

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
«МАРКСОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»**

**КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ОП.06 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ЭЛЕКТРОРАДИОМАТЕРИАЛЫ  
И РАДИОКОМПОНЕНТЫ**

специальность: 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и  
ремонт электронных приборов и устройств



КОС для общепрофессиональной дисциплины  
ОП.06 Материаловедение,  
электрорадиоматериалы и радиокомпоненты  
разработан в соответствии с требованиями  
ФГОС СПО по специальности 11.02.16 Монтаж,  
техническое обслуживание и ремонт  
электронных приборов и устройств,  
утвержденного приказом Минпросвещения  
России от 04.10.2021г. №691.

**РАССМОТРЕНО** на заседании цикловой  
методической комиссии технического  
профиля  
Протокол № 9, дата « 15 » мая 2024 г.  
Председатель [подпись] /В. И. Гриднев/

**СОГЛАСОВАНО** с Методическим советом  
ГАПОУ СО «Марковский политехнический  
колледж»  
Протокол № 10 от « 17 » мая 2024 г.  
Председатель [подпись] /Гостева И.Ю./

**Составитель:** Хлебникова Г.Н., преподаватель высшей квалификационной  
категории ГАПОУ СО «Марковский политехнический колледж»

**Рецензенты:**

**Внутренний:** Гриднев В. И., преподаватель высшей квалификационной категории  
ГАПОУ СО «Марковский политехнический колледж»

**Внешний:** Коваль Людмила Валентиновна, преподаватель Марковского  
сельскохозяйственного техникума.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1.</b>	<b>ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ</b>	<b>16</b>
<b>4.</b>	<b>КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>	<b>51</b>

# 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 1.1 Назначение, цель и задачи фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (далее - ФОС) по учебной дисциплине представляет собой комплект методических и контрольных измерительных материалов, оценочных средств, предназначенных для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям программы подготовки специалистов среднего звена по специальности (текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация).

Фонд оценочных средств по дисциплине ОП.06 Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты разработан согласно требованиям ФГОС СПО и является неотъемлемой частью реализации программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств.

Целью фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС СПО по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств.

Задачи ФОС:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, практического опыта и освоения компетенций, определенных ФГОС СПО;
- контроль и управление достижением целей программы, определенных как набор общих и профессиональных компетенций;
- оценка достижений обучающихся в процессе обучения с выделением положительных / отрицательных результатов и планирование предупреждающих / корректирующих мероприятий;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения;
- достижение такого уровня контроля и управления качеством образования, который обеспечил бы признание квалификаций выпускников работодателями отрасли.

Фонд оценочных средств включает в себя контрольно-оценочные средства (задания и критерии их оценки, а также описания форм и процедур) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (определения качества освоения обучающимися результатов освоения учебной дисциплины (умений, знаний, практического опыта, ПК и ОК).

ФОС обеспечивает поэтапную (текущий контроль) и интегральную (промежуточная аттестация) оценку умений и знаний обучающихся, приобретаемых при обучении по учебной дисциплине, направленных на формирование компетенций.

### 1.1.1. Перечень общих компетенций

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и

интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

1.1.2. Перечень профессиональных компетенций

ПК 1.1. Осуществлять сборку, монтаж и демонтаж электронных приборов и устройств в соответствии с требованиями технической документации

ПК 3.1. Разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы простейших электронных приборов и устройств.

ПК 3.2. Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности

Формой промежуточной аттестации по учебной дисциплине является **дифференцированный зачет.**

## 1.2 Результаты освоения учебной дисциплины

### ОП.06 Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты, подлежащие проверке

В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний:

