при постоянном напряжении на его выходе. Она характеризует способность телевизора подавлять помехи от станций, находящихся за пределами полосы пропускания. Такие помехи . проявляются в виде мелкоструктурной сетки на экране и в виде муара на цветном изображении.

Наиболее опасными являются помехи, создаваемые несущими частотами изображения и звукового сопровождения соседних каналов, отличающиеся от несущей частоты изображения принимаемого канала соответственно на +8,0 МГц и -1,5 МГц. После преобразования в селекторе каналов частоты этих помех равны соответственно: 38,0 - 8,0 = 30,0 МГц и 38,0 + 1,5 = = 39,5 МГц. При определенных условиях в тракте УПЧИ могут образоваться помехи за счет биений между отдельными составляющими полезного сигнала, например, между сигналом звукового сопровождения на промежуточной частоте 31,5 МГц и сигналом цветности на промежуточной частоте 38,0-4,5=33,5 МГц, или 38,0-4,25=33,75 МГц. Частота биений, например, 33,5-31,5=2,0 МГц, попадая в канал яркости, создает заметную сетку на изображении.

Эффективность АРУ сигнала яркости

Эффективность АРУ сигнала яркости характеризует способность телевизора поддерживать уровень сигнала на выходе в установленных пределах при изменении уровня сигнала на входе. Допускается изменение сигнала на выходе не более чем на 3 дБ (2 раза) при изменении уровня радиосигнала на антенном входе телевизора в пределах 0,2...50 мВ. Низкая эффективность АРУ приводит к нарушению правильности цветовоспроизведения.

Яркость изображения

Яркость изображения оценивают по максимальной яркости светлых участков изображения площадью не менее 1 см^2. Яркость изображения должна быть достаточной для просмотра изображения при внешней засветке без напряжения зрения. Экспериментально установлено, что для просмотра изображения яркость свечения экрана кинескопа должна находиться в пределах 30...50 кд/м^2. Современные кинескопы позволяют получать максимальную яркость до 300 кд/м^2 и более. Недостаточная яркость цветного изображения вызывает его искажения. Это объясняется свойствами человеческого глаза, который начинает различать цвета при определенном уровне яркости.

Контрастность изображения

Контрастность изображения характеризует диапазон изменения яркости и определяется отношением максимальной яркости в поле изображения к минимальной яркости. Контрастность изображения зависит от размаха сигнала на катодах кинескопа. В крупных деталях контрастность, так же как и яркость, зависит от типа кинескопа. Так, например, для кинескопов с размерами по диагонали 51 и 61 см контрастность должна быть не менее 100 %.

Разрешающая способность по горизонтали

Разрешающая способность по горизонтали определяет четкость изображения и оценивается по максимальному числу черных и белых линий, которые можно раздельно различать в воспроизводимом изображении при определенных условиях его наблюдения.

При качественной фокусировке и правильном сведении лучей разрешающая способность по горизонтали в центре экрана кинескопа должна составлять не менее 450 линий по таблице ТИТ 0249 для кинескопов с размером экрана 51, 61 и 67см. В углах изображения допускается снижение разрешающей способности не более, чем на 10 %.

Нелинейные и геометрические искажения растра

Нелинейные и геометрические искажения растра проявляются как искривления вертикальных и горизонтальных линий, размеров изображения на экране кинескопа, нарушения пропорциональности изображения. В большинстве случаев нелинейные искажения изображения вызываются искажениями формы тока в катушках отклоняющей системы. Они характеризуются отклонением скорости электронного луча от усредненного ее значения во время прямого хода развертки.

Значение нелинейных искажений по горизонтали и вертикали не должны превышать ±7 % для телевизоров цветного изображения и ±9 % для черно-белых телевизоров.

Геометрические искажения определяются отклонением формы растра от правильного прямоугольника, полностью видимого при номинальном размере изображения. В большинстве случаев геометрические искажения, как и нелинейные искажения, вызываются дефектами отклоняющей системы. Различают геометрические искажения типа «бочка», «подушка», «трапеция» и «параллелограмм».

Максимально допустимый уровень входного сигнала

Максимально допустимый уровень входного сигнала определяет максимальное значение сигнала на антенном входе телевизора, при котором его усилительные каскады работают без перегрузок. В ряде моделей телевизоров для предотвращения перегрузок усилительных каскадов предусмотрено применение делителя входного сигнала 1:10.

Чувствительность канала звукового сопровождения, ограниченная шумами

Чувствительность канала звукового сопровождения, ограниченная шумами, характеризуется наименьшим значением напряжения несущей частоты звукового сопровождения на входе телевизора, при котором на громкоговорителях (акустической системе) обеспечивается напряжение, соответствующее мощности 50 мВт, при отношении напряжения сигнала звукового сопровождения к напряжению шума, равного 26 дБ.

Коэффициент гармонических искажений канала звукового сопровождения

Коэффициент гармонических искажений сигнала звукового сопровождения характеризует степень добавления к полезному сигналу его высших гармоник. Например, при воспроизведении синусоидального сигнала с частотой 100 Гц одновременно могут прослушиваться помехи с кратными частотами, т.е. 200, 300, 400 Гц и т.д.

Номинальная выходная мощность

Номинальной выходной мощностью канала звукового сопровождения считается такая электрическая мощность, измеренная в нагрузке, при которой коэффициент гармоник не превышает заданного значения.

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ

Для измерения технических параметров телевизионных приемников необходимо наличие специальных контрольно-измерительных приборов, а также соблюдение стандартных методик.

Измерительные приборы и вспомогательные средства

Основными радиоизмерительными приборами и вспомогательными техническими средствами, необходимыми для контроля (регулировки) параметров телевизоров, являются:

осциллографы:

полоса пропускания 25 Гц...8 МГц, входное сопротивление 75 (±3) Ом;
диапазон измеряемых напряжений от 0 до 1,5 В;
полоса пропускания 0...10 МГц, входное сопротивление не менее 1 МОм;
диапазон измеряемых входных напряжений от 0 до 300 В.

генератор полного телевизионного сигнала шахматного поля:

число клеток шахматного поля по вертикали - 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21;
по горизонтали - 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28;

высокочастотный генератор радиосигнала изображения:

диапазон частот 25 Гц ... 860 МГц;
режимы модуляции: внутренняя амплитудная синусоидальным сигналом 1000 Гц (±50 Гц) и внешняя амплитудная полным (полным цветовым) телевизионным сигналом в полосе частот от 50 Гц до 6.5 МГц;

генератор сигналов основных цветов, служащих для формирования полных цветовых телевизионных сигналов:
белого, черного, красного, зеленого, синего и пурпурного полей, номинальный размах выходного сигнала 1 В для сигналов красного, зеленого и синего полей и 0,75 В -для сигнала пурпурного поля; *генератор полного цветового видеосигнала универсальной электрической испытательной таблицы* (УЭИТ) с номинальным размахом выходных сигналов 1 В и выходным сопротивлением 75 (±3) Ом;
высокочастотный генератор радиосигнала звукового сопровождения:
диапазон частот 25...860 МГц,
режимы модуляции: внутренняя частотная синусоидальным сигналом (1000±50) Гц и внешняя частотная синусоидальным сигналом от 40 Гц до 20 кГц; регулировка выходного напряжения от 20 мкВ до 220 мВ;
генератор полного телевизионного сигнала для формирования измерительного сигнала во всех строках или в каждой четвертой и седьмой строках (по выбору), в котором содержится пятиступенчатый сигнал по ГОСТ 18471-83. Уровень сигнала в промежуточных строках должен соответствовать (по выбору) уровню черного или белого, номинальный размах выходного сигнала -1 В;
генератор несущих изображения и звукового сопровождения:
частотные диапазоны I—III по ГОСТ 7845-79;
диапазон частот сигналов звукового сопровождения 40... 15000 Гц;
входной модулирующий сигнал несущей изображения - полный (полный цветовой) телевизионный сигнал;
размах напряжения входного модулирующего сигнала при номинальном коэффициенте амплитудной модуляции 1 В;
генератор сигналов основных цветов, служащих для формирования полного цветового телевизионного сигнала цветных полос номенклатуры 100/0/75/0, 100/0/25/0, 75/0/75/0, 25/0/25/0 и последовательности 1,2 или 3. Взаимное влияние выходных сигналов частотой до 7 МГц - не более минус 60 дБ, номинальный размах каждого выходного сигнала 0,7 В;
генератор полного телевизионного сигнала серого поля:
уровень сигнала яркости от 0 (уровень черного) до 100 % (уровень белого) с регулировкой ступенями через 10 %; диапазон измеряемых напряжений от 1 мкВ до 1 В;
диапазон частот от 0,01 до 30 МГц;
полоса частот в режиме узкой полосы пропускания - не шире 0,2 кГц;
полоса частот в режиме широкой полосы пропускания - не менее 9 кГц;
вход асимметричный с входным сопротивлением (75±3)Ом;
частотомер:
диапазон измеряемой частоты от 0.1 до 60 МГц;
входное сопротивление не менее 1 МОм;
входная емкость не более 30 пФ;
делитель с переходным кабелем (рис. 2.44):
диапазон частот от 25 до 860 МГц;

входное сопротивление - (75±3) Ом;
номинальный размах выходного сигнала 1 В;
генератор низкочастотных синусоидальных сигналов:
диапазон частот 40... 15000 Гц, пределы выходных напряжений на нагрузке 600 Ом от 1 до 2000 мВ (среднеквадратические значения);
генератор шумовых сигналов:
диапазон шумовых сигналов от 50 Гц до 6 МГц, выходное напряжение регулируемое от 10 мВ до 1 В;
вольтметр переменного тока:
диапазон измеряемых напряжений от 150 до 250 В, диапазон частот 45...500 Гц, входное сопротивление не менее 100 кОм;
вольтметр постоянного тока:
диапазон измеряемых напряжений от 1 до 30 В;
входное сопротивление не менее 8 МОм;
милливольтметр переменного тока:
диапазон измеряемых напряжений от 3 мВ до 10 В;
диапазон частот от 40 Гц до 100 кГц; входное сопротивление не менее 4 МОм;
селективный микровольтметр:

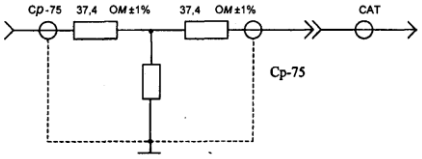


Рис. 2.44. Делитель с переходным кабелем

взвешивающий фильтр:
входное и выходное сопротивление (75+3) Ом;
постоянная времени 0,33-10"^{6} с;
преобразователь полного сопротивления:
входное сопротивление с делителем 1:130 - не менее 500 кОм, с делителем 1:25 - не менее 50 кОм, с делителем 1:5 - не менее 10 кОм, выходное сопротивление (75±3) Ом; выходная емкость не более 10 пФ;
разветвитель с переходным кабелем (рис. 2.45):
диапазон частот 25...860 МГц;
входы и выходы асимметричные;
входные и выходные сопротивления (75±3) Ом;
ослабление выходного напряжения каждого из генераторов на нагрузке 75 Ом на бЦ$дБ;
согласователь - экранированный резистор (600±30) Ом;
источник постоянного тока:
пределы регулировки выходного напряжения от 3 до 15 В;
выходное сопротивление не более 0,5 Ом;
допустимый ток нагрузки не менее 5 А;
регулятор напряжения однофазный:
выходное напряжение регулируемое от 100 до 250 В;
допустимый выходной ток не менее 2 А;

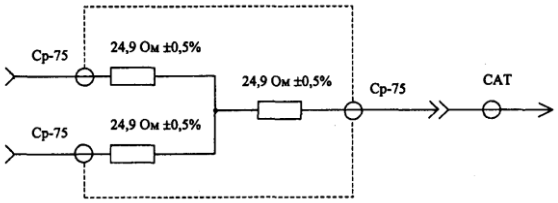


Рис. 2.45. Разветвитель с переходным кабелем

фотометр:
диапазон яркостей от 1 до 500 кд/м^{2};

время установления показаний не более 3 с;
диаметр измеряемого участка экрана не более 30 мм;
телевизионный калориметр:
диаметр измеряемого участка экрана не более 20 мм;
минимальная яркость, необходимая для измерения координат цветности основных цветов, 5 кд/м^2;
минимальная яркость, необходимая для измерения координат цветности опорного белого, 10 кд/м^2;
измеритель геометрических и нелинейных искажений - диапроектор, который должен позволять изменять размеры проецируемого изображения в пределах ± 20 % номинальных размеров, перемещать изображение раздельно по вертикали и по горизонтали в пределах ± 12 % номинального размера, поворачивать изображение вокруг его центра в пределах ±45°. В диапроектор вставляют диапозитив с измерительной таблицей, которая представляет собой сетчатое поле с 15 (21) клетками по вертикали и с 20 (28) клетками по горизонтали. Горизонтальная и вертикальная линия каждой клетки делится на 5 крупных делений, каждое из которых делится на 5 мелких делений. Для обеспечения необходимой точности измерений цена деления шкалы не должна превышать 0,0033 размера изображения по вертикали;
кодирующее устройство:
входной сигнал - полный (полный цветовой) сигнал;
номинальный размах выходного напряжения 1 В;
раздельные входы для подключения каждого из сигналов основных цветов;
возможность раздельного выключения сигнала яркости и цветовых поднесущих; выходные сигналы - сигналы основных цветов или ПТС;
измеритель модуляции и уровня видеосигнала:
диапазон измеряемых уровней и разностей уровней от -1,5 до +1,5;
пределы плавного регулирования положения стробирующего импульса в интервале строки от 1 до 64 мкс;
ширина стробирующего импульса 1(±0,1)мкс;

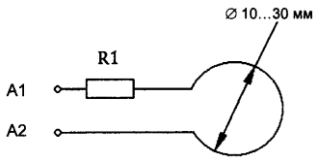


Рис. 2.46. Петля связи

петля связи (рис. 2.46):
диаметр провода 0,25...0,5 мм, выход генератора или вход измерительного прибора подключают к точкам А1 и А2.

