

Адаменко М. В.

Шпионские штучки или Секреты тайной радиосвязи



Михаил Адаменко

**Шпионские штучки, или
Секреты тайной радиосвязи**

«ДМК Пресс»

2010

Адаменко М. В.

Шпионские штучки, или Секреты тайной радиосвязи /
М. В. Адаменко — «ДМК Пресс», 2010

В предлагаемой книге рассматриваются особенности схемотехнических решений, применяемых при создании миниатюрных транзисторных радиопередающих устройств. В соответствующих главах приводится информация о принципах действия и особенностях функционирования отдельных узлов и каскадов, принципиальные схемы, а также другие сведения, необходимые при самостоятельном конструировании простых радиопередатчиков и радиомикрофонов. Отдельная глава посвящена рассмотрению практических конструкций транзисторных микропередатчиков для систем связи малого радиуса действия. Книга предназначена для начинающих радиолюбителей, интересующихся особенностями схемотехнических решений узлов и каскадов миниатюрных транзисторных радиопередающих устройств.

© Адаменко М. В., 2010

© ДМК Пресс, 2010

Содержание

От автора	5
Предисловие	6
Список сокращений и обозначений	8
1. Микрофоны	9
1.1. Общие сведения	10
Назначение, принцип действия и составные части	10
Классификация микрофонов	11
Основные технические характеристики	13
1.2. Особенности применения микрофонов	15
Подключение и согласование	15
Конец ознакомительного фрагмента.	16

Михаил Васильевич Адаменко

Шпионские штучки или секреты тайной радиосвязи

От автора

Уважаемые читатели!

Прежде чем вы начнете читать данную книгу, считаю необходимым ознакомить вас со следующей информацией.

Любые оценки, мнения, рекомендации, высказанные в этой книге, являются личными оценками, мнениями автора и не могут рассматриваться как реклама или антиреклама.

Автор старался предоставлять точную и проверенную информацию, однако не может гарантировать полную достоверность изложенных в книге материалов, схем и рисунков. Предлагаемые описания физических процессов и принципов функционирования, определения и разъяснения не претендуют на академическую точность, поскольку данная книга представляет собой не учебник, а популярное издание, предназначенное для широкого круга читателей, часто не обладающих достаточно глубокими знаниями рассматриваемой тематики.

Ссылки, а также иные сведения даются исключительно в информационных целях.

Вся информация, изложенная в данной книге, приводится «как есть» (as is) с возможными ошибками, без гарантий любого вида, прямо выраженных или подразумеваемых. Поэтому ни автор, ни издательство не несут ответственность за возможные последствия, вызванные использованием приведенных в данной книге материалов, рисунков, схем и иной информации, в том числе за любые прямые или косвенные убытки, возникшие в результате практического или теоретического применения сведений, изложенных в этой книге.

Использование рисунков и схем, приводимых в этой книге, а также иной изложенной в ней информации осуществляется читателем на собственный страх и риск с возложением на него ответственности за все возможные последствия, в том числе за возникшие у него или у третьих лиц прямые или косвенные убытки.

С уважением и наилучшими пожеланиями,
М.В. Адаменко

Предисловие

Одним из самых перспективных направлений современной радиоэлектроники, без сомнения, является разработка и создание высокочастотной аппаратуры радиосвязи, бурному развитию которого не смогло воспрепятствовать даже появление систем мобильной телефонии и спутниковой связи. Естественно, особый интерес к высокочастотной технике проявляют и радиолюбители. В настоящее время в специализированной литературе, реагирующей на повышенный спрос к данной теме, постоянно публикуются описания различных конструкций, начиная от простейших радиомикрофонов (так называемых «жучков») и заканчивая сравнительно сложными системами радиосвязи.

К сожалению, весьма существенным недостатком большинства предлагаемых вниманию заинтересованных читателей публикаций является практически полное отсутствие описания не только теоретических основ протекающих при работе таких устройств физических процессов, но и основополагающих принципов функционирования отдельных узлов и каскадов. В то же время стиль изложения соответствующей информации в пособиях, предназначенных для студентов средних и высших специальных учебных заведений, не всегда понятен и доступен в первую очередь начинающим радиолюбителям, часто не имеющим достаточной специальной теоретической подготовки.