Коды и наименования результатов обучения (умения и знания)	Показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<p><b>Уметь:</b></p> <p>У 1. Выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения в радиоэлектронных устройствах</p> <p>З 1. Особенности физических явлений в электрорадиоматериалах</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- подбор материалов для конкретного применения в радиоэлектронных устройствах, исходя из определенных свойств;</li> <li>- перечисление электроматериалов и объяснение физических явлений, происходящих в них</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наблюдение за ходом выполнения практической работы;</li> <li>- защита практической работы;</li> <li>- устный опрос по темам;</li> <li>- работа с технической и справочной литературой, подготовка сообщений, докладов и презентаций;</li> <li>- дифференцированный зачет</li> </ul>
<p>У 2. Подбирать по справочным материалам радиокомпоненты для электронных устройств</p> <p>З 2. Параметры и характеристики типовых радиокомпонентов</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- поиск по справочным материалам радиокомпонентов для электронных устройств, исходя из заданных параметров;</li> <li>- перечисление типовых радиокомпонентов, их классификаций, параметров и характеристик</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наблюдение за ходом выполнения практических работ</li> <li>- защита практических работ</li> <li>- устный опрос по теме;</li> <li>- письменный опрос по теме;</li> <li>- выполнение индивидуальных заданий, работа с технической и справочной литературой;</li> <li>- дифференцированный зачет</li> </ul>
<p>У 3. Читать маркировку радиокомпонентов</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- расшифровка различных видов маркировок радиокомпонентов, в соответствии с ГОСТ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наблюдение за ходом выполнения практических работ;</li> <li>- защита практических работ;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- письменный опрос по темам;</li> <li>- выполнение индивидуальных заданий, работа с технической и справочной литературой;</li> <li>- дифференцированный зачет</li> </ul>
У 4. Выбирать провода, кабели, жгуты для конкретной области применения по маркировке	- определение области применения проводов, кабелей, жгутов, в зависимости от их маркировки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наблюдение за ходом выполнения практической работы;</li> <li>- защита практической работы;</li> <li>- дифференцированный зачет</li> </ul>
У 5. Различать радиокомпоненты в зависимости от систем обозначений	- определение систем маркировок и типов радиокомпонентов по ним	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наблюдение за ходом выполнения практических работ;</li> <li>- защита практических работ;</li> <li>- письменный опрос по теме;</li> <li>- выполнение индивидуальных заданий, работа с технической и справочной литературой;</li> <li>- дифференцированный зачет</li> </ul>
У 6. Переводить одну систему обозначения радиокомпонентов в другую	- преобразование одной системы обозначения радиокомпонентов в другую, в соответствии с ГОСТ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наблюдение за ходом выполнения практических работ;</li> <li>- защита практических работ;</li> <li>- письменный опрос по темам;</li> <li>- работа с технической и справочной литературой;</li> <li>- дифференцированный зачет</li> </ul>
У 7. Использовать поисковые системы радиокомпонентов.	- поиск радиокомпонентов, их параметров, типоразмеров, схем включения, цен, в зависимости от специфики поисковых систем	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наблюдение за ходом выполнения практической работы;</li> <li>- защита практической работы;</li> </ul>

	радиокомпонентов	
У 8 Различать типы корпусов полупроводниковых приборов	- определение типа корпуса и типа полупроводникового прибора по внешнему виду корпуса	- наблюдение за ходом выполнения практической работы; - защита практической работы;
<b>Знать:</b>		
З 3 УГО радиокомпонентов	- изображение УГО радиокомпонентов, в соответствии с ГОСТ	- наблюдение за ходом выполнения практических работ; - письменный опрос по темам; - выполнение индивидуальных заданий, работа с технической и справочной литературой; - дифференцированный зачет



## 2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины ОП.06 Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты осуществляется преподавателем в процессе:

- проведения устного или письменного опроса по теме, разделу; круглого стола, деловой игры, семинара и др.
- выполнения и защиты лабораторных и практических работ;
- тестирования по отдельным темам и разделам;
- анализ выполнения типового задания и т.д.

Устный или письменный опрос проводится на практических занятиях и затрагивает как тематику предшествующих занятий, так и лекционный материал и позволяет выяснить объем знаний студента по определенной теме, разделу, проблеме. Устный опрос в форме собеседования - специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Типовое задание - стандартные задания, позволяющие проверить умение решать как учебные, так и профессиональные задачи. Содержание заданий должно максимально соответствовать видам профессиональной деятельности.

Различают разноуровневые задачи и задания:

а) ознакомительного, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;

б) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;

в) продуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения, выполнять проблемные задания.