Подготовка к измерениям ТП телевизора

Телевизор и измерительные приборы включают не менее чем за 20 мин до начала проведения измерения ТП. Измерение ТП телевизора с питанием от сети проводят при номинальном напряжении питания с допускаемым отклонением в пределах ±2 %, номинальной частоте сети с допускаемым отклонением в пределах ±1 Гц и коэффициентом гармоник по напряжению питания, не более 5 %.

Перед проведением измерений необходимо настроить телевизор регулятором ручной настройки гетеродина или способом, указанным в ТУ, на телевизор конкретного типа так, чтобы при подаче на вход телевизора несущей

изображения с номинальным значением частоты, получить номинальное значение промежуточной частоты несущей изображения.
При этом промежуточную частоту несущей изображения контролируют частотомером или при помощи селективного микровольтметра в режиме узкой полосы пропускания, подключенного через усилитель при помощи петли связи или непосредственно к соответствующей точке усилителя сигнала промежуточной частоты изображения (УПЧИ).
В тех случаях, когда непосредственное подключение частотомера или усилителя к УПЧИ телевизора невозможно по причинам влияния на его электрические параметры или по конструктивным причинам, применяют способ нулевых биений, как это указанно в пункте «Настройка телевизора способом нулевых биений».
Измерения параметров телевизора, имеющего систему автоматической подстройки частоты гетеродина (АПЧГ), допускается проводить после настройки телевизора при включенной системе АПЧГ.
Измерение промежуточной частоты несущей изображения при помощи селективного микровольтметра
Селективный микровольтметр при помощи петли связи или другим удобным способом необходимо связать с УПЧИ телевизора и подать на вход телевизора от ВЧ генератора радиосигнала изображения несущую изображения с номинальным значением частоты, контролируемую по частотомеру.
Селективный микровольтметр необходимо настроить на прием промежуточной несущей в режиме узкой полосы пропускания. После этого, не меняя настройки селективного микровольтметра, подать на его вход от ВЧ генератора радиосигнала изображения немодулированный радиосигнал, частоту которого устанавливают такой, чтобы показания селективного микровольтметра было максимальным. Затем радиосигнал от ВЧ генератора радиосигнала изображения подают на вход частотомера и измеряют частоту этого радиосигнала, т.е промежуточную частоту несущей изображения.
Настройка телевизора способом нулевых биений
1. Высокочастотные генераторы радиосигналов изображения и звукового сопровождения подключить через разветвитель к входу телевизора и настроить их на номинальные частоты несущих изображение и звукового сопровождения. Несущую изображения при этом модулируют полным цветным телевизионным сигналом ПЦТС универсальной электрической испытательной таблицы (УЭИТ), а несущую звукового сопровождения - синусоидальным сигналом частотой 1000 Гц и с девиацией ±15 кГц.
2. Регулятором ручной настройки гетеродина (или другим способом, указанным в ТУ на телевизор конкретного типа) настроить телевизор до получения удовлетворительного качества изображения и звукового сопровождения, после чего выключить ВЧ-генератор радиосигнала звукового сопровождения и модуляцию ВЧ-генератора радиосигнала изображения.
3. С выхода второго высокочастотного генератора радиосигнала изображения, настроенного на номинальную частоту промежуточной несущей изображения, навести сигнал на вход УПЧИ телевизора при помощи петли

связи. Уровень сигнала второго высокочастотного генератора радиосигнала изображения установить таким, чтобы на экране осциллографа, подключенного к выходу видеодетектора или к другой удобной точке схемы телевизора, были четко видны биения между несущей изображения и сигналом от второго высокочастотного генератора.

4. Регулятором ручной настройки гетеродина (или другим способом, указанным в ТУ на телевизор конкретного типа) настроить телевизор до получения нулевых биений.

Настройка телевизора при помощи селективного микровольтметра

1. Установить по частотомеру в высокочастотном генераторе радиосигнала изображения значение промежуточной частоты несущей изображения и подать ее на селективный микровольтметр, который настраивают на прием сигнала в режиме узкой полосы пропускания.
2. Несущую изображения с установленным значением частоты от высокочастотного генератора радиосигнала изображения подать на вход телевизора, УПЧИ которого при помощи петли связи или другим удобным способом связывают с входом селективного микровольтметра.
3. Регулятором ручной настройки гетеродина (или другим способом, указанным в ТУ на телевизор конкретного типа) настроить телевизор до по лучения максимального показания селективного микровольтметра, настроенного указанным выше способом на прием промежуточной несущей изображения с номинальным значением частоты.

Измерения параметров телевизора проводят при нормированном сигнале (сигнал яркости на выходе видеоусилителя у телевизоров черно-белого изображения), или сигнала зеленого цвета (у телевизоров цветного изображения), уровень черного и уровень белого которого равны соответственно уровню черного и уровню белого сигнала на том же выходе видеоусилителя при нормированном изображении.

Первоначальную установку нормированного сигнала выполняют при установке нормированного изображения. При этом для проведения последующих измерений отмечают уровни черного и белого нормированного сигнала по осциллографу ($R_{вх}$=1 МОм) в режиме открытого входа. Измерение уровней проводят относительно корпуса или другой удобной точки телевизора, указанной в ТУ на телевизор конкретного типа. При измерениях нормированный сигнал устанавливают регуляторами контрастности и яркости при помощи фотометра по нормированному изображению или при помощи осциллографа ($R_{вх}$=1 МОм) по уровням черного и белого, отмеченным при первоначальной установке нормированного сигнала.

Измерение сигнала в канале изображения проводят на том же выходе видеоусилителя, на котором определяют нормированный сигнал.

Нормированное изображение устанавливают следующим образом:

1. От высокочастотного генератора несущих изображения и звукового сопровождения через делитель подать на вход телевизора несущую изображения, модулированную ПТС от генератора шахматного поля (для телевизоров с диагональю экрана более 51 см) или черно-белого поля от генератора

ПТС черно-белого поля (для телевизоров с диагональю экрана не более 51 см). При этом число клеток шахматного поля устанавливают равным по вертикали - 3, а по горизонтали - 4.

2. Регуляторами контрастности и яркости по фотометру установить нормированное изображение: яркость черной клетки или черного поля равной 2 кд/м , а яркость белой клетки или белого поля равной 80 кд/м^2. При невозможности точно установить указанные значения яркостей, установить ближайшие к ним. Яркость измерить на клетках, расположенных вблизи центра экрана. Световые и цветовые измерения производить в затемненном помещении, где внешняя засветка экрана телевизора не влияет на результат измерения. Измерение сигнала в канале звукового сопровождения проводят на громкоговорителе (акустической системе). Допускается вместо громкоговорителя применять резистор, сопротивление которого должно быть равно с допуском ±5 % активному сопротивлению громкоговорителя.

Регуляторы, предназначенные для потребителя (при их наличии в телевизоре) установить в следующее положение:

регулятор громкости в положение стандартного напряжения канала звукового сопровождения (среднее квадратическое значение напряжения на громкоговорителе или акустической системе при стандартной выходной мощности);

регуляторы контрастности и яркости - в положение нормированного сигнала;

регуляторы цветового тона - в положение опорного белого цвета;

регуляторы частоты строк и кадров - в положение устойчивой синхронизации;

регулятор насыщенности - в положение точного матрицирования сигнала яркости и сигнала красного цвета (в соответствии с п. «Измерение точности матрицирования»);

регуляторы тембра - в положение максимального подъема амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в области низких и высоких частот.

При измерениях и настройке телевизора на его вход подают от ВЧ-генераторов несущие изображения и звукового сопровождения с уровнями 1 мВ и 0,33 мВ соответственно. При измерении уровней входных радиосигналов соотношение уровней несущих изображения и звукового сопровождения поддерживают постоянным.

Коэффициент амплитудной модуляции несущей изображения и девиацию частоты несущей звукового сопровождения устанавливают соответственно 85 % и ±50 кГц (или ±15кГц). Девиацию частоты несущей звукового сопровождения ВЧ генератора несущих изображение и звукового сопровождения устанавливают регулятором девиации в пределах от 25 до 50 кГц, а при меньших значениях девиации - дополнительной регулировкой выходного уровня генератора НЧ-генератора синусоидальных сигналов.

МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕЛЕВИЗОРОВ

Контроль ТП телевизионных приемников проводят в соответствии с ГОСТ 9021-88, используя при этом рекомендованные приборы, фильтры, разветвители, согласующие устройства, эквиваленты антенны и т.д.

Измерение чувствительности, ограниченной шумами и определяемой уровнем входного радиосигнала изображения

Чувствительность, ограниченную шумами и определяемую уровнем входного радиосигнала изображения, измеряют в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 2.47, в следующей последовательности:

1. На вход телевизора от высокочастотного генератора радиосигналов изображения через делитель подать несущую изображения, модулированную полным телевизионным сигналом (ПТС), содержащим в каждой строке пятиступенчатый сигнал с уровнем 0 (уровень черного) и 20, 40, 60, 80, 100 % (уровень белого).
2. По осциллографу, подключенному через преобразователь и взвешивающий фильтр, измерить напряжение шумов $1/_{ш1}$ на ступени с уровнем 40 или 60 % и размах нормированного сигнала яркости U_c, снимаемого с выхода видеоусилителя зеленого цвета. При измерении ($У_{ш1}$ отдельные выбросы на осциллограмме не учитывают.

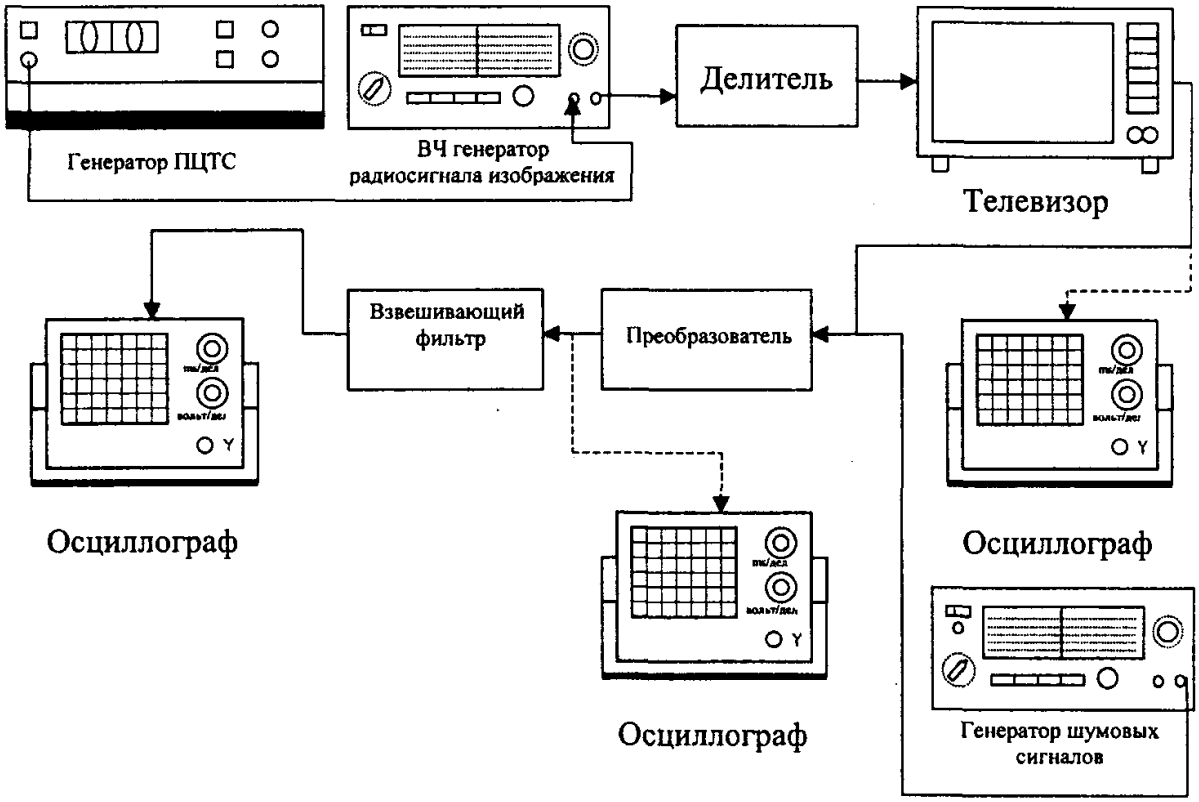


Рис. 2.47. Схема подключения приборов при измерении чувствительности, ограниченной шумами и определяемой уровнем входного радиосигнала изображения

3. Рассчитать среднее квадратическое значение напряжения шумов $u_{ш2}$ и отношение а размаха нормированного сигнала к среднему квадратическому значению напряжения шумов $С/_{ш2}$ в дБ по формулам