В результате многие радиолюбители не имеют возможность получить интересующую их информацию по вопросам, касающимся особенностей схемотехнических решений, применяемых в современных средствах радиосвязи, в том числе и в транзисторных радиопередающих устройствах, принципов их работы, основных технических параметров и возможностей. Отсутствие необходимой информации препятствует радиолюбителям получить соответствующие теоретические знания и практические навыки, необходимые не только для повторения описываемых в специализированной литературе устройств, но и для разработки собственных конструкций.

В предлагаемой вниманию читателей книге автор постарался собрать и обобщить основополагающие сведения, касающиеся особенностей схемотехнических решений, наиболее часто применяемых при разработке миниатюрных транзисторных радиопередающих устройств. В соответствующих разделах отдельных глав приводится информация о принципах действия и особенностях функционирования отдельных узлов и каскадов, принципиальные схемы, а также другие сведения, необходимые при самостоятельном конструировании простых радиопередатчиков и радиомикрофонов. Отдельная глава посвящена рассмотрению практических конструкций простых транзисторных микропередатчиков для систем связи малого радиуса действия.

Необходимо отметить, что миниатюрные радиопередающие устройства, конструкции которых рассмотрены в данной книге, могут использоваться на вполне законных основаниях в составе домашних систем связи, предназначенных для прослушивания помещений в доме или квартире. Такие микропередатчики могут применяться, например, для прослушивания детской комнаты или в составе системы сигнализации для получения звукового сигнала из охраняемого помещения. Миниатюрные радиопередающие устройства могут использоваться в домах и на дачных участках в составе беспроводного звонка или интеркома. Помимо этого радиомикрофоны, отличающиеся от простых микропередатчиков более качественной передачей звукового сигнала, применяются, например, при озвучивании презентаций, дискотек и других массовых мероприятий.

Конечно же, недобросовестные граждане могут попытаться применить описанные далее радиопередатчики для несанкционированного прослушивания. Однако таким «радиолюбителям» автор рекомендует помнить о возможных весьма неблагоприятных последствиях.

Внимание! Применение любой из описываемых далее конструкций в качестве специального технического средства для негласного получения информации или несанкционированного прослушивания, а также ее производство, сбыт и/или приобретение (в том числе и в целях сбыта), ввоз и вывоз для осуществления указанных деяний преследуется в соответствии с действующим административным и уголовным законодательством Российской Федерации.

Список сокращений и обозначений

АМ амплитудная модуляция
АМ-диапазон диапазон длинных и средних волн
АПЧ автоматическая подстройка частоты
АЧХ амплитудно-частотная характеристика
ВЧ высокая частота
ВЧ-генератор генератор колебаний высокой частоты
ВЧ-сигнал сигнал высокой частоты
ВЧ-усилитель усилитель сигналов высокой частоты
ДВ длинные волны
ДН диаграмма направленности
КПД коэффициент полезного действия
МУ микрофонный усилитель
НЧ низкая частота
НЧ-сигнал сигнал низкой частоты
НЧ-усилитель усилитель сигналов низкой частоты
ООС отрицательная обратная связь
ОС обратная связь
ПОС положительная обратная связь
СВ средние волны
УВЧ усилитель сигналов высокой частоты
УКВ ультракороткие волны
УКВ-диапазон диапазон 64,0–74,0 МГц
УНЧ усилитель сигналов низкой частоты
ЧМ частотная модуляция
FM частотная модуляция
FM-диапазон диапазон 88,0–108 МГц
GND шина корпуса (общий провод)
IN вход
LW длинные волны
MW средние волны
OUT выход
SA выключатель
WA антенна

1. Микрофоны

В малогабаритных радиопередатчиках непосредственное преобразование звуковых колебаний или акустических сигналов в электрический сигнал осуществляется с помощью специальных акустико-электрических преобразователей. Чаще всего в роли таких преобразователей выступают хорошо известные микрофоны различных типов, обеспечивающие преобразование энергии акустических колебаний окружающей среды в переменный электрический ток звуковой частоты. В данной главе рассматриваются особенности применения некоторых типов микрофонов в миниатюрных транзисторных радиопередающих устройствах.

В специализированной литературе и в сети Интернет можно найти немало описаний конструкций радиопередатчиков, в которых в качестве подобных преобразователей используются и другие устройства, например, динамические головки громкоговорителей. Однако рассмотрение основных принципов их функционирования выходит за рамки данной книги.