Тестирование представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося, направлено на проверку владения терминологическим аппаратом и конкретными знаниями по дисциплине. Тестирование по теме, разделу занимает часть учебного занятия (10-30 минут), правильность решения разбирается на том же или следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем.

Практические занятия проводятся в часы, выделенные учебным планом для отработки практических навыков освоения компетенциями, и предполагают аттестацию всех обучающихся за каждое занятие.

В ходе практического занятия обучающиеся приобретают умения, предусмотренные рабочей программой дисциплины, учатся использовать формулы, и применять различные методики расчета, анализировать полученные результаты и делать выводы, опираясь на теоретические знания.

Содержание, этапы проведения конкретного практического занятия или лабораторной работы, критерии оценки представлены в методических указаниях по выполнению практических работ.

Отчет по практической работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической, лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае невыполнения практических заданий в процессе обучения, их необходимо «отработать». Вид заданий, которые необходимо выполнить для ликвидации задолженности определяется в индивидуальном порядке, с учетом причин невыполнения.

Форма проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбирается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости обучающимся инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на дифференцированном зачете.

## 2.1. Критерии оценивания теоретических знаний

### Требования к устным ответам

Результатом проверки уровня усвоения учебного материала является отметка. При оценке знаний обучающихся предполагается обращать внимание на правильность, осознанность, логичность и доказательность в изложении материала, точность использования терминологии, самостоятельность ответа. Оценка знаний предполагает учёт индивидуальных особенностей обучающихся, дифференцированный подход к организации работы.

#### Критерии оценки устного ответа:

Оценка	Условия, при которых выставляется оценка
Оценка 5 («отлично»)	<p>полно раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой и учебником; изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя математическую терминологию и символику; правильно выполнил рисунки, чертежи, графики, сопутствующие ответу;</p> <p>показал умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации при выполнении практического задания; продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость использованных при ответе умений и навыков;</p> <p>отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя.</p> <p>Возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, которые обучающийся легко исправил по замечанию преподавателя.</p>

Оценка 4 («хорошо»)	В изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие математического содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя. Допущены ошибки или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, которые обучающийся легко исправил по замечанию преподавателя.
Оценка 3 («удовлетворительно»)	Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий и использовании терминологии, чертежах, выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя. Обучающийся не справился с применением теории в новой ситуации при выполнении практического задания, но выполнил задания обязательного уровня сложности по данной теме. При проверке теоретического материала выявлена недостаточная сформированность умений и навыков.
Оценка 2 («неудовлетворительно»)	Не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание учеником большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании математической терминологии, в рисунках, чертежах или графиках, в выкладках, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя. Обучающийся обнаружил полное незнание и непонимание изучаемого материала или не смог ответить ни на один из поставленных вопросов по изучаемому материалу.

### Требования к оформлению доклада

Доклад предоставляется в распечатанном виде, объёмом 3-5 страниц. Текст доклада должен быть представлен в текстовом редакторе Word, шрифт – Times New Roman 14, межстрочный интервал – 1.5 (полуторный). Поля: верхнее - 2, нижнее - 2, левое- 3, правое - 1,5.

Доклад должен включать в себя: введение, основную часть, заключение, список литературы (не менее 5 источников).

### Критерии оценки доклада:

Оценка	Условия, при которых выставляется оценка
Оценка 5 («отлично»)	материал изложен в определенной логической последовательности. Тема доклада раскрыта полностью.

Оценка 4 («хорошо»)	тема раскрыта, но при этом допущены не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.
Оценка 3 («удовлетворительно»)	тема раскрыта не полностью, допущена существенная ошибка.
Оценка 2 («неудовлетворительно»)	содержании доклада не раскрывает рассматриваемую тему, обнаружено не понимание основного содержания учебного материала

Доклад может быть представлен как доклад-презентация. Необходимо представить 5-7 слайдов. Время доклада -5 минут. Критерии оценки доклада такие же. Дополнительно оценивается презентация.