4. Уменьшать ступенями аттенюатора высокочастотного генератора радиосигналов изображения уровень входного радиосигнала и для каждого значения уровня установить нормированный сигнал и измерить размах напряжения шумов ($7_{Ш}1$, после чего рассчитать значение а.
5. За чувствительность, ограниченную шумами и определяемую уровнем входного радиосигнала изображения, принимают уровень входного радиосигнала изображения, при котором отношение размаха нормированного сигнала к среднему квадратическому значению напряжения шумов составляет 28 дБ.
Измерения рекомендуется производить в одном канале I диапазона, одном из верхних каналов III диапазона, а также в одном из нижних, одном из средних и одном из верхних каналов IV и V диапазонов Примечание.
1. Допускается производить измерения без взвешивающего фильтра. В этом случае чувствительность канала изображения, ограниченную шумами, определяют при отношении размаха нормированного сигнала к среднему квадратическому значению напряжения шумов, равного 20 дБ.
2. Для увеличения точности измерения среднего квадратического значения напряжения шумов рекомендуется до начала измерений произвести калибровку осциллографа по генератору шумовых сигналов, подключаемому к осциллографу через преобразователь и взвешивающий фильтр.
Измерение чувствительности, ограниченной синхронизацией и определяемой уровнем входного радиосигнала изображения
Чувствительность, ограниченную синхронизацией и определяемую уровнем входного радиосигнала изображения, измеряют в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 2.47, в следующей последовательности:
1. На вход телевизора от высокочастотного генератора радиосигналов изображения через делитель подать несущую изображения, модулированную полным телевизионным сигналом от генератора ПТС (шахматного или сеточного поля).
2. Уменьшить ступенями аттенюатора высокочастотного генератора радиосигналов изображения уровень входного радиосигнала, для каждого значения уровня установить нормированный сигнал и визуально определить качество синхронизации разверток (при наличии в телевизоре регуляторов частоты строк и кадров, предназначенных для потребителя, их регулируют до получения устойчивого изображения).
За чувствительность, ограниченную синхронизацией и определяемую уровнем входного радиосигнала изображения, принимают уровень входного радиосигнала изображения, дальнейшее уменьшение которого приводит к появлению дефектов синхронизации разверток. Дефектом синхронизации считают срыв синхронизации по кадрам и (или) по строкам, выбивание группы строк (более 15), подергивания группы строк (более 15) или кадра. Ни один из указанных дефектов не должен проявляться как при переключении каналов, так и после неоднократного включения и выключения телевизора. Измерения рекомендуется проводить в одном канале I диапазона, в

одном из верхних каналов III диапазона, а также в одном из нижних, в одном из средних и в одном из верхних каналов IV и V диапазонов.
Примечание.
1. Изгибы вертикальных линий под воздействием напряжения шумов не считаются дефектом синхронизации разверток.
2. Если не представляется возможным установить нормированный сигнал, то уровень входного радиосигнала изображения уменьшают до появления какого-либо из указанных дефектов синхронизации при регуляторе контрастности, установленном в положение максимальной контрастности.
Измерение избирательности телевизоров
Избирательность телевизоров с синхронным детектором проводят двухсигнальным методом, а у телевизоров с детектором огибающей - односигнальным методом. Избирательность измеряют на частотах, для которых указаны нормы в ГОСТ 18198-85, в том числе на частотах, отстоящих от несущей изображения от -1,5 до -2 МГц и от +8 до +10 МГц. Измерения рекомендуется производить в одном канале I диапазона, в одном из верхних каналов III диапазона, а также в одном из нижних и в одном из верхних каналов IV-V диапазонов.
Измерение избирательности двухсигнальным методом. Избирательность двухсигнальным методом измеряют в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 2.48, в следующей последовательности:
1. Подать на вход телевизора через разветвитель радиосигналы от двух высокочастотных генераторов радиосигналов изображения.
2. Подключить к выходу видеодетектора телевизора осциллограф ($R_{ВХ}$ =1 МОм) через входящий в его комплект выносной делитель и селективный микровольтметр - через резистор сопротивлением 390±39 Ом.
3. От первого высокочастотного генератора подать несущую изображения канала (в котором проводят измерения), модулированную полным телевизионным сигналом белого поля от генератора основных цветов. Аттенюатором первого высокочастотного генератора установить уровень радиосигнала изображения, равным ранее измеренному уровню, соответствующему чувствительности, ограниченной шумами, или превышающую этот уровень не более, чем в два раза.
4. От второго высокочастотного генератора подать немодулированный радиосигнал, с частотой на 100 кГц меньше номинального значения частоты несущей изображения. Аттенюатором генератора установить такой уровень радиосигнала, чтобы на выходе видеодетектора размах напряжения биений был в 4-10 раз меньше размаха сигнала яркости от уровня черного до уровня белого (размахи обоих сигналов измеряют осциллографом). Селективным микровольтметром измерить напряжение биений $u_{1.1}$ в дБ (мкВ).
5. Установить частоту второго высокочастотного генератора на 100 кГц больше номинального значения частоты несущей изображения. Селективным микровольтметром измерить напряжение биений $U_{1.2}$ в дБ (мкВ).
6. Определить среднее арифметическое значение U_1 в дБ (мкВ) по формуле: $U_1=(U_1+U_2)/2$

7. При измерении избирательности на частоте *f* частоту второго высокочастотного генератора установить равной этой частоте при сохранении уровня радиосигнала этого генератора и селективным микровольтметром измерить напряжение биений $U_{2.1}$ в дБ (мкВ).

8. Измерить селективным микровольтметром напряжение $U_{2.2}$ в дБ (мкВ) в той же точке схемы телевизора при выключенном втором генераторе.

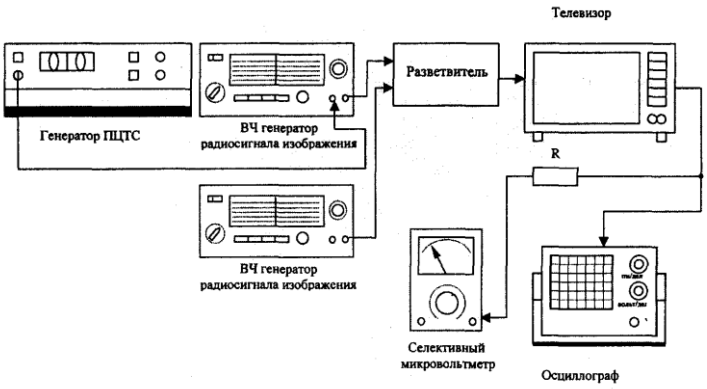


Рис. 2.48. Схема подключения приборов для измерения избирательности телевизора двухсигнальным методом

Если разность напряжений $U_{2.1}$ и $U_{2.2}$ по модулю равна или больше 10 дБ, то избирательность β в дБ на частоте *f* можно рассчитать по формуле: $\beta = U_1 - U_{2.1}$.

Если разность значений напряжений $U_{2.1}$ и $U_{2.2}$ меньше 10 дБ, то следует увеличить уровень радиосигнала второго генератора на величину U_3 в дБ (мкВ) до выполнения условия, при котором разность новых значений напряжений $U_{3.1}$ и $U_{3.2}$, измеренных селективным микровольтметром, соответственно при включенном и выключенном втором генераторе будет равна или превысит 10 дБ.

Рассчитать избирательность β в дБ на частоте *f* по формуле:

$\beta = U_1 - U_{3.1} + U_3$.

Примечание:

1. Избирательность по промежуточной частоте и по зеркальному каналу измеряют на частотах в полосе 31,25...39,25 МГц и в полосе частот зеркального канала, при которых размахи биений на выходе видеодетектора, контролируемые осциллографом, имеют экстремальные значения.
2. Для уменьшения внешних помех допускается проведение измерений селективным микровольтметром при выключенной модуляции первого генератора.

Измерение избирательности односигнальным методом. Избирательность односигнальным методом измеряют в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 2.49, в следующей последовательности.

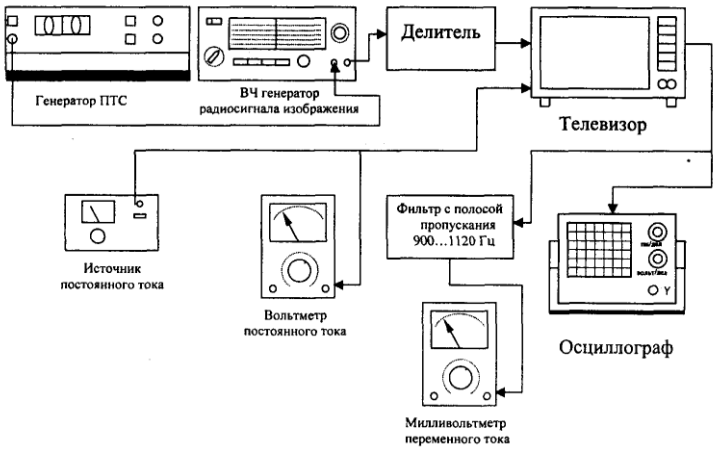


Рис. 2.49. Схема подключения приборов при измерении избирательности телевизора односигнальным методом

1. Подать на вход телевизора через делитель от генератора высокочастотных радиосигналов несущую изображения, модулированную полным телевизионным сигналом шахматного поля от

генератора ПТС шахматного поля.
2. Аттенюатором высокочастотного генератора установить уровень радиосигналов изображения равным уровню, соответствующему чувствительности, ограниченной шумами.
3. Измерить вольтметром постоянного тока напряжение смещения в цепи АРУ.
4. Подать в цепь АРУ от источника постоянного тока напряжение смещения, равное измеренному, способом, указанным в ТУ на телевизор конкретного типа.
5. Установить в высокочастотном генераторе радиосигналов изображения внутреннюю модуляцию несущей синусоидальным сигналом частотой равной 1000 Гц, с коэффициентом модуляции, равным 50 %.
6. Визуально по осциллографу, подключенному к выходу видеодетектора телевизора, проконтролировать форму сигнала, которая должна быть синусоидальной, а также уровень шумов.
7. Измерить вольтметром переменного тока, подключенным к выходу видеодетектора через фильтр или непосредственно, напряжение на выходе видеодетектора $U_{вых1}$.
8. Аттенюатором высокочастотного генератора изображения уменьшить уровень радиосигнала на входе телевизора до значения U_{BX1}. при котором напряжение на выходе видеодетектора $U_{вых2}$ будет в четыре раза меньше напряжения $U_{вых1}$.
9. При измерении избирательности на частоте *f*, частоту несущей высокочастотного генератора изображения установить равной этой частоте, а уровень радиосигнала на выходе телевизора увеличить до значения U_{Bx2}, при котором напряжение на выходе видеодетектора будет равным напряжению $U_{вых2}$.
10. Рассчитать избирательность β в дБ на частоте *f* по формуле: $\beta=20\lg U_{p2}/Up1$.

Измерение эффективности автоматической регулировки усиления

Эффективность автоматической регулировки усиления измеряют в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 2.47, в следующей последовательности:
1. Подать на вход телевизора через делитель от высокочастотного генератора радиосигналов несущую изображения с уровнем 0,2 мВ, модулированную полным телевизионным сигналом шахматного поля от генератора полного телевизионного сигнала шахматного поля.
2. Установить нормированный сигнал, не изменяя при этом положения регуляторов яркости и контрастности.
3. Произвести измерение значения размаха нормированного сигнала U_{p1} (на рис.2.47 показано пунктиром) по осциллографу, подключенному через преобразователь к выходу видеоусилителя зеленого цвета.
4. Аттенюатором высокочастотного генератора повысить уровень радиосигнала изображения на входе телевизора до 50 мВ и измерить размах сигнала U_{p2} от уровня черного до уровня белого.

5. Рассчитать эффективность АРУ по формуле

$M = 20\lg U_{p2}/U_{p1}$

Измерение максимально допустимого уровня входного радиосигнала

Максимально допустимый уровень входного радиосигнала измеряют в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 2.50, в следующей последовательности:

1. Подать на вход телевизора от высокочастотного генератора радиосигналов через разветвитель несущую изображения, модулированную полным цветовым телевизионным сигналом УЭЙТ, и от высокочастотного генератора радиосигналов звукового сопровождения несущую звукового сопровождения, модулированную синусоидальным сигналом частотой 1 кГц с девиацией ±50 кГц.
2. Установить регулятором громкости по милливольтметру переменного тока номинальное напряжение канала звукового сопровождения (среднеквадратическое значение напряжения на громкоговорителе или акустической системе при номинальной выходной мощности).
3. Регулятором громкости по вольтметру установить номинальное напряжение канала звукового сопровождения, при этом уровень радиосигнала на входе телевизора повышать ступенями, устанавливая для каждого значения уровня нормированный сигнал и номинальное напряжение канала звукового сопровождения.
4. Визуально определить качество синхронизации разверток, форму линий растра, количество градаций яркости, сохранение баланса белого по шкале серого, правильность воспроизведения цветов, а также оценить на слух качество сигнала звукового сопровождения.
5. Выключить и повторно включить телевизор, а также переключить несколько телевизионных каналов. Оценить качество изображения и звука, которые не должны изменяться, в противном случае необходимо уменьшить уровень радиосигнала на входе телевизора и повторить измерения.

Рис. 2.50. Схема подключения приборов для измерения максимально допустимого уровня входного радиосигнала

6. За максимально допустимый уровень входного радиосигнала принимают наибольший уровень радиосигнала изображения на входе телевизора, при котором еще отсутствуют дефекты синхронизации разверток, существенные нарушения прямолинейности линий, воспроизводится не менее пяти градаций яркости, сохраняется баланс белого и воспроизведение цветов, отсутствует воспринимаемые на слух искажения сигнала звукового сопровождения

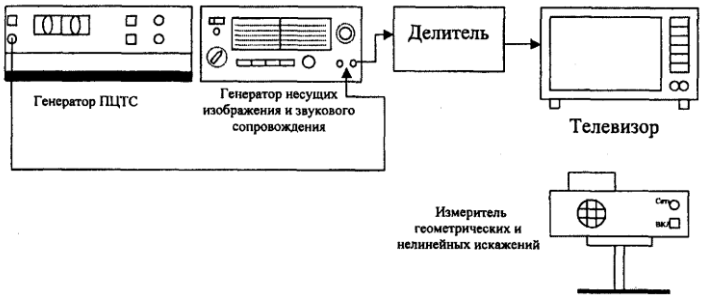


Рис. 2.51. Схема подключения приборов для измерения нелинейных искажений изображения

Примечание.

1. Допускается производить измерения при использовании сигналов других таблиц, содержащих сетчатое поле, шкалу серого и цветные полосы вместо сигнала таблицы УЭИТ.
2. Допускается использование встроенного в телевизор делителя входного радиосигнала (при его наличии) при уровне радиосигнала изображения на входе телевизора более 50 мВ.
3. Номинальное напряжение канала звукового сопровождения - это среднее квадратическое значение на громкоговорителе (акустической системе) при номинальной выходной мощности.