1.1. Общие сведения

Правильный выбор и корректная эксплуатация микрофона для радиопередающего устройства невозможны без знания некоторых основополагающих сведений о нем. Поэтому в данном разделе изложены основные критерии классификации микрофонов, а также рассмотрены конструктивные особенности некоторых типов миниатюрных микрофонов, применяемых в транзисторных микропередатчиках. Особое внимание уделено основным параметрам и характеристикам, которые имеют решающее значение при выборе микрофона для создаваемой в радиолюбительских условиях конструкции. Необходимо отметить, что подробное описание теоретических основ функционирования микрофонов различных типов, к сожалению, выходит за рамки предлагаемого издания в связи с его ограниченным объемом. Поэтому принципы работы таких устройств будут рассмотрены весьма упрощенно, не претендуя на академическую точность.

Назначение, принцип действия и составные части

Микрофон, используемый в миниатюрном радиопередающем устройстве, а также в звукозаписывающей и звуковоспроизводящей аппаратуре, предназначен для преобразования акустического сигнала в электрический низкочастотный сигнал. В процессе реализации такого преобразования на вход микрофона поступает акустический сигнал, а на его выходе формируется электрический сигнал соответствующей частоты. Иными словами, микрофон представляет собой специальное устройство, с помощью которого осуществляется преобразование энергии акустических колебаний воздушной или иной окружающей среды в электрическую энергию сигналов звуковой частоты.

Принцип действия обычного микрофона весьма прост и заключается в том, что акустический сигнал, проявляющийся в виде соответствующего изменения акустического давления, воздействует на чувствительный механический элемент специального акустико-электрического или механико-электрического преобразователя, являющегося основным элементом любого микрофона. В качестве такого элемента может выступать, например, мембрана с диафрагмой. Перемещение механического элемента в пространстве регистрируется электрической частью преобразователя, где происходит непосредственное формирование электрического сигнала звуковой частоты. Помимо акустико-электрического преобразователя в состав конструкции микрофона входят и другие функциональные узлы, обеспечивающие его работу с требуемыми параметрами и характеристиками.

Таким образом, конструктивно практически любой микрофон можно представить как устройство, которое состоит из акустико-электрического преобразователя с чувствительным элементом (например, мембрана с диафрагмой), арматуры (корпус и другие элементы механической конструкции), согласующего устройства и вспомогательных узлов (например, кабели и разъемы). Помимо этого, в состав, например, конденсаторных микрофонов входит специальный источник питания. Соответствующие цепи питания и усилительные каскады являются неотъемлемой частью микрофонов со встроенным усилителем.

В процессе преобразования акустического сигнала в электрический сигнал в отдельных функциональных узлах микрофона происходят определенные физические процессы, в соответствии с которыми практически любой современный микрофон можно представить как совокупность функциональных каскадов или звеньев. Первым из них является приемник звуковых или акустических колебаний, обеспечивающий прохождение звуковых волн, поступающих с определенного направления, на последующие узлы микрофона. Этот узел определяет характеристику направленности микрофона. Далее звуковые волны проходят на специ-

альный каскад, часто называемый акустико-механическим звеном, от параметров которого в значительной степени зависит частотная характеристика чувствительности микрофона. Непосредственное преобразование механических колебаний в электрические волны происходит в так называемом электромеханическом преобразователе, от параметров которого зависит чувствительность микрофона. Согласование выходных характеристик этого преобразователя с входными характеристиками последующего усилительного каскада обеспечивает специальный выходной электрический каскад, который в некоторых моделях микрофонов может использоваться для корректировки амплитудно-частотной характеристики.

Классификация микрофонов

В специализированной радиотехнической литературе можно найти различные критерии и, соответственно, системы классификации микрофонов. Однако ограниченный объем данной книги не позволяет подробно рассмотреть даже некоторые из них. Поэтому далее остановимся лишь на важнейших критериях и признаках, чаще всего используемых в качестве основы для классификации микрофонов, применяемых в миниатюрных радиопередатчиках.

Одним из основных критериев, применяемых при классификации микрофонов, является способ воздействия звуковых колебаний на чувствительный элемент акустико-электрического преобразователя. Часто классификацию по такому принципу называют классификацией по типу приемника. В соответствии с этим критерием микрофоны делятся на приемники давления, приемники градиента давления, комбинированные приемники и приемники с изменяемой диаграммой направленности.

В приемниках давления воздействие акустического сигнала и, соответственно, акустического давления на чувствительный элемент может осуществляться только с одного направления, а именно со стороны источника звукового сигнала или с фронтальной стороны. В таких микрофонах амплитуда перемещения чувствительного элемента не зависит от направления и удаленности источника сигнала, а только от величины акустического давления. Приемники давления обычно имеют круговую или вытянутую диаграмму направленности и часто называются ненаправленными микрофонами.