<b>Оформление слайдов</b>	<b>Параметры</b>
Стиль	Соблюдать единого стиля оформления.
Фон	Фон не должен быть слишком темным или ярким, чтобы не отвлекать внимания от содержания слайдов.
Использование цвета	Слайд не должен содержать более трех цветов. Фон и текст должны быть оформлены контрастными цветами.
Анимационные эффекты	При оформлении слайда использовать возможности анимации. Анимационные эффекты не должны отвлекать внимание от содержания слайдов.
<b>Представление информации</b>	<b>Параметры</b>
Содержание информации	Слайд должен содержать минимум информации. Информация должна быть изложена доступным языком. Содержание текста должно точно отражать этапы выполненной работы. Текст должен быть расположен на слайде так, чтобы его удобно было читать. В содержании текста должны быть ответы на проблемные вопросы. Текст должен соответствовать теме презентации.
Расположение информации на странице	Предпочтительно горизонтальное расположение информации. Наиболее важная информация должна располагаться в центре. Надпись должна располагаться под картинкой.

Размер шрифта	Для заголовка – не менее 24. Для информации не менее – 18. Лучше использовать один тип шрифта. Важную информацию лучше выделять жирным шрифтом, курсивом, подчеркиванием На слайде не должно быть много текста, оформленного прописными буквами.
Выделения информации	На слайде не должно быть много выделенного текста (заголовки, важная информация).
Объем информации	Слайд не должен содержать большого количества информации. Лучше ключевые пункты располагать по одному на слайде.
Виды слайдов	Для обеспечения разнообразия следует использовать разные виды слайдов: – с таблицами – с текстом – с диаграммами

#### Критерии оценивания презентаций:

Оценка	Условия, при которых выставляется оценка
Оценка 5 («отлично»)	выполненная презентация отвечает всем требованиям критериев
Оценка 4 («хорошо»)	в презентации имеются незначительные нарушения или отсутствуют какие-либо параметры
Оценка 3 («удовлетворительно»)	при оценивании половина критериев отсутствует

#### Требования к оформлению реферата

Реферат предоставляется в распечатанном виде, объёмом 10-15 страниц. Текст реферата должен быть представлен в текстовом редакторе Word, шрифт - TimesNewRoman 14, межстрочный интервал – 1.5 (полуторный), в таблицах возможен межстрочный интервал – 1(одинарный), поля: верхнее - 2, нижнее - 2, левое- -3, правое - 1,5.

Реферат должен включать в себя: содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы (не менее 5 источников).

Время на защиту реферата: 5 минут.

#### Критерии оценивания реферата:

Оценка	Условия, при которых выставляется оценка
Оценка 5 («отлично»)	материал изложен в определенной логической последовательности. Тема реферата раскрыта полностью.

Оценка 4 («хорошо»)	тема реферата раскрыта, при этом допущены не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
Оценка 3 («удовлетворительно»)	тема раскрыта не полностью, допущена существенная ошибка
Оценка 2 («неудовлетворительно»)	при защите реферата обнаружено не понимание основного содержания учебного материала

### Выполнение тестирования

#### Критерии оценивания:

Оценка	Условия, при которых выставляется оценка
Оценка 5 («отлично»)	если студент при тестировании дал 85-100% правильных ответов
Оценка 4 («хорошо»)	если студент при тестировании дал 69-84% правильных ответов
Оценка 3 («удовлетворительно»)	если студент при тестировании дал 51-68% правильных ответов
Оценка 2 («неудовлетворительно»)	если студент при тестировании дал менее 50% правильных ответов

## 2.2. Критерии оценивания практических знаний

Оценка	Критерии оценивания
Оценка 5 («отлично»)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- практическая работа выполнена в установленные сроки (при отсутствии уважительных причин для несвоевременного выполнения работы);</li> <li>- все расчеты выполнены в соответствии с методикой и в полном объеме, обозначены единицы измерения всех рассчитываемых показателей;</li> <li>- сделан развернутый вывод по итогам выполненных расчетов;</li> <li>- работа оформлена аккуратно.</li> </ul>
Оценка 4 («хорошо»)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- практическая работа выполнена в установленные сроки (при отсутствии уважительных причин для несвоевременного выполнения работы);</li> <li>- расчеты выполнены в полном объеме, но были допущены одна - две негрубые ошибки при выполнении математических действий или не обозначены единицы измерения рассчитываемых показателей;</li> <li>- сделан развернутый вывод по итогам выполненных расчетов, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;</li> <li>- работа оформлена аккуратно</li> </ul>