Измерение нелинейных искажений изображения

Нелинейные искажения изображения измеряют в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 2.51, в следующей последовательности:

1. Подать на вход телевизора через делитель от генератора несущих изображения и звукового сопровождения несущую изображения, модулированную полным телевизионным сигналом от генератора ПТС шахматного поля (с числом клеток 21 х28 или 15х20) или от генератора ПТС сетчатого поля.
2. Установить соответствующими регуляторами яркость и контрастность изображения, удобные для проведения измерений.
3. С расстояния, равного пятикратной высоте изображения, спроецировать на экран телевизора изображение от диапроектора (измеритель геометрических и нелинейных искажений), оптическая ось которого должна быть совмещена с перпендикуляром к экрану в его центре.
4. По шкале изображения диапроектора измерить вблизи горизонтальной оси экрана ширину трех (при числе клеток 21х28) или двух (при числе клеток 15х20) наиболее широких смежных клеток и ширину соответственно трех или двух наиболее узких смежных клеток шахматного или сетчатого поля. Аналогично измерить вблизи вертикальной оси экрана высоту трех или двух наиболее широких и наиболее узких смежных клеток. При необходимости изображение диапроектора перемещают и поворачивают относительно осей экрана. При числе клеток 15х20 не учитывают неполные клетки от каждого

края, а при числе клеток 21х28 - неполные клетки и по одной полной клетке от каждого края.
5. Рассчитать коэффициент нелинейных искажений К,, (в %) по формулам:
для положительного значения $K_н$:
$K_H=(L_{max}-L_{cp})/L_{cp}$.
для отрицательного значения K_H:
$K_H=(L_{min}-L_{cp})/L_{cp}$
где L_{max} - ширина (или высота) трех или двух наиболее широких смежных клеток; L_{min} - ширина (или высота) трех или двух наиболее узких смежных клеток; Lc_P - средняя ширина (или высота) трех или двух клеток, которая рассчитывается по формуле:
$L_{cp} = 3L/n$
(при числе клеток 21 х28),
$L_{cp} = 2L/n$
(при числе клеток 15х20),
где L - полный размер изображения по горизонтали (или вертикали), включающий учтенные полные клетки и измеряемый по шкале диапроектора; n - число учетных полных клеток.
Примечание.
1. Допускается проводить измерения измерительной линейкой с пределами измерения 20...600 мм, ценой деления - не более 1 мм. При измерениях должно быть обеспеченно исключение параллакса (погрешности измерения из-за кривизны экрана);
2. Допускается определять нелинейные искажения изображения по фотографии шахматного или сетчатого поля, полученных с помощью фотоаппарата, находящегося на расстоянии пяти высот экрана, при условии что ось объектива фотоаппарата совмещена с перпендикуляром к экрану в его центре.
Измерение геометрических искажений изображения
Геометрические искажения изображения измеряют в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 2.51, в следующей последовательности:
1. Подать на вход телевизора радиосигнал изображения, установив яркость и контрастность изображения, и спроецировать на экран телевизора от диапроектора (измерителя геометрических нелинейных искажений) измерительную таблицу, как указанно в п. *Нелинейные искажения изображения.*
2. В воспроизводимом изображении необходимо выделить четырехугольник АВСД (рис. 2.52), сторонами которого являются линии шахматного или сетчатого поля.
3. По шкале изображения диапроектора произвести измерение расстояний АВ, ВС, СД, АД, АС и ВД и максимальных отклонений а1, а2, Ы, Ь2, d, с2, d1 и с/2 воспроизводимых линий шахматного или сетчатого поля от линий изображения АВ, ВС, СД, АД, спроецированных диапроектором. При необходимости изображение диапроектора перемещают и поворачивают относительно осей экрана.

4. Рассчитать геометрические искажения изображения $К_г$ в %

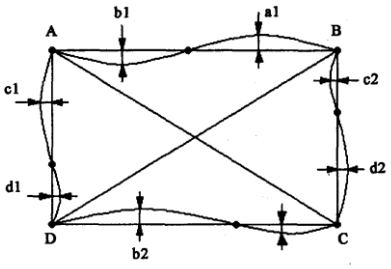


Рис. 2.52. К измерению геометрических искажений

Примечание.
1. В телевизоре цветного изображения измерения проводят на зеленом растре.
2. Допускается производить измерения при помощи других измерительных средств, как это указанно в п. «Измерения нелинейных искажений»).

Измерение разрешающей способности

Разрешающую способность измеряют визуально в следующей последовательности:

1. Подать на вход телевизора от генератора несущих изображения и звукового сопровождения несущую изображения, модулированную ПТС испытательной таблицы, имеющей штриховые клинья и приведенную в ГОСТ 19139-73.
2. Установить регулятор насыщенности (для цветных телевизоров) в положение минимальной насыщенности, а регуляторы контрастности и яркости в положения, при которых различаются не менее 8 градаций яркости.
3. Произвести настройку селектора каналов по различимости наибольшего числа линий по клину в центре экрана.
4. По клиньям в центре и углах экрана определить границу уверенного различения линий и по шкалам, расположенным рядом с клиньями, количественно оценить число разрешаемых линий.

Примечание.

Рис. 2.53. Схема подключения приборов для измерения баланса белого

1. Для цветных телевизоров, в которых контуры режекции частот не выключаются, допускается ухудшение различения в области 310—430 линий.
2. Аналогично определяют разрешающую способность для черно-белых телевизоров в центре и углах экрана.
3. Измерения проводят с расстояния лучшей различимости мелких деталей на черно-белом изображении.

Измерение баланса белого

Баланс белого измеряют в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 2.53, в следующей последовательности:

1. Подать на вход телевизора через делитель от высокочастотного генератора несущих изображения и звукового сопровождения несущую изображения, модулированную полным телевизионным сигналом от генератора ПТС серого поля.
2. В генераторе ПТС серого поля для получения нормированного сигнала установить уровень сигнала яркости равным 100 %, после чего положение

регуляторов контрастности и яркости не изменяют. При наличии в телевизоре регуляторов цветового тона, предназначенного для потребителя, установить по калориметру в центральной части экрана цвет свечения, возможно более близкий к опорному белому Д.

3. Измерить калориметром координаты цветности белого цвета свечением экрана x1 и y1 и определить их отклонения от координат цветности белого $Д_{65}$ по формулам:

$\Delta x1=[x1-x0]$;

$\Delta y1=[y1-y0]$;

где xO и y0 - координаты цветности белого $Д_{65}$ по ГОСТ 7845-79.

4. В генераторе ПТС серого поля поочередно установить уровни сигнала яркости равными 80, 70, 60 и 50 % уровня белого и для каждого уровня измерить при помощи колориметра координаты цветности, получая соответственно значения x2 и y2, x3 и y3, x4 и y4, x5 и y5.

5. Определить соответствующие отклонения Δx2 и Δy2, Δx3 и Δy3, Δx4 и Δy4, Δx5 и Δy5 измеряемых координат цветности от значений x1 и y1. Статический баланс белого определить отклонениями координат цветности Δx1 и Δy1. Динамический баланс белого определить максимальными отклонениями координат цветности Δx_{xmax} и $_{\Delta ymax}$ из ряда рассчитанных значений Δx2 и Δy2, Δx3 и Δy3, Δx4 и Δy4, Δx5 и Δy5.

Примечание. В случае если яркость свечения на измеряемом участке экрана меньше необходимой для измерения калориметром координат цветности белого, то измерение проводят при следующем большем уровне сигнала яркости по установленному ряду, а динамический баланс белого оценивают по оставшемуся ряду координат цветности.

Измерение яркости изображения экрана

Яркость изображения экрана измеряют в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 2.54, в следующей последовательности.

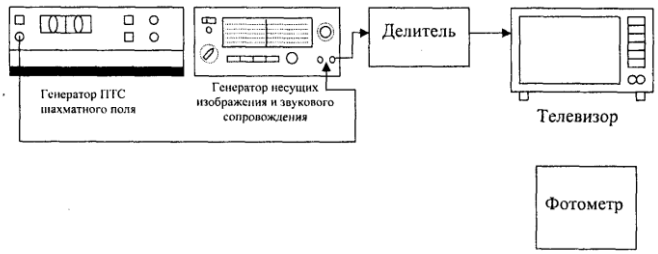


Рис. 2.54. Схема подключения приборов при измерении яркости экрана

1. На вход телевизора от генератора несущей изображения и звукового сопровождения через делитель подать несущую изображения, модулированную полным телевизионным сигналом шахматного поля с числом клеток 3x4 от генератора полного телевизионного сигнала шахматного поля (для телевизоров с диагональю более 51 см) или черно-белого поля от генератора ПТС черно-белого поля (для телевизоров с диагональю экрана не более 51 см).

2. Регулятор контрастности установить в положение, соответствующее максимальной контрастности изображения.

3. Регулятором яркости по фотометру установить максимально возможную яркость черного участка изображения, но не более 5 кд/м^2, и измерить фотометром яркость белого участка изображения $B_{maxэ}$. Яркость изображения определяется значением $B_{maxэ}$.

Измерение контрастности в крупных деталях

Контрастность в крупных деталях измеряют в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 2.54, в следующей последовательности:

1. Выполнить указания, приведенные в п. (измерение яркости изображения).
2. Регулятор контрастности установить в положение максимальной контрастности.
3. Регулятором яркости и при необходимости регулятором контрастности установить яркость черного участка изображения $В_ч$ равной 1 кд/м^2.
4. Измерить фотометром яркость белого участка изображения $В_б$ в кд/м^2.
5. Рассчитать контрастность в крупных деталях по формуле:

$$\acute{\varepsilon}=В_б/В_ч$$

Примечание. При невозможности точно установить значение $б_ч$=1 кд/м^2, установить ближайшее к нему значение яркости.

Измерение чувствительности, ограниченной шумами и определяемой уровнем радиосигнала звукового сопровождения

Чувствительность, ограниченную шумами и определяемую уровнем радиосигнала звукового сопровождения, определяют в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 2.55, в следующей последовательности.

1. Подать на вход телевизора от высокочастотных генераторов изображения и звукового сопровождения через разветвитель несущие изображения и звукового сопровождения. При этом высокочастотный генератор радиосигнала изображения модулируют полным телевизионным сигналом от генератора ПТС серого поля, а высокочастотный генератор радиосигналов звукового сопровождения - синусоидальным сигналом с частотой 1 кГц с девиацией ±15 кГц.
2. Для получения нормированного сигнала установить на выходе генератора ПТС серого поля сигнал яркости, равной 100 %, после чего уровень сигнала яркости установить равным 50 %.
3. По частотомеру или селективному микровольтметру в режиме узкой полосы пропускания, подключенному при помощи петли связи или непосредственно, регулятором ручной настройки гетеродина (или другим способом, указанным в ТУ на конкретный телевизор) установить номинальное значение промежуточной частоты несущей изображения, для чего на время установки этой частоты выключить модуляцию высокочастотного генератора радиосигналов изображения.
4. Сигнал звукового сопровождения, снимаемого с громкоговорителя телевизора (акустической системы) через первый согласователь и фильтр с полосой пропускания 900... 1120 Гц, подать на второй согласователь и милливольтметр переменного тока.
5. Регулятором громкости установить по милливольтметру переменного тока стандартное напряжение канала звукового сопровождения U_H. При установке U_H учесть коэффициент передачи электрической цепи от громкоговорителя (акустической системы) до милливольтметра по формуле:

$U_H = U_{H1} / K_1$

где U_{H1}- напряжение, измеряемое микровольтметром; K_1- коэффициент передачи на частоте 1 кГц цепи от громкоговорителя (акустической системы) до милливольтметра при включенном фильтре.

6. Выключить модуляцию ВЧ-генератора радиосигналов звукового сопровождения и переключить выход первого согласователя со входа фильтра (900... 1120 Гц) на вход фильтра (280... 14000 Гц), а второй согласователь и милливольтметр переменного тока - с выхода фильтра 900... 1120 Гц на выход фильтра с полосой пропускания 280... 14000 Гц.

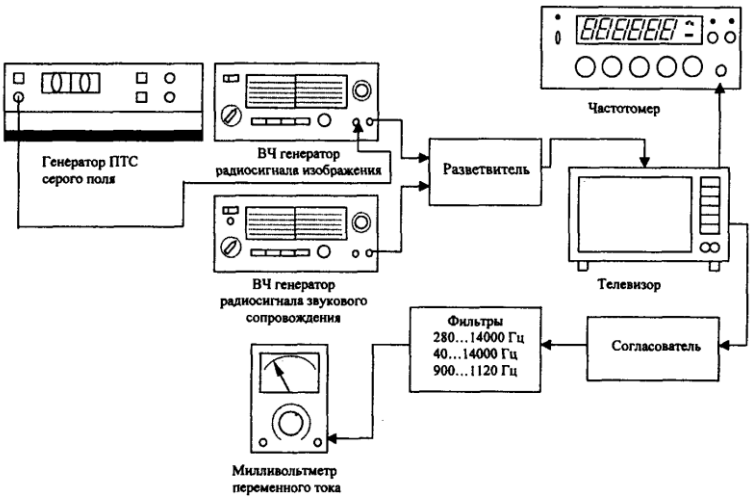


Рис. 2.55. Схема подключения приборов для измерения чувствительности, ограниченной шумами и определяемой уровнем радиосигнала звукового сопровождения

7. Измерить милливольтметром переменного тока напряжение шумов $U_{ш1}$ и рассчитать напряжение шумов $U_ш$ на громкоговорителе (акустической системе) по формуле:

$U_ш = U_{ш1}/K_2$

где K_2 - коэффициент передачи на частоте 1 кГц цепи от громкоговорителя (акустической системы) до милливольтметра при включенном фильтре с полосой пропускания 280...14000 Гц.