Использование специальных конструктивных решений в приемниках градиента давления обеспечивает возможность воздействия акустического сигнала на чувствительный элемент не только с фронтальной, но и с тыльной стороны. При этом амплитуда перемещения чувствительного элемента не зависит от величины акустического давления, а определяется лишь разницей величин давлений перед чувствительным элементом и за ним. Чем больше эта разница (перепад давления или градиент), тем больше переместится, например, мембрана. Таким образом, у приемников градиента давления, часто называемых градиентными микрофонами, отклонение положения чувствительного элемента и, соответственно, величина выходного напряжения в определенной степени зависят от направления на источник акустического сигнала. Эта зависимость определяет форму диаграммы направленности. В зависимости от конструктивных особенностей градиентные микрофоны имеют диаграмму направленности в форме так называемой «восьмерки» и часто называются микрофонами с двусторонней диаграммой направленности.

В комбинированных приемниках или комбинированных микрофонах, представляющих собой комбинацию механических конструкций чаще всего двух микрофонов, с помощью специальных конструктивных решений удастся получить одностороннюю диаграмму направленности. Так, например, совместное использование в одном корпусе приемника давления и приемника градиента давления позволяет сложением их диаграмм направленности круговой формы и «восьмерки» сформировать диаграмму в форме кардиоиды, то есть диаграмму с односторонней направленностью.

В отдельную группу, по мнению автора, следует выделить микрофоны с переменной диаграммой направленности. Необходимо отметить, что некоторые специалисты считают микрофоны с переменной ДН лишь разновидностью комбинированных микрофонов, поскольку и в том, и в другом случае конструктивная или механическая часть таких устройств представляет собой комбинацию двух микрофонов. Однако подобное объединение в одну группу комбинированных микрофонов и микрофонов с переменной диаграммой направленности можно считать достаточно спорным. Дело в том, что в комбинированных микрофонах жестко связаны между собой не только механические элементы, но и «жестко» объединены и неизменны электрические схемы включения электромеханических преобразователей. В микрофонах с переменной диаграммой направленности, конструктивно также состоящих обычно из двух микрофонов, изменение формы диаграммы направленности достигается комбинированием и/или коррекцией электрических цепей их включения. Иными словами, при эксплуатации микрофона с переменной диаграммой направленности пользователь имеет возможность самостоятельно выбрать форму диаграммы направленности имеющегося в его распоряжении микрофона. При работе с комбинированным микрофоном такая возможность у пользователя отсутствует.

Микрофоны делятся на определенные группы и в зависимости от формы диаграммы направленности, которая представляет собой зависимость чувствительности микрофона от угла, образованного акустической осью микрофона и осью источника акустического сигнала. Иными словами, диаграмму или характеристику направленности можно определить как зависимость чувствительности микрофона на заданной частоте от угла падения звуковой волны. По этому критерию микрофоны подразделяются на ненаправленные (с круговой или вытянутой диаграммой направленности), с двусторонней направленностью (диаграмма в форме «восьмерки»), с кардиоидной направленностью (с диаграммой направленности в форме кардиоиды), а также остронаправленные микрофоны. В остронаправленных микрофонах соответствующая форма диаграммы направленности достигается различными способами, рассмотрение которых выходит за рамки данной книги.

В зависимости от типа электромеханического преобразователя микрофоны подразделяются на электромагнитные, угольные, пьезоэлектрические, конденсаторные и электродинамические. В миниатюрных передатчиках чаще всего применяются электродинамические (динамические) и конденсаторные (электростатические) микрофоны.

Электродинамические микрофоны, часто называемые динамическими, в зависимости от конструктивных особенностей применяемого в них электромеханического преобразователя, делятся на катушечные и ленточные. В катушечных микрофонах бескаркасная цилиндрическая катушка, прикрепленная к диафрагме, помещена в магнитное поле постоянного магнита. При ее перемещении вследствие воздействия акустических колебаний в катушке индуцируется электродвижущая сила соответствующей величины и направленности. В ленточных микрофонах в качестве подвижного элемента применяется гофрированная металлическая ленточка, установленная между полюсными наконечниками постоянного магнита. Эта ленточка одновременно является проводником тока и подвижной системой преобразователя.