<p>Оценка 3 («удовлетворительно»)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- практическая работа выполнена в неустановленные сроки (при отсутствии уважительных причин для несвоевременного выполнения работы);</li> <li>- расчеты выполнены в полном объеме, но при этом были допущены одна – две грубые или три – четыре негрубые ошибки при выполнении математических действий, не обозначены единицы измерения рассчитываемых показателей или работа оформлена неаккуратно, с большим количеством исправлений;</li> <li>- не сделан развернутый вывод по итогам выполненных расчетов.</li> <li>- работа оформлена неаккуратно.</li> </ul>
<p>Оценка 2 («неудовлетворительно»)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- работа не выполнена;</li> <li>- при выполнении расчетов обучающийся допускает более двух грубых ошибок или более четырех негрубых, не обозначены единицы измерения рассчитываемых показателей или обозначены неправильно;</li> <li>- не сделан вывод по итогам выполненных расчетов.</li> </ul> <p>В случае получения оценки «неудовлетворительно» студент обязан выполнить работу заново.</p>

### 3. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

#### Раздел 1. Основы материаловедения

##### Тема 1.1. Строение и свойства материалов

###### Устный опрос

1. Общие сведения о строении материалов.
2. Классификация материалов по составу, свойствам и техническому назначению.
3. Основные механические, химические и электрические свойства применяемых в электронной технике материалов.

#### Раздел 2. Особенности физических явлений в электрорадиоматериалах

##### Тема 2.1. Проводниковые материалы

###### Устный опрос

1. Какими свойствами обладают проводниковые материалы?
2. Приведите примеры проводниковых материалов с высокой проводимостью. Дайте характеристику и назовите области их применения.
3. Приведите примеры проводниковых материалов с высоким удельным сопротивлением. Дайте характеристику и назовите области их применения.
4. Какой материал является лучшим проводником? Дайте характеристику и назовите области применения.
5. Назовите основные свойства и характеристики проводниковых материалов.
6. Основные свойства и области применения меди.
7. Какие вы знаете сплавы меди? Дайте характеристику и назовите области их применения.
8. Основные свойства и области применения алюминия.
9. Какие вы знаете сплавы алюминия? Дайте характеристику и назовите области их применения.
10. Какие вы знаете тугоплавкие металлы? Дайте характеристику и назовите области их применения.
11. Какими свойствами обладают благородные металлы? Приведите примеры и назовите области применения.
12. Назовите основные этапы процесса пайки.
13. Что такое паяльная паста? Какими свойствами должны обладать паяльные пасты?
14. Что такое припой? Какими свойствами должны обладать припои?

**Практическая работа №1** «Проведение сравнительного анализа проводниковых материалов для конкретного применения в радиоэлектронном устройстве»



## 1. Цель занятия

Научиться определять материал проводника исходя из анализа электрических, механических, физических и тепловых свойств.

## 2. Краткие теоретические сведения

Основные свойства проводниковых материалов характеризуются величиной удельного сопротивления электрическому току  $\rho$  температурным коэффициентом удельного электрического сопротивления  $\alpha$   $\rho$  ( $\text{TK}_\rho$ ), величиной термоэлектродвижущей силы  $E$  т.

Наилучшими проводниками электрического тока являются металлы. Механизм протекания тока в металлах, находящихся в твердом или жидком состояниях, обусловлен движением свободных электронов, поэтому металлы являются материалами с электронной электропроводностью.

Электропроводность металлов зависит от совершенства кристаллической решетки: чем меньше дефектов имеет кристаллическая решетка, тем выше электропроводность. Поэтому чистые металлы обладают наименьшими значениями удельного сопротивления, а сопротивление сплавов всегда выше сопротивлений металлических компонентов, входящих в их состав.