8. Рассчитать для первого измерения отношение N в дБ стандартного напряжения канала звукового сопровождения к напряжению шумов по формуле:

$N = 20\lg U_н/U_ш$.

Значение N должно быть более 26 дБ.

9. Повторить измерения при меньших уровнях несущих изображения и звукового сопровождения, устанавливаемых аттенюаторами высокочастотных генераторов радиосигналов изображения и звукового сопровождения при сохранении соотношения уровней несущих. При каждом уровне несущих установить регулятором контрастности и яркости по осциллографу нормированный сигнал, а регулятором громкости по милливольтметру с учетом K^ - стандартное напряжение канала звукового сопровождения. При невозможности установить нормированный сигнал измерения провести при регуляторе контрастности, установленном в положение максимальной контрастности.

10. Методом последовательных приближений определить уровень радиосигнала звукового сопровождения $U_{рзв}$, при котором отношение стандартного напряжения канала звукового сопровождения к напряжению шумов будет равно 26 дБ.

Чувствительность, ограниченную шумами и определяющую уровнем радиосигнала звукового сопровождения, определяют значением величины $U_{рзв}$ в мкВ или дБ/мВт.

Примечание.

1. Стандартное напряжение канала звукового сопровождения есть среднеквад-ратическое значение напряжения на громкоговорителе (акустической системе) при стандартной выходной мощности.
2. Стандартная выходная мощность канала звукового сопровождения есть мощность электрического сигнала частотой 1000 Гц на громкоговорителе (акустической системе), равная 50 мВт (допускается использовать другое значение мощности, указанное в ТУ на конкретный тип телевизора).
3. Изменения рекомендуется проводить на каналах, указанных в п. «Измерение чувствительности ограниченной шумами и определяемой уровнем входного радиосигнала изображения».

Измерение коэффициента гармоник сигнала звукового сопровождения, номинальной и максимальной мощности канала звукового сопровождения

Коэффициент гармоник сигнала звукового сопровождения, номинальную и максимальную мощности канала звукового сопровождения измеряют в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 2.56, в следующей последовательности:

1. Подать на вход телевизора через делитель с переходным кабелем от генератора несущих изображения и звукового сопровождения несущие изображения и звукового сопровождения, модулированные полным телевизионным сигналом от генератора ПТС серого поля и синусоидальным сигналом с частотой 1 кГц с девиацией ±50 кГц от генератора низкочастотных синусоидальных сигналов.
2. Установить в генераторе ПТС серого поля для получения нормированного сигнала уровень сигнала яркости, равный 100 %, после чего уровень сигнала яркости установить равным 50 %.
3. Установить номинальное значение частоты промежуточной несущей изображения как это указанно в п. «Измерение

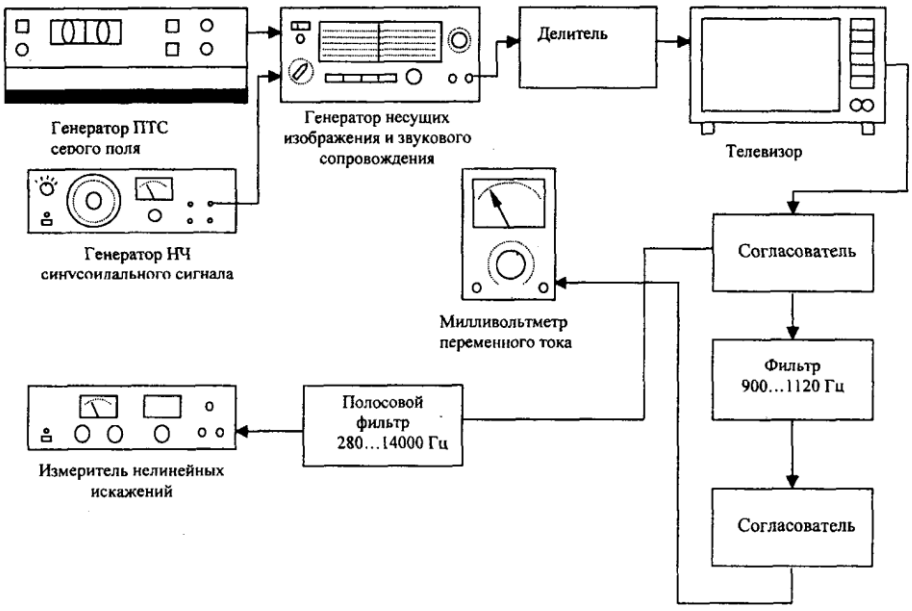


Рис. 2.56. Схема подключения приборов для измерения коэффициента гармоник сигнала звукового сопровождения, номинальной и максимальной мощности канала звукового сопровождения

чувствительности, ограниченной шумами и определяемой уровнем радиосигнала звукового сопровождения» и регулятором громкости по милливольтметру переменного тока, подключенному через первый и второй согласователи и фильтр с полосой пропускания 900...1120 Гц, - номинальное напряжение канала звукового сопровождения. При установке номинального напряжения учитывают коэффициент передачи цепи от громкоговорителя (акустической системы) до милливольтметра переменного тока, как это указанно в п. (чувствительность ограниченную шумами и определяемую уровнем радиосигнала звукового сопровождения).

4. Измерить коэффициент гармоник сигнала звукового сопровождения $K_г$ в процентах (в соответствии с ГОСТ 23849-87) при помощи измерителя нелинейных искажений, подключенного к громкоговорителю (акустической системе) через первый согласователь и фильтр с полосой пропускания 280...14000 Гц.

5. Установить регулятор громкости в положение, при котором коэффициент гармоник равен 10 %, и измерить по милливольтметру при включенном фильтре напряжение на громкоговорителе (акустической системе) U_{max} в вольтах.

6. Рассчитать максимальную мощность канала звукового сопровождения по формуле:

$P_{max}=U_{max2}^2/K_1^2R_{гр}$

где $R_{гр}$ - активное сопротивление громкоговорителя (акустической системы); K_1 - коэффициент передачи на частоте 1000 Гц цепи от громкоговорителя (акустической системы) до милливольтметра при включенном фильтре с полосой пропускания 900... 1120 Гц.

Примечание. .

1. При невозможности установить коэффициент гармоник равным 10 % измерения проводят с меньшим коэффициентом гармоник при регуляторе громкости, установленном в положение максимальной громкости.

2. Максимальная выходная мощность канала звукового сопровождения есть максимальная мощность электрического сигнала с частотой 1000 Гц на громкоговорителе (акустической системе), при которой коэффициент гармоник по напряжению не превышает 10%.

Измерение точности матрицирования

Точность матрицирования измеряют в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис. 2.57, в следующей последовательности:

1. Подать на вход телевизора через делитель от высокочастотного генератора несущей изображения и звукового сопровождения несущую изображения, модулированную от генератора основных цветов и кодирующего устройства полным цветовым телевизионным сигналом цветных полос номенклатуры 75/075/0 последовательности 1.

2. Подключить осциллограф с R_{BX}=75(±3) Ом через делитель и фильтр к электроду кинескопа, на который поступает сигнал E_R и регулятором насыщенности по осциллографу установить равные размеры сигнала £$_R$' в сере-

динах интервалов белой и красных полос (размахи отсчитывают от уровня сигнала £$_в$' в серединах интервала черной полосы).

3. Измерить размахи сигнала $E_в$' в серединах интервалов белой (1/$_{Вб}$) и синей *(U_B)* полос путем подключения осциллографа к соответствующим электродам кинескопа. Размахи сигнала $E_в$' отсчитывают от уровня сигнала $E_в'$ в середине интервала черной полосы.

4. Аналогичным образом измерить размахи сигналов E_G' в серединах интервалов белой ($U_{вб}$), желтой, ($U_{GЖ}$), голубой($U_{Gг}$) и зеленой ($U_{Gз}$) полос и из трех последних выбрать значение U_G, максимально отличающееся от $U_{Gб}$. Размахи отсчитывают уровни сигнала E_G' в середине интервала черной полосы.

5. Для повышения точности измерения можно применить измеритель модуляции и уровня видеосигнала.

6. Рассчитать точность матрицирования $\beta_в$ сигнала $E_в$' в % по формуле $\beta_в=(U_в/U_{вб})*100\%$ при $U_B « U_{B6}$ или

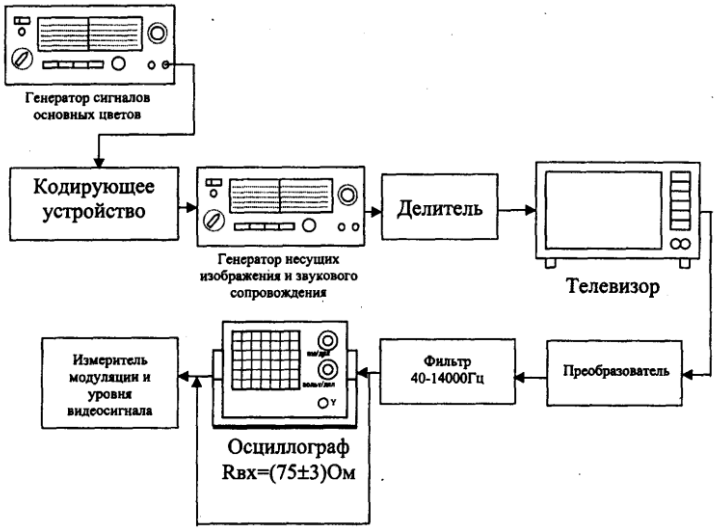


Рис. 2.57. Схема подключения приборов для измерения точности матрицирования

$\beta_в=(U_{вб}/U_в)*100\%$ при $U_B » U_{B6}$.

7. Аналогичным образом рассчитать точность матрицирования $\beta_в$ сигнала E_G' в процентах по формуле: $\beta_G=(U_G/U_{Gб})*1OO$ % при $U_G « U_{G6}$ или $\beta_G=(U_{Gб}/U_G)*1OO$ % при $U_G » U_{G6}$.

Примечание.

1. Номенклатура цветовых полос - перечень уровней исходных сигналов при формировании полного цветового телевизионного сигнала цветных полос, обозначаемый последовательностью четырех чисел, из которых первое показывает уровень сигналов при формировании сигнала белой полосы, второе - уровень сигнала при формировании сигнала черной полосы, третье - максимальный уровень сигналов при формировании сигналов желтой, голубой, зеленой, пурпурной, красной и синей полос, четвертое - минимальный уровень сигналов при формировании сигналов этих полос. Значения уровней даются в процентах размаха сигнала яркости от уровня черного, принимаемого за 0 до уровня белого, принимаемого за 100 %.

2. Последовательность вертикальных цветных полос - порядок расположения вертикальных цветных полос на экране телевизора слева направо, условно обозначенный числами 1, 2, 3.

Последовательность 1 - белая, желтая, голубая, зеленая, пурпурная, красная, синяя, черная полосы.

Последовательность 2 - белая, пурпурная, желтая, красная, голубая, синяя, зеленая, черная полосы.
Последовательность 3 - белая, синяя, желтая, голубая, красная, зеленая, пурпурная, черная полосы.

2.4.5. Техническая диагностика трактов звуковой частоты

Тракты 34 современной бытовой радиоаппаратуры содержат различные функциональные узлы:
усилители напряжения;
усилители мощности;
схемы регулировки;
специальные схемы обработки сигналов звуковой частоты [29, 30].
Стандартами регламентируются методики диагностики наиболее важных из них - усилителей. Для остальных узлов стандартных методов не существует. Фирмы-производители в технической документации на конкретные модели рекомендуют собственные методики.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ БЫТОВЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

В технической документации, прилагаемой к бытовым усилителям, задается ряд параметров, характеризующих качество их работы и технические возможности.
Рассмотрим основные характеристики.

Эффективный диапазон частот, ограниченный усилением (диапазон рабочих частот, полоса пропускания)

Этот параметр характеризует полосу частот от низшей рабочей частоты /,, до высшей рабочей частоты f_B, в пределах которой коэффициент усиления усилителя не выходит за пределы заданных допусков. Сказанное касается как модуля, так и фазы коэффициента усиления, так как последний обычно бывает комплексным из-за влияния реактивных элементов. Если к усилителю не предъявляются какие-либо специальные требования, то рабочий диапазон частот определяют на уровне 3 дБ. В этом случае коэффициент усиления на низшей и на высшей частотах уменьшается относительно своего значения на средней частоте на 3 дБ (в 1,41 раза).

Неравномерность частотной характеристики усиления

Эта характеристика определяет изменение усиления, выраженное в децибелах, относительно усиления K_o на опорной частоте как функцию частоты. Значение опорной частоты равно 1000 Гц, если другое значение не указано в ТУ. Неравномерность частотной характеристики определяется следующим образом:
$\sigma = \Delta K_{мах}/K_o*100\%$ где $\Delta K_{мах}$ - максимальное отклонение коэффициента усиления в заданной полосе частот.
Неравномерность коэффициента усиления усилителя на различных частотах приводит к появлению искажений сигнала сложной формы за счет разного усиления отдельных гармонических составляющих сигнала. Мерой частотных искажений являются коэффициенты частотных искажений на нижней $M_н$ и верхней $M_в$ частоте рабочего диапазона:
$M_H=20\lg K_o/K_H$

$M_B=20lgK_o/K_B$

Фазочастотная характеристика

Эта характеристика определяет разность фаз выходного напряжения и ЭДС источника как функцию частоты. В реальных условиях на вход усилителя поступает сложный сигнал, состоящий из основной частоты и ряда гармонических составляющих. При прохождении такого сигнала через каскады усилителя за счет его реактивных элементов - сосредоточенных и рассредоточенных емкостей и индуктивностей - возникает фазовый сдвиг. Если величины сдвигов фаз пропорциональны частотам или, что то же самое, время запаздывания для всех частот будет одинаковым, искажений сигнала не будет. В случае если эта пропорциональность нарушается, форма сигнала будет искажена. Такие искажения называются фазовыми.