Основу электромеханического преобразователя конденсаторных (электростатических) микрофонов составляют подвижный и неподвижный электроды, которые образуют обкладки конденсатора. Подвижный электрод конструктивно выполняется в виде мембраны из металлической фольги или металлизированной полимерной пленки. Эта мембрана колеблется под действием акустических колебаний, что приводит к соответствующему изменению емкости электромеханического преобразователя по отношению к состоянию покоя.

Особого внимания заслуживают получившие широкое распространение так называемые электретные конденсаторные микрофоны. В них мембрана выполнена из металлизированной с внешней стороны полимерной электретной пленки, которая поляризуется и сохраняет

поверхностный заряд сравнительно долгое время. Выходное сопротивление электростатических микрофонов имеет значительную величину, поэтому в их состав включается специальный согласующий каскад, который также обеспечивает и усиление сигнала. Питание этого каскада осуществляется от внешнего источника постоянного напряжения, поэтому схемы включения таких микрофонов имеют определенные особенности.

Среди радиолюбителей весьма популярны часто используемые и в радиолюбительских конструкциях транзисторных микропередатчиков так называемые капсульные электретные микрофоны отечественного производства типов МКЭ-332 и МКЭ-333 различных модификаций, а также электретные микрофоны зарубежного производства, например, типов MCE100, MCE101 и SZN-15E.

Более подробную информацию о принципе работы и конструктивных особенностях электродинамических и электростатических микрофонов заинтересованный читатель может найти в специализированной литературе.

Основные технические характеристики

При выборе микрофона для миниатюрного радиопередающего устройства помимо указанных выше конструктивных особенностей электромеханических преобразователей следует учитывать и другие характеристики микрофона. Среди них особое место занимают чувствительность, частотная характеристика и номинальный диапазон частот, а также модуль полного электрического сопротивления и уже упоминавшаяся форма диаграммы направленности.

Под чувствительностью микрофона понимается соотношение его выходного напряжения и акустического давления, которое явилось инициатором появления этого напряжения. Обычно чувствительность выражается в В/Па или в мВ/Па. В специализированной литературе нередко можно встретить выражение измеренной чувствительности в дБ по отношению к базовому уровню 1 В/Па.

Чувствительность микрофона является характеристикой, зависящей от частоты, и обычно нормируется на частоте 1000 Гц. Например, у электретных микрофонов отечественного производства типов МКЭ-332 и МКЭ-333 чувствительность, в зависимости от модификации, составляет от 3 мВ/Па до 24 мВ/Па. У импортного электретного микрофона типа MCE100 чувствительность не хуже 5 мВ/Па, а у микрофона SZN-15E эта характеристика не хуже 58 мВ/Па.

Частотная характеристика микрофона представляет собой зависимость его выходного напряжения от частоты акустического сигнала при постоянной величине акустического давления. Обычно частотная характеристика измеряется на рабочей оси микрофона, то есть по направлению его максимальной чувствительности. Поэтому такая характеристика нередко называется осевой или фронтальной. Частотная характеристика микрофона обычно указывается в его паспортных данных. При необходимости ее можно найти в справочной литературе или в сети Интернет.

Немалое значение имеют и такие параметры микрофона, как неравномерность его частотной характеристики, измеряемая в дБ, а также номинальный диапазон частот. У отечественных электретных микрофонов типов МКЭ-332 и МКЭ-333 нижняя граница номинального диапазона частот, в зависимости от модификации, находится в пределах от 50 Гц до 100 Гц, а верхняя граница – в пределах от 12 кГц до 15 кГц. Импортный электретный микрофон типа MCE100 имеет номинальный диапазон частот от 50 Гц до 12000 Гц, а у микрофона типа SZN-15E номинальный диапазон частот составляет от 80 Гц до 15000 Гц. Неравномерность частотной характеристики электретных микрофонов обычно находится в пределах от 1 дБ до 3 дБ.

Модуль полного электрического сопротивления или импеданс микрофона представляет собой величину сопротивления на его выходных контактах. Знание этой величины позволяет определить необходимое входное сопротивление каскада, к входу которого предполагается подключить микрофон, например, микрофонного усилителя, обеспечив оптимальное согласование. Модуль полного электрического сопротивления микрофона является характеристикой, зависящей от частоты, и обычно нормируется на частоте 1000 Гц. Например, у электретных микрофонов отечественного производства типа МКЭ-332 и МКЭ-333, как и у импортного микрофона типа МСЕ100 модуль полного электрического сопротивления составляет около 600 Ом.