Металлические проводниковые материалы могут быть разделены на проводники малого сопротивления ( $\rho < 0,1 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$ ) - медь, серебро, алюминий и т. д., и проводники (сплавы) высокого сопротивления. Последние в свою очередь делятся на термостойкие сплавы для электронагревательных приборов - нихром, хромаль, фехраль и др., и термостабильные сплавы для образцовых резисторов - манганин, константан.

Величина удельного электрического сопротивления проводников в основном зависит от средней длины свободного пробега электронов  $\lambda_{\text{ср}}$ .

С повышением температуры амплитуда колебаний узлов кристаллической решетки увеличивается, средняя длина свободного пробега электронов уменьшается (рис. 1.1), а удельное сопротивление возрастает. Произведение удельного сопротивления на величину средней длины свободного пробега электрона является величиной постоянной  $\rho \cdot \lambda_{\text{ср}} = \alpha = \text{const}$ .

Экспериментально удельное электрическое сопротивление определяется по формуле:  $\rho = R \cdot S / l$ ,

где  $R$  – электрическое сопротивление проводника,  $S, l$  – площадь поперечного сечения и длина проводника.

Площадь поперечного сечения провода определяется по формуле

$$S = \pi \cdot d^2 / 4,$$

где  $d$  – диаметр проводника, м.

Таблица 1 Справочные значения удельного электрического сопротивления некоторых материалов

№	Материал проводника	Справочные значения удельного электрического сопротивления $\rho$ , мкОм · м
1	Медь	0,0172...0,02
2	Нихром	1,0...1,4
3	Сталь	0,12...0,2
4	Манганин	0,4...0,6
5	Константан	0,48...0,68
6	Латунь	0,071...0,075
7	Алюминий	0,0271...0,031

Таблица 2

Диаметр проводника, мм	Площадь поперечного сечения, мм <sup>2</sup>	Максимальный ток медь, А	Максимальный ток алюминий, А
0,8	0,5	11	-
0,98	0,75	15	-
1,13	1	17	-
1,24	1,2	20	18
1,38	1,5	23	-
1,6	2	26	21
1,79	2,5	30	24
1,96	3	34	27
2,26	4	41	32

Продолжение таблицы 2

Диаметр проводника, мм	Площадь поперечного сечения, мм <sup>2</sup>	Максимальный ток медь, А	Максимальный ток алюминий, А
2,53	5	46	36
2,77	6	50	39

3,2	8	62	46
3,57	10	80	60
4,52	16	100	75
5,65	25	140	105
6,68	35	170	130
8	50	215	165

### 3 Перечень используемого оборудования

3.1 Образцы материалов, радиокомпоненты.

3.2 Демонстрационные стенды.

3.3 Мультиметры.

3.4 Микрометры.

3.5 Рулетки.

### 4 Порядок выполнения работы

4.1 Определить экспериментальным путем исходные данные проводника, выданного преподавателем:

- измерить рулеткой длину проводника;
- измерить диаметр жилы проводника с помощью микрометра. Если провод многожильный, измерить диаметр одного проводника;
- измерить сопротивление проводника с помощью мультиметра.

Полученные данные занести в таблицу 3.

Таблица 3

№	Имеется			Рассчитать		Табличное значение $\rho$ , мкОм · м	Материал проводника
	R, Ом	L, м	d, м	S, м <sup>2</sup>	$\rho$ , мкОм · м		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

4.2 Рассчитать значения площади поперечного сечения S по формуле 2.3 и удельного электрического сопротивления проводников  $\rho$  по формуле 2.2, записать полученные данные в таблицу 3. Если провод многожильный рассчитывать суммарную площадь поперечного сечения.

4.3 Сравнить рассчитанные значения удельного электрического сопротивления  $\rho$

со справочными таблицы 1, определить и записать тип проводника в таблицу 3.

4.4 Определить максимальный ток проводников, исследованных в работе.

4.5 По внешнему виду определить материал проводника, материал изоляции, область применения и записать его маркировку.

4.6 Ответить на контрольные вопросы.

## **5 Содержание отчета:**

5.1 Наименование работы.

5.2 Цель работы.

5.3 Перечень используемого оборудования.

5.4 Результаты измерений и вычислений.

5.5 Выводы по каждому пункту порядка выполнения работы.

5.6 Ответы на контрольные вопросы.

## **6 Контрольные вопросы**

6.1 Какие материалы с высоким удельным сопротивлением вы знаете и где их применяют?

6.2 Какие материалы с низким удельным сопротивлением вы знаете и где их используют?

6.3 Как связаны между собой удельное электрическое сопротивление  $\rho$  и удельная проводимость  $\gamma$ ?

6.4 Приведите примеры и расшифруйте маркировку обмоточных проводов.

6.5 Приведите примеры и расшифруйте маркировку монтажных проводов.

## **Тема 2.2. Полупроводниковые материалы**

### **Устный опрос**

1. Какими электрическими свойствами обладают диэлектрические материалы.

2. Приведите примеры диэлектриков и дайте им характеристику.

3. Дайте определение поляризации диэлектриков.

4. Какие виды поляризации вы знаете? Дайте им характеристику.

5. Дайте определения полярным и неполярным диэлектрикам.

6. Что такое пробой в диэлектрике?

7. С чем связаны диэлектрические потери в диэлектрике?

8. Дайте определение полимеризации.

9. Дайте определение поликонденсации.

10. Дайте определение слоистым пластикам. Приведите примеры.

11. Что такое гетинакс? Дайте характеристику и назовите области применения.

12. Что такое текстолит? Дайте характеристику и назовите области применения.

13. Что такое стеклотекстолит? Дайте характеристику и назовите области применения.
14. Дайте определение фольгированным слоистым материалам. Приведите примеры и охарактеризуйте.
15. Лаки. Классификация, основные свойства, область применения.
16. Эмали. Классификация, основные свойства, область применения.
17. Что такое растворители, разбавители, смывки? Приведите примеры, дайте характеристику и назовите области применения.
18. Компаунды. Классификация, основные свойства, область применения.

**Практическая работа №2** «Проведение сравнительного анализа проводниковых материалов для конкретного применения в радиоэлектронном устройстве»

### **3. Цель занятия**

Научиться определять материал проводника исходя из анализа электрических, механических, физических и тепловых свойств.

### **4. Краткие теоретические сведения**

Основные свойства проводниковых материалов характеризуются величиной удельного сопротивления электрическому току  $\rho$  температурным коэффициентом удельного электрического сопротивления  $\alpha$   $\rho$  ( $TK_{\rho}$ ), величиной термоэлектродвижущей силы  $E$  т.

Наилучшими проводниками электрического тока являются металлы. Механизм протекания тока в металлах, находящихся в твердом или жидком состояниях, обусловлен движением свободных электронов, поэтому металлы являются материалами с электронной электропроводностью.

Электропроводность металлов зависит от совершенства кристаллической решетки: чем меньше дефектов имеет кристаллическая решетка, тем выше электропроводность. Поэтому чистые металлы обладают наименьшими значениями удельного сопротивления, а сопротивление сплавов всегда выше сопротивлений металлических компонентов, входящих в их состав.

Металлические проводниковые материалы могут быть разделены на проводники малого сопротивления ( $\rho < 0,1$  мкОм\*м) - медь, серебро, алюминий и т. д., и проводники (сплавы) высокого сопротивления. Последние в свою очередь делятся на термостойкие сплавы для электронагревательных приборов - нихром, хромаль, фехраль и др., и термостабильные сплавы для образцовых резисторов - манганин, константан.

Величина удельного электрического сопротивления проводников в основном зависит от средней длины свободного пробега электронов  $\lambda_{ср}$ .

С повышением температуры амплитуда колебаний узлов кристаллической решетки увеличивается, средняя длина свободного пробега электронов уменьшается (рис. 1.1), а удельное сопротивление возрастает. Произведение удельного сопротивления на величину средней длины свободного пробега электрона является величиной постоянной  $\rho * \lambda_{cp} = \alpha = \text{const}$ .

Таблица 1 Справочные значения удельного электрического сопротивления некоторых материалов

№	Материал проводника	Справочные значения удельного электрического сопротивления $\rho$ , мкОм · м
1	Медь	0,0172...0,02
2	Нихром	1,0...1,4
3	Сталь	0,12...0,2
4	Манганин	0,4...0,6
5	Константан	0,48...0,68
6	Латунь	0,071...0,075
7	Алюминий	0,0271...0,031

Таблица 2

Диаметр проводника, мм	Площадь поперечного сечения, мм <sup>2</sup>	Максимальный ток медь, А	Максимальный ток алюминий, А
0,8	0,5	11	-
0,98	0,75	15	-
1,13	1	17	-
1,24	1,2	20	18
1,38	1,5	23	-
1,6	2	26	21
1,79	2,5	30	24
1,96	3	34	27
2,26	4	41	32

Продолжение таблицы 2

Диаметр проводника, мм	Площадь поперечного сечения, мм <sup>2</sup>	Максимальный ток медь, А	Максимальный ток алюминий, А
------------------------	--	--------------------------	------------------------------

2,53	5	46	36
2,77	6	50	39
3,2	8	62	46
3,57	10	80	60
4,52	16	100	75
5,65	25	140	105
6,68	35	170	130
8	50	215	165

### Перечень используемого оборудования

Образцы материалов, радиокомпоненты.  
 Демонстрационные стенды.  
 Мультиметры.  
 Микрометры.  
 Рулетки.

### Порядок выполнения работы

Определить экспериментальным путем исходные данные проводника, выданного преподавателем:

- измерить рулеткой длину проводника;
- измерить диаметр жилы проводника с помощью микрометра. Если провод многожильный, измерить диаметр одного проводника;
- измерить сопротивление проводника с помощью мультиметра.

Полученные данные занести в таблицу 3.

Таблица 3

№	Имеется			Рассчитать		Табличное значение $\rho$ , мкОм · м	Материал проводника
	R, Ом	L, м	d, м	S, м <sup>2</sup>	$\rho$ , мкОм · м		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

### Содержание отчета:

Наименование работы.

Цель работы.

Перечень используемого оборудования.

Результаты измерений и вычислений.

Выводы по каждому пункту порядка выполнения работы.

Ответы на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы**

Какие материалы с высоким удельным сопротивлением вы знаете и где их применяют?

Какие материалы с низким удельным сопротивлением вы знаете и где их используют?

Как связаны между собой удельное электрическое сопротивление  $\rho$  и удельная проводимость  $\gamma$ ?

Приведите примеры и расшифруйте маркировку обмоточных проводов.

Приведите примеры и расшифруйте маркировку монтажных проводов.

### **Тема 2.3. Диэлектрические материалы**

#### **Устный опрос**

1. Какими свойствами обладают полупроводниковые материалы?
2. Свойства электронно-дырочных переходов.
3. Какой полупроводник называют примесным? Какие типы примесей вы знаете?
4. Что такое легирование? Опишите процесс легирования.
5. Что такое эпитаксия? Опишите процесс легирования.
6. Какие полупроводники называют простыми? Приведите примеры.
7. Германий. Свойства, получение и область применения.
8. Кремний. Свойства, получение и область применения.
9. Селен. Свойства, получение и область применения.
10. Теллур. Свойства, получение и область применения.
11. Какие полупроводники называют сложными? Приведите примеры.
12. Арсенид галлия. Свойства, получение и область применения.
13. Фосфид индия. Свойства, получение и область применения.
14. Антимонид индия. Свойства, получение и область применения.
15. Фосфид галлия. Свойства, получение и область применения.

### **Тема 2.4. Магнитные материалы**

#### **Устный опрос**

1. Какие материалы называют магнитными?
2. Какими свойствами обладают магнитные материалы?
3. Дайте определение слабомагнитным и сильномагнитным материалам.



4. Охарактеризуйте диамагнетики и приведите примеры.
5. Охарактеризуйте парамагнетики и приведите примеры.
6. Охарактеризуйте ферро- и ферримагнетики и приведите примеры.
7. Что показывает кривая намагничивания и из каких участков она состоит?
8. Что такое петля гистерезиса? Какую петлю называют предельной?
9. Что такое магнитная проницаемость?
10. Что такое потери энергии при перемагничивании? Из чего они складываются?
11. Классифицируйте и охарактеризуйте магнитные материалы.
12. Какие материалы называют магнитотвердыми