Минимальная ЭДС источника (чувствительность)

Минимальная ЭДС источника (чувствительность) - это ЭДС, которая при подаче на вход усилителя через эквивалент полного сопротивления источника обеспечивает номинальное выходное напряжение, развиваемое усилителем на номинальном эквиваленте нагрузки при положении регулятора громкости, соответствующем максимальному усилению, и положении других регуляторов, соответствующих номинальным условиям.

Полное входное сопротивление

Полное входное сопротивление - это внутреннее сопротивление, измеренное на входе усилителя при стандартных условиях. Входное сопротивление может быть активным R_{BX} или реактивным Z_{BX}. В последнем случае его часто представляют в виде параллельного соединения R_{BX} и $C_{вх}$.

Полное выходное сопротивление

Полное выходное сопротивление - это полное сопротивление, измеренное на выходе усилителя при стандартных условиях. Выходное сопротивление усилителя может быть и комплексным, однако на практике чаще всего оно активно в области средних частот. Для усилителей звуковых частот (УЗЧ) выходное сопротивление должно быть заметно меньше сопротивления нагрузки, что необходимо для лучшего звуковоспроизведения. В связи с этим для УЗЧ появился такой параметр, как коэффициент демпфирования равный отношению сопротивления нагрузки к выходному сопротивлению усилителя:

$K_д=R_н/R_{вых}$

Для высококачественных усилителей значение $K_д$ равно 10... 100.

Номинальное сопротивление нагрузки

Номинальное сопротивление нагрузки - это указанное в ТУ значение полного сопротивления эквивалента нагрузки, подключенного к выходу усилителя во время измерения. Нагрузкой усилителя являются акустическая система или громкоговоритель с сопротивлением равным 4, 8 или 16 Ом. Если усилитель связан с нагрузкой через воздушную или кабельную линию, необходимо согласовать его выходное сопротивление с волновым сопротивлением линии (кабеля).

Выходная мощность, ограниченная искажениями (номинальная мощность)

Выходная мощность, ограниченная искажениями, - это мощность, развиваемая усилителем на номинальном эквиваленте нагрузки, при которой общие гармонические искажения не превышают 1 %, если другое значение гармонических искажений не указано в ТУ.
Иногда в литературе встречается термин музыкальная мощность, под которым понимают мощность, аналогичную номинальной, но при непродолжительном входном сигнале, за время действия которого напряжение источника питания не успевает измениться в результате потребления от него значительного тока оконечным (мощным) каскадом. При питании мощного каскада от стабилизированного источника, музыкальная мощность равна номинальной.
В зависимости от назначения усилителя его выходная мощность может быть от сотых долей до сотен ватт.
Общие гармонические искажения (нелинейные искажения)
Общие гармонические искажения - это гармонические искажения с учетом всех значимых гармоник, возникающих в усилителе при заданных условиях. Данный вид искажений возникает в усилителе вследствие нелинейности входных и выходных характеристик усилительных элементов, а также характеристик намагничивания сердечников трансформаторов. Уровень нелинейных искажений усилителей гармонических сигналов оценивается по коэффициенту гармоник $К_г$, который равен отношению среднеквадратической суммы напряжений (или токов) высших гармоник сигнала к напряжению или току основной частоты. В настоящее время в большинстве случаев, коэффициент гармоник определяют при помощи специальных приборов - измерителей нелинейных искажений или анализаторов спектра.

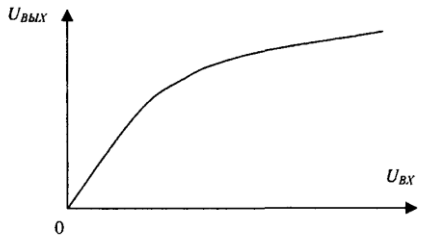


Рис. 2.58. Амплитудная характеристика усилит

Динамический диапазон
Динамический диапазон усилителя $D_у$ представляет собой превышение максимального уровня сигнала на выходе усилителя $U_{вых\ max}$, зависящего от заданного уровня номинальных искажений, над минимальным уровнем выходного сигнала $U_{вых\ min}$, еще различным при наличии помех, возникающих в самом усилителе:
$D_у=20\lg U_{вых\ max}/ U_{вых\ min}$
О динамическом диапазоне усилителя можно судить по его амплитудной характеристике (рис. 2.58), представляющей собой зависимость выходного напряжения от входного.
Внутренние помехи
Под внутренними помехами понимают постороннее напряжение на выходе усилителя при отсутствии сигнала на входе. Наибольшее влияние оказывают помехи типа шума и фона.
Шумом принято называть флуктуационные помехи, возникающие в результате хаотического теплового движения свободных электронов, дробового

эффекта и др. Источниками шумов в усилителях могут быть как пассивные, так и активные элементы.
Фон представляет собой постороннее переменное напряжение на выходе усилителя с частотами, кратными частоте сети переменного тока, питающей усилитель. Фон возникает вследствие питания усилителя от выпрямителя со сравнительно большой пульсацией выпрямляемого напряжения. Другой причиной фона является наведение ЭДС (особенно в цепях первых каскадов) электрическими и магнитными полями, существующими вблизи проводов сети и силовых трансформаторов.
Отношение сигнал/шум - это выраженное в децибелах отношение номинального выходного напряжения к напряжению шума на выходе усилителя, измеренному одним из методов, указанных в ТУ:
невзвешенным;
взвешенным;
в октавных полосах;
в третьоктавных полосах.
Отношение сигнал/фон - это выраженное в децибелах отношение номинального выходного напряжения и фона, когда усилитель установлен в номинальные условия, а ЭДС источника уменьшена до нуля.
ИЗМЕРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БЫТОВЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ
Измерительные приборы и вспомогательные средства
Диапазон частот измерительной аппаратуры должен быть не уже диапазона частот, в котором проводят измерения. Максимально допустимая мощность рассеивания магазина сопротивлений и эквивалентов нагрузки должна быть не меньше электрической мощности, подводимой к ним во время измерений.
Для проведения измерений применяют следующую аппаратуру:
низкочастотный генератор сигналов. При измерении гармонических искажений усилителя значение общих гармонических искажений генератора не должна превышать 1/3 предполагаемого результата измерений;
электронный вольтметр переменного тока для измерения напряжения произвольной формы;
селективный вольтметр;
вольтметр переменного тока для измерения напряжения сети;
вольтметр для измерения напряжения постоянного тока;
универсальный электронно-лучевой осциллограф;
анализатор спектра;
измеритель нелинейных искажений;
ваттметр;
магазин сопротивлений;
измеритель RLC;
полосовые октавные и трехоктавные фильтры по ГОСТ 17168;
взвешивающий фильтр в соответствии с кривой А по ГОСТ 17187;
фильтр нижних частот первого порядка с частотой среза 30 кГц ;
фильтр нижних частот первого порядка с частотой среза 100 кГц ;
измеритель разности фаз;

измеритель группового времени запаздывания;
установка для автоматической записи частотных характеристик;
суммирующее устройство для сложения сигналов (рис. 2.61).Значения сопротивлений резисторов R1=R2 должно не менее чем в 10 раз превышать значение модуля полного сопротивления источника сигнала, а общее сопротивление резисторов R1+R2 должно быть равно значению полного сопротивления источника сигнала;
согласующие звенья (рис. 2.62). Сопротивление резистора R должно соответствовать модулю полного сопротивления источника сигнала;
эквиваленты полного сопротивления источника сигнала и эквиваленты нагрузки (рис. 2.63-2.65). Сопротивление резистора R должно соответствовать модулю полного сопротивления источника сигнала.
Сопротивление R должно соответствовать модулю полного входного сопротивления усилителя мощности или каскада записи магнитофона, соответственно:
R1= 18,6 Ом ±2 %; R2= 5,4 Ом +2 %; C= 800 мкФ ±5 %; L= 12,5 мГн ±5 %.
полосовой фильтр с полосой пропускания от 22,4 Гц до 22,4 кГц;

сетевой регулируемый автотрансформатор с диапазоном изменения напряжения от 180 до 250 В;

вольтметр с симметричным входом;

фильтр для измерения предельной шумовой мощности по ГОСТ 16122 (ФПШМ);

измеритель температуры с датчиками.

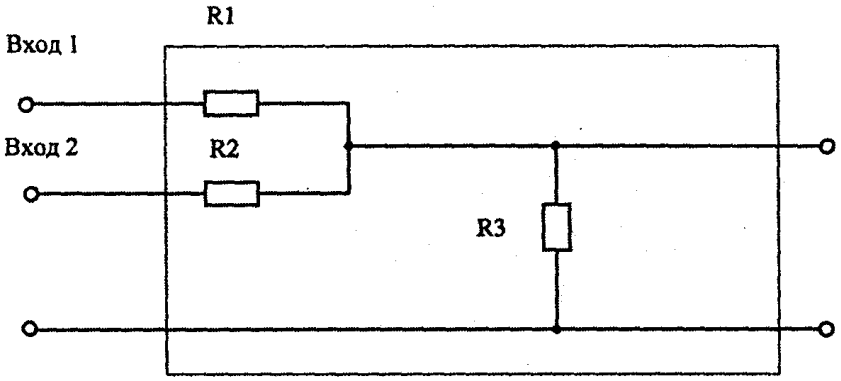


Рис. 2.61. Суммирующее устройство для сложения сигналов

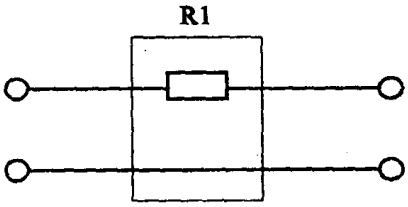


Рис. 2.62

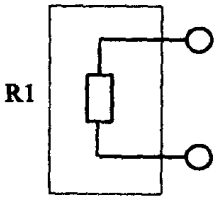


Рис. 2.63

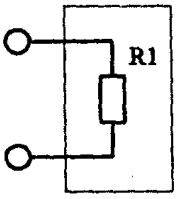


Рис. 2.64

Рис. 2.62. Схема согласующего звена

Рис. 2.63. Схема эквивалента полного сопротивления источника сигнала

Рис. 2.64. Схема эквивалента нагрузки для подключения усилителя или магнитофона на запись

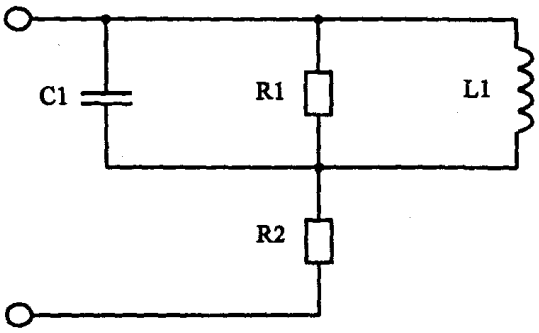


Рис. 2.65. Схема эквивалента реактивной нагрузки выхода для подключения громкоговорителя

Подготовка к измерениям

В соответствии с ГОСТ 23849-87 приняты две основные группы условий измерения усилителей: номинальные условия; стандартные условия.

Номинальные условия определяются параметрами усилителя, указанными в ТУ, которые сами по себе не являются объектом измерения, а служат для измерения других параметров. Номинальными условиями измерения являются:

номинальное напряжение источника питания;

номинальное полное сопротивление источника сигнала;

номинальная ЭДС источника сигнала;

номинальное полное сопротивление нагрузки;

номинальное значение общих гармонических искажений или номинальное (ограниченное искажениями) выходное напряжение (мощность), нормальные климатические условия по ГОСТ 15150.

Примечание.

1. Общие гармонические искажения и ограниченное искажениями выходное напряжение (мощность) не могут быть приняты за номинальные условия одновременно, поскольку, как правило, конкретный экземпляр усилителя при номинальном выходном напряжении (мощности) должен иметь значение общих гармонических искажений меньше номинального.
2. В номенклатуру номинальных условий измерений включают номинальное значение частоты источника питания, если это значение влияет на результаты измерений.

Установка усилителя в номинальные условия измерения производится в следующей последовательности:

подключить усилитель к источнику питания с номинальным напряжением и частотой;

подать на вход усилителя через согласующее звено синусоидальный сигнал опорной частоты, значение напряжения которого равно номинальной ЭДС источника.

установить значение опорной частоты сигнала равной 1000 Гц, если иное значение не указано в ТУ;

подключить выходные зажимы усилителя к номинальному эквиваленту нагрузки (постоянному резистору соответствующей мощности и сопротивления), если иное не указано в ТУ;

регуляторы громкости или усиления (при их наличии) установить в положение, соответствующее номинальному выходному напряжению;

регуляторы тембра (при их наличии) необходимо отключить, если это возможно, в противном случае они должны быть установлены в положение, заданное в ТУ, которое, если не оговорено иное, должно обеспечивать равномерную частотную характеристику усиления.

Примечание.

1. Усилитель устанавливается в нормальные климатические условия по ГОСТ 15150. Если до начала измерений усилитель находился в климатических условиях, отличных от нормальных, то перед проведением

измерений его следует выдержать в нормальных климатических условиях не менее 12 часов, если иное время не указано в ТУ.
2. Усилители, у которых выходная мощность, ограниченная искажениями, превышает выходную мощность, ограниченную температурой, могут перегреваться при номинальных условиях в течение продолжительного времени. Для таких усилителей номинальные условия должны устанавливаться не более времени, указанного в ТУ, которое может выдержать усилитель.
Стандартные условия измерения. Стандартные условия достигаются установкой усилителя в номинальные условия с последующим снижением значения ЭДС источника на 10 дБ относительно номинального значения.
Прочие требования при проведении измерений:
1. При измерении параметров усилителя устройства автоматического регулирования (ограничители, компрессоры, экспандеры, электронные регуляторы уровня) должны быть отключены, за исключением случаев измерения параметров этих устройств.
2. При измерении параметров корректирующего усилителя измерительный сигнал подают на вход, предназначенный для подключения звукоснимателя, а контролируют сигнал на выходе, предназначенный для подключения магнитофона на запись (при его отсутствии - на выходе, указанном в ТУ).
3. В случае, если метод предусматривает проведение измерений при нескольких регуляторах громкости или усиления, то в их число необходимо включить положения, соответствующие максимальному уровню сигнала, а также -3, -6, -10, -20 и -40 дБ относительно номинального.
Измерения параметров и характеристик усилителя, имеющего более одного канала проводят в каждом канале. Измерения проводят при одновременной работе всех каналов усилителя в одинаковых условиях, за исключением измерения кратковременного и долговременного максимального выходного напряжения (мощности), а также измерения характеристики ослабления регулятора баланса, при проведении которых под нагрузкой находится только измеряемый канал усилителя (при этом все другие каналы усилителя работают в режиме холостого хода).
Номинальное сопротивление источника для различных входов усилителя должно соответствовать указанному в ТУ. При отсутствии указаний значение сопротивления источника выбирают в соответствии с требованиями ГОСТ 24838-87.
При проведении измерения параметров усилителя взаимозаменяемые или сменные элементы должны быть выбраны таким образом, чтобы они имели средние значения параметров или характеристик. При измерении параметров и характеристик конкретного усилителя должны применяться взаимозаменяемые или сменные элементы, прилагаемые к усилителю.
При измерении параметров и характеристик усилителя необходимо поддерживать номинальное напряжение источника питания с погрешностью ± 2 %.

Перед началом измерений усилитель должен проработать в стандартных условиях в течение одного часа, если иное время не указано в ТУ. Перед началом измерений необходимо проверить отсутствие самовозбуждения.
Примечание.
1. Указания о порядке коммутации входов и выходов, характере нагрузки, заземлении корпуса и т.п., требования к порядку эксплуатации, указанные в Ту на усилитель, являются обязательными.
/
2. Превышение пределов изменения напряжения источника питания, указанных в ТУ, не допускаются.

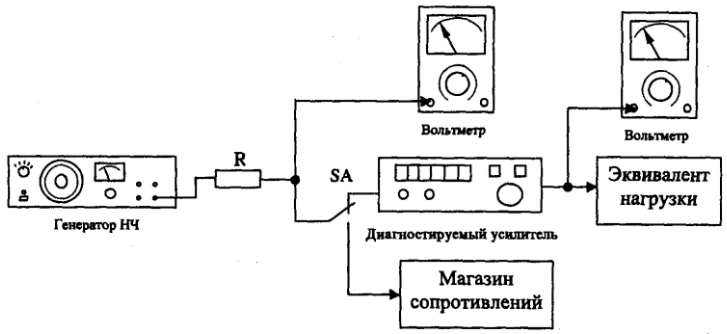


Рис. 2.66. Структурная схема для подключения приборов и элементов при измерении модуля полного внутреннего сопротивления для случая несимметричного входа

МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БЫТОВЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Измерение модуля полного входного сопротивления при стандартных условиях

Метод измерения для случая несимметричного входа. Структурная схема для подключения приборов и элементов при измерении модуля полного внутреннего сопротивления для случая несимметричного входа приведена на рис. 2.66.
Измерение проводят в следующей последовательности:
установить усилитель в стандартные условия;
измерить при помощи вольтметра напряжение на входе усилителя;
отключить при помощи выключателя выход генератора от входа усилителя и подключить к выходу генератора магазин сопротивлений. Изменяя сопротивление последнего, установить по показаниям вольтметра измеренное ранее значение входного напряжения усилителя.
За результат измерения принимают значение сопротивления магазина, равное модулю полного входного сопротивления усилителя.
Метод измерения для случая симметричного входа. Структурная схема для подключения приборов и элементов при измерении модуля внутреннего полного сопротивления для случая симметричного входа приведена на рис. 2.67.
Измерения проводят в следующей последовательности:
установить усилитель в стандартные условия, используя источник сигнала с симметричным (незаземленным) выходом;
измерить при помощи вольтметра с симметричным (незаземленным) входом напряжение на выходе усилителя;
провести измерения так же, как и для случая с несимметричным входом.
Примечание:
Входное сопротивление вольтметра должно превышать не менее чем в 10 раз значение входного сопротивления измеряемого усилителя.

Измерение минимальной ЭДС источника

Структурная схема подключения приборов и элементов при измерении минимальной ЭДС источника приведена на рис. 2.68.

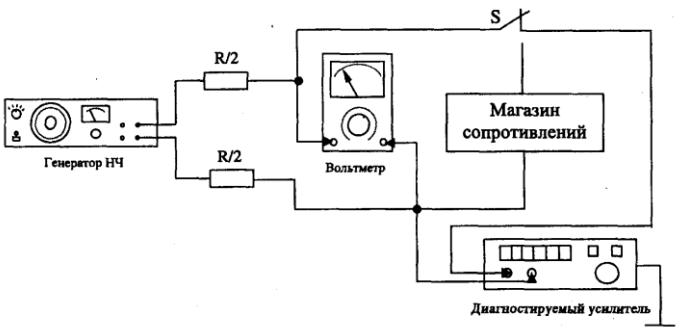


Рис. 2.67. Структурная схема для подключения приборов и элементов при измерении модуля полного внутреннего сопротивления для случая симметричного входа

Измерение провести в следующей последовательности:
установить усилитель в номинальные условия;
установить регулятор громкости (усиления) в положение максимального усиления;
изменяя ЭДС источника, установить значение номинального выходного напряжения усилителя и измерить при помощи вольтметра значение ЭДС источника.

За результат измерения принимают полученное значение минимальной ЭДС источника при номинальном выходном напряжении усилителя.

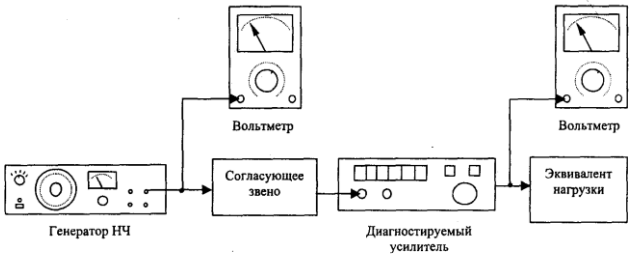


Рис. 2.68. Структурная схема подключения приборов и элементов при измерении минимальной ЭДС источника

Примечание.
При наличии регулятора громкости значение номинальной ЭДС источника должно быть приблизительно равно или превышать значение минимальной ЭДС источника при номинальном выходном напряжении. При отсутствии регулятора громкости значение номинальной ЭДС источника равно заданному значению минимальной ЭДС источника при номинальном выходном напряжении.

Измерение модуля полного выходного сопротивления при стандартных условиях

Структурная схема подключения приборов и элементов при измерении модуля полного выходного сопротивления приведена на рис. 2.69.

Измерения производят в следующей последовательности:
установить усилитель в номинальные условия;
уменьшить ЭДС источника до нуля и отключить эквивалент нагрузки переключателем S;
подключить к выходу усилителя генератор синусоидального напряжения с последовательно включенным резистором R, сопротивление которого равно номинальному сопротивлению нагрузки. Изменяя выходное напряжение генератора, установить падение напряжения на резисторе R на 10 дБ меньше номинального выходного напряжения усилителя и измерить напряжение на выходе усилителя;
рассчитать значение модуля полного выходного напряжения по формуле:
$|Z| = 3.16RU_2'/U_2$

где U_2' - измеренное значение напряжения на выходе усилителя; U_2 - значение номинального выходного напряжения; *R* - значение номинального сопротивления нагрузки.

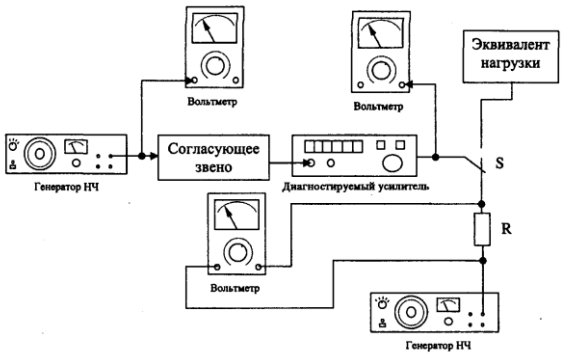


Рис. 2.69. Структурная схема подключения приборов и элементов при измерении модуля полного выходного сопротивления

Примечание.
Если используемый генератор не может обеспечить требуемое значение выходного напряжения, необходимо использовать усилитель, подключив его к выходу генератора.

Измерение выходного напряжения, ограниченного искажениями

За верхний предел общих гармонических искажений принимают значение, равное 1 %. Структурная схема подключения приборов и элементов при измерении выходного напряжения, ограниченного искажениями, приведена на рис. 2.70.

Измерение производят в следующей последовательности:

установить усилитель в номинальные условия и выдержать его в этом режиме 1 мин;

увеличивать уровень входного сигнала;

измерить напряжение на выходе усилителя при достижении коэффициентом гармоник величины 1 %. За результат принимают полученное напряжение, выраженное в вольтах или децибелах (в последнем случае предпочтительно по отношению к 1 В).

Примечание.
Измерения многоканальных усилителей проводят в каждом канале поочередно, при этом все другие каналы должны быть установлены в номинальные условия. Некоторые изменения значения выходного напряжения и (или) общих гармонических искажений неизмеряемых каналов не принимают во внимание.

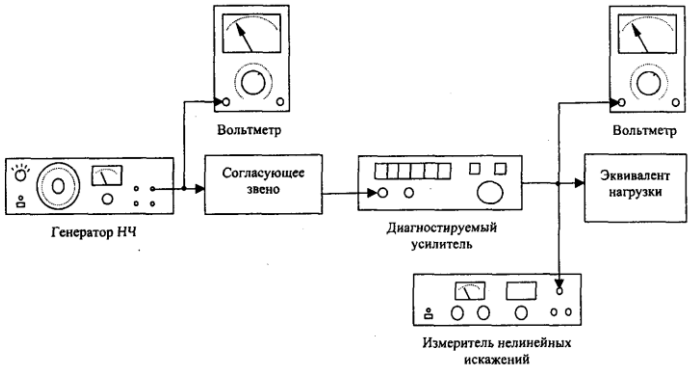


Рис. 2.70. Структурная схема подключения приборов и элементов при измерении выходного напряжения, ограниченного искажениями

Выходное напряжение, ограниченное искажениями многоканальных усилителей, должно быть измерено для каждого канала, при этом должны быть указаны частота (частоты) измерительного сигнала, заданное значение общих гармонических искажений и значение номинального эквивалента нагрузки.

Измерение выходной мощности, ограниченной искажениями

Структурная схема подключения приборов для измерения выходной мощности, ограниченной искажениями, приведена на рис. 2.70. Выходную мощность, ограниченную искажениями, определяют аналогично измерению

выходного напряжения, ограниченного искажениями, и вычисляют по формуле:

$P_2=U_2^2/R_2$

где U_2 - ограниченное искажениями выходное напряжение; R_2 - номинальное сопротивление нагрузки.

Примечание.

Выходная мощность, ограниченная искажениями, может быть представлена в ваттах или децибелах (в последнем случае предпочтительно по отношению к 1 Вт).

Измерение неравномерности частотной характеристики усиления

Схема подключения измерительных приборов и элементов для измерения неравномерности частотной характеристики усилителя приведена на рис. 2.68. Измерения производят в следующей последовательности:

установить усилитель в стандартные условия;

измерить ЭДС источника и выходное напряжение U_2,

выбрать значения частоты из ряда предпочтительных частот по ГОСТ. 12090;

изменяя частоту измерительного сигнала, измерить напряжение на выходе усилителя на каждой частоте, поддерживая при этом постоянное значение ЭДС источника.

За результат измерения принимают отношение *К* выходного напряжения усилителя на каждой частоте измерительного сигнала к выходному напряжению на опорной частоте, выраженное в децибелах:

$K=20\lg U_2'/U_2$

где U_2' - выходное напряжение усилителя на каждой частоте; U_2 - выходное напряжение усилителя на опорной частоте.

Примечание:

1. Значение опорной частоты выбирают равной 1000 Гц, если другое значение не указано в ТУ.
2. Результаты измерений представляют графически или в виде таблицы как функцию частоты.

Измерение эффективного диапазона частот, ограниченного искажениями

Схема подключения измерительных приборов и элементов для измерения эффективного диапазона частот, ограниченного искажениями, приведена на рис. 2.71.

Измерения проводят в следующей последовательности:

установить усилитель в номинальные условия;

уменьшая ЭДС источника, установить на выходе усилителя 1/2 номинального значения выходной мощности (1/V2 номинального значения выходного напряжения);

выбрать значения частоты из предпочтительного ряда частот по ГОСТ 12090;

изменять частоту измерительного сигнала до тех пор, пока общие гармонические искажения не достигнут

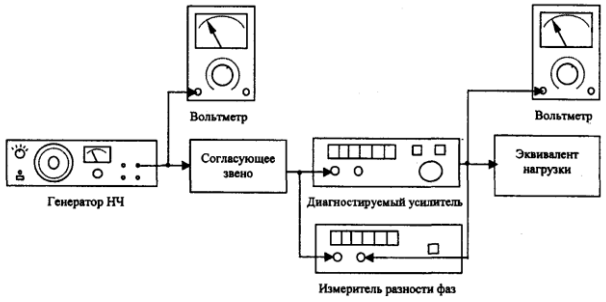


Рис. 2.72. Схема подключения измерительных приборов и элементов для измерения фазочастотной характеристики усилителя

заданного значения, поддерживая при этом постоянное значение ЭДС источника. За результат измерения принимают диапазон частот, ограниченный заданным значением общих гармонических искажений.

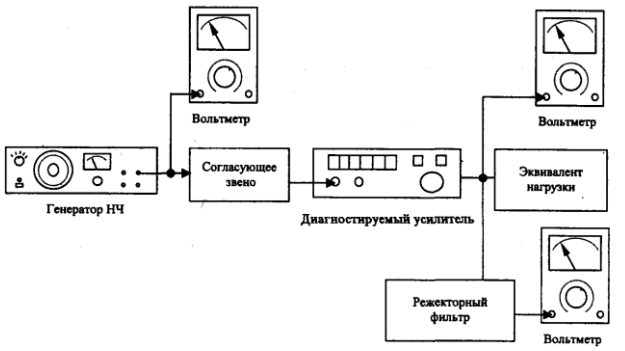


Рис. 2.71. Схема подключения измерительных приборов и элементов для измерения эффективного диапазона частот, ограниченного искажениями

Примечание.
Допускается вместо режекторного фильтра и вольтметра использовать анализатор спектра или измеритель нелинейных искажений.

Измерение фазочастотной характеристики

Схема подключения измерительных приборов и элементов для измерения фазочастотной характеристики усилителя приведена на рис. 2.72.
Измерение проводят в следующей последовательности:
установить усилитель в стандартные условия;
выбрать значения частоты из ряда предпочтительных частот по ГОСТ 12090;
изменяя частоту источника сигнала измерить разность фаз на каждой частоте.
За результат измерения принимают значения разности фаз Дер или группового времени запаздывания τ (мкс), вычисляемые по формулам:
$\tau=\Delta\varphi/2\pi f*10^6$
где Δφ - разность фаз, рад; *f*- частота источника сигнала, Гц;
Примечание.
1. Вместо фаэочастотной характеристики может быть определено групповое время запаздывания как функция частоты.
2. При подключении измерителя фаз к зажимам источника сигнала и выхода усилителя необходимо соблюдать правильную полярность их подключения.

Измерение общих гармонических искажений при стандартных условиях

В большинстве случаев измерение гармонических искажений производят при помощи измерителя нелинейных искажений. В случае отсутствия измерителя нелинейных искажений можно рекомендовать методику определения общих гармонических искажений, приведенную ниже.
Структурная схема подключения приборов и элементов для измерения общих гармонических искажений при стандартных условиях приведена на рис. 2.71. Измерения проводят в следующей последовательности:
установить усилитель в стандартные условия;
измерить напряжение на выходе усилителя.
Режекторный фильтр или фильтр верхних частот, подключенный к выходу усилителя, должен ослаблять основную гармонику входного сигнала до уровня на 10 дБ ниже амплитуды измеряемых гармоник.
измерить напряжение U_2 на выходе фильтра вольтметром средних квадратических значений и произвести корректировку на значения ослабления в полосе пропускания фильтра;
уменьшить ЭДС источника сигнала до нуля и измерить напряжение U_2

на выходе фильтра. Если напряжение U_2 превышает 1/3 напряжения U_2, то это значит, что на измерения влияют помехи, поэтому результаты измерений не учитывают, а проводят измерение гармонических искажений л-го порядка. За результат измерения принимают значение общих гармонических искажений $К_г$ в процентах или ($L_{K|_}$) в децибелах, вычисляемое по формулам:

$K_Г = U_2'/U_2*100\%$

$L_{Кг}=20\lg U_2'/U_2$

где U'_2 - напряжение на выходе фильтра; U_2 - выходное напряжение усилителя.

Измерение переходного затухания и разделения каналов в многоканальных усилителях

Структурная схема подключения приборов и элементов для измерения переходного затухания в многоканальных усилителях приведена на рис. 2.73

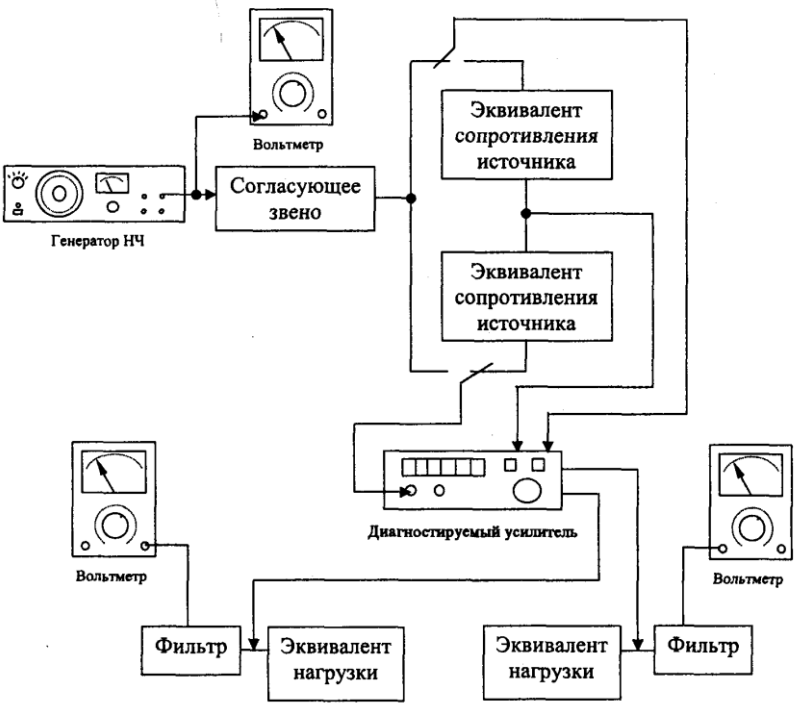


Рис. 2.73. Структурная схема подключения приборов и элементов для измерения переходного затухания и разделения каналов в многоканальных усилителях

Измерения проводят в следующей последовательности: • установить каналы А и В в номинальные условия; подключить параллельно входу канала А вместо источника сигнала эквивалент полного сопротивления и измерить напряжение $(U_a)_в$ на выходе канала А;

При измерении переходного затухания в диапазоне частот используют полосовой фильтр. Если на результаты измерения влияют шумы или помехи, то следует проводить селективные измерения на частоте 1000 Гц, если в ТУ не указано другое значение. Кроме измерений на частоте измерительного сигнала, селективные измерения могут быть проведены на частотах гармоник измерительного сигнала. Для селективных измерений используют третьоктавные полосовые фильтры, селективный вольтметр или анализатор спектра.

восстановить напряжение на входе канала А, а параллельно входу канала В, вместо источника сигнала подключить эквивалент полного сопротивления источника и измерить выходное напряжение $(U_B)_A$ на выходе канала В указанным выше способом.

По результатам измерений вычислить:

переходное затухание из канала А в канал В, выраженное в децибелах, как отношение

$d_{AB} = 20\lg(U_A)_A/(U_B)_A$

переходное затухание из канала В в канал А, выраженное в децибелах, как отношение

$d_{BA} = 20\lg(U_B)_B/(U_A)_B$

разделение канала А от канала В, выраженное в децибелах, как отношение

$r_{AB} = 20\lg(U_A)_A/(U_B)_A$

разделение канала В от канала А, выраженное в децибелах, как отношение

$r_{BA} = 20\lg(U_B)_B/(U_A)_B$

Измерения различия каналов по усилению в многоканальных усилителях

Структурная схема подключения приборов и элементов для измерения различных каналов по усилению в многоканальных усилителях приведена на рис. 2.74.

Измерения проводят в следующей последовательности: установить каналы А и В в стандартные условия и подключить к их входам один источник сигнала;

изменяя частоту источника сигнала в пределах диапазона частот, указанного в ТУ, поочередно измерить вольтметром напряжения на выходах каналов А и В. Измерения повторяют при различных указанных в ТУ положениях регуляторов громкости (усиления) и тембра.

Во время измерений необходимо контролировать отсутствие перегрузки на выходе усилителя.

по результатам измерений вычислить различие каналов по усилению от частоты, выраженное в децибелах как отношение:

$\Delta K = 20\lg U_2'/U_2''$ где U_2' - напряжение на выходе канала А; U_2'' - напряжение на выходе канала В.

Примечание.

Результаты измерения представляют численно или графически в виде серии графиков, каждый из которых соответствует определенному положению регуляторов громкости (усиление) и тембра

Измерение различия каналов по фазе

Структурная схема подключения приборов и элементов для измерения различных каналов по фазе приведена на рис. 2.75.

Измерения проводят в следующей последовательности:

установить каналы А и В усилителя в стандартные условия и подключить к их входам один источник сигнала;

к выходам каналов А и В подключить измеритель разности фаз, соблюдая при этом правильную полярность подключения;

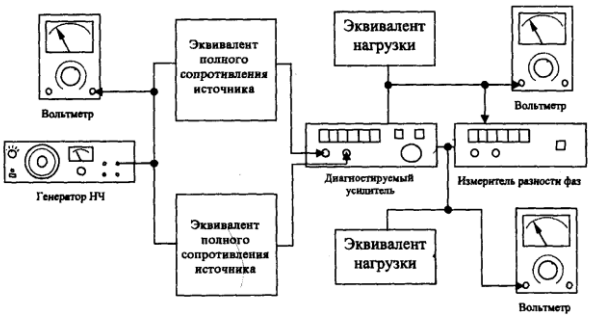


Рис. 2.75. Структурная схема подключения приборов и элементов для измерения различия каналов по фазе

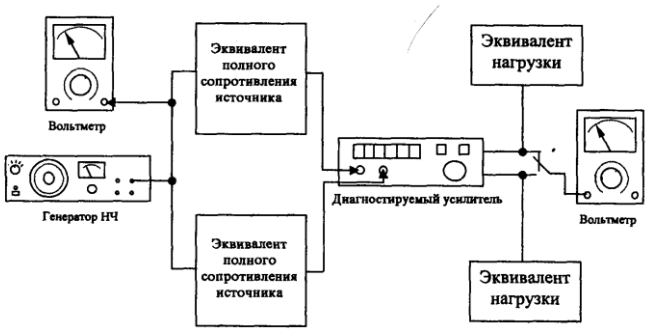


Рис. 2.74. Структурная схема подключения приборов и элементов при измерении различия каналов по усилению в многоканальных усилителях

изменяя частоту источника сигнала (значения частоты выбирают из предпочтительного ряда частот по ГОСТ 12090), измерить разность фаз каналов А и В на каждой частоте. Измерения повторяют при других положениях регуляторов громкости (усиления) и тембра, указанных в ТУ.

За результат измерения принимают значения разности фаз каналов А и В, выраженные в градусах или радианах, или группового времени запаздывания в соответствии с методикой измерения фазочастотной характеристики как функции частоты при различных положениях регуляторов громкости (усиления) и тембра.

Примечание:

Результаты измерения представляют численно или графически в виде серии графиков, каждый из которых соответствует определенному положению регуляторов громкости (усиления) и тембра.

Измерение отношения сигнал/шум

Измерение отношения сигнал/шум проводится одним из следующих методов:

невзвешенным;

взвешенным;

в октавных полосах;

в третьоктавных полосах.

Структурная схема подключения приборов и элементов для измерения отношения сигнал/шум приведена на рис. 2.76.

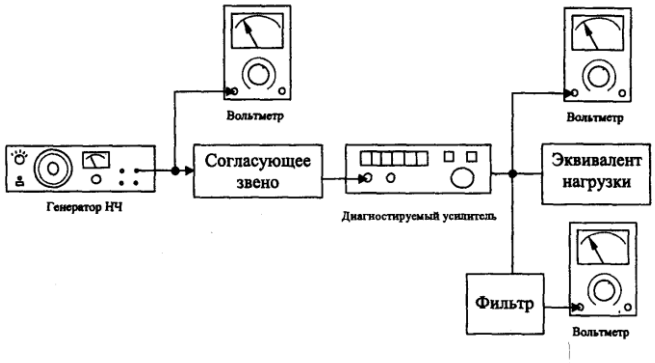


Рис. 2.76. Структурная схема подключения приборов и элементов для измерения отношения сигнал/шум

Измерения проводят в следующей последовательности: установить усилитель в номинальные условия; отключить генератор от эквивалента полного сопротивления источника сигнала и измерить напряжение шума на выходе усилителя, корректируя измерения и значения ослабления фильтра на частоте 1000 Гц.

Для измерения шума используют следующие фильтры:

фильтр, соответствующий кривой А по ГОСТ 17187, для измерения взвешенного шума;

полосовой фильтр, пропускающий звуковые частоты, для измерения невзвешенного шума;
набор третьоктавных и октавных полосовых фильтров для измерения шума в третьоктавных (октавных) полосах.
За результат измерения принимают отношение сигнал/шум в децибелах, вычисляемое по формуле
$d = 20 \lg U_{2ref}/U_2'$
где U_{2ref} - заданное опорное напряжение, значение которого равно номинальному выходному напряжению, если в ТУ не указано другое значение. В этом случае уровень опорного напряжения относительно номинального выходного напряжения (0 дБ), выраженный в децибелах, указывается вместе с результатами измерений. U_2' - напряжение шума на выходе усилителя.
Измерение отношения сигнал/фон
Структурная схема подключения приборов и элементов для измерения отношения сигнал/фон приведена на рис 2.76. Измерения проводят в следующей последовательности:
установить усилитель в номинальные условия;
отключить генератор и подключить ко входу усилителя эквивалент сопротивления источника сигнала;
измерить выходное напряжение усилителя на частоте питающей сети и ее гармоник.
Для измерений используют полосовые фильтры, пропускающие частоту сети питания и ее гармоник. Результаты измерений корректируют на значения ослабления фильтра внутри полосы пропускания. При измерениях вместо полосового фильтра и вольтметра можно использовать анализатор спектра.
За результат измерения принимают отношение сигнал/фон в децибелах, определяемое по формуле;
$d' = 20 \text{Ig } U_2/U_2'$
где U_2- выходное напряжение усилителя;U_2' - выходное напряжение фона.