При разработке низкочастотного тракта миниатюрных транзисторных радиопередатчиков и радиомикрофонов входное сопротивление следующего каскада (микрофонного усилителя) выбирается в 5–10 раз большим, чем импеданс микрофона. Использование в качестве нагрузки микрофона каскада со слишком малым входным сопротивлением приводит к искажению частотной характеристики, увеличению искажений, а также к снижению соотношения сигнал/шум.

Диаграмма направленности микрофона представляет собой зависимость его чувствительности от угла, образованного акустической осью микрофона и осью источника акустического сигнала. Таким образом, диаграмму или характеристику направленности можно представить как зависимость чувствительности микрофона на заданной частоте от угла падения звуковой волны. Форма диаграммы направленности может быть различной, например, круговая или вытянутая у ненаправленных микрофонов, в форме «восьмерки» у микрофонов с двусторонней направленностью, в форме кардиоиды и т. п. Уже упоминавшийся микрофон типа МКЭ-332 имеет диаграмму с односторонней направленностью, а микрофон типа МКЭ-333 является ненаправленным, форма его диаграммы направленности близка к круговой.

При выборе микрофона для низкочастотного тракта миниатюрных радиопередающих устройств особое внимание следует обратить, помимо рассмотренных выше параметров, на его массу и габаритные размеры, а также на определенные конструктивные особенности. Не следует забывать и о том, что конструктивно микрофоны могут отличаться друг от друга количеством и конструкцией выводов. Необходимо отметить, что динамические микрофоны, по сравнению с конденсаторными микрофонами, более чувствительны к воздействию вибраций, как и направленные микрофоны по сравнению с приемниками давления.

1.2. Особенности применения микрофонов

В процессе разработки малогабаритных радиопередающих устройств, в которых преобразование акустического сигнала в низкочастотный электрический сигнал осуществляется с помощью миниатюрных микрофонов, следует учитывать характерные особенности применяемых микрофонов. Эти особенности заключаются, в первую очередь, в необходимости использования соответствующих цепей подключения и согласования с последующими каскадами. Помимо этого, при применении электростатического микрофона в состав конструкции следует ввести каскад, обеспечивающий формирование напряжения питания этого микрофона.

Подключение и согласование

В настоящее время в малогабаритных транзисторных радиопередающих устройствах применяются микрофоны различных типов, но чаще всего разработчики отдают предпочтение динамическим, конденсаторным и электретным микрофонам. При этом выбор микрофона осуществляется с учетом его технических характеристик и параметров, основными из которых являются чувствительность, номинальный диапазон частот, характеристика направленности, модуль полного электрического сопротивления, а также масса, габаритные размеры и т. п. Для конденсаторных микрофонов не менее важной характеристикой является уровень эквивалентного звукового давления.

При подключении микрофона к входу следующего каскада, например, к входу микрофонного усилителя, помимо определенных электрических параметров самого микрофона (импеданс и напряжение) следует учитывать входные характеристики нагрузки (входное сопротивление и чувствительность, например, микрофонного усилителя). Поскольку в паспортных данных чувствительность микрофона указывается для так называемого режима холостого хода (без нагрузки), то входное сопротивление следующего каскада должно быть в 5–10 раз больше, чем модуль полного электрического сопротивления микрофона.

Так называемые низкоомные катушечные динамические микрофоны, чувствительность которых составляет обычно от 1 мВ/Па до 3 мВ/Па, чаще всего имеют выходное сопротивление в пределах от 50 Ом до 200 Ом и обеспечивают формирование выходного напряжения величиной от нескольких милливольт до 25 мВ. Поэтому при использовании такого микрофона следующий каскад должен иметь соответствующую чувствительность (не хуже 0,5 мВ) и сравнительно высокое входное сопротивление (не менее 1 кОм). Если же чувствительность, например, микрофонного усилителя будет хуже, то для согласования можно использовать микрофонный трансформатор.

Высокоомные катушечные динамические микрофоны, имеющие чувствительность до 10 мВ/Па при выходном сопротивлении около 47 кОм, обеспечивают формирование выходного напряжения величиной до нескольких десятков милливольт. Подключаемый к выходу таких микрофонов каскад должен иметь чувствительность не хуже 5 мВ и входное сопротивление не менее 100 кОм. Некоторые типы высокоомных катушечных динамических микрофонов имеют встроенный согласующий трансформатор, а соответствующий переключатель позволяет пользователю выбрать величину выходного сопротивления (низкоомный или высокоомный выход).

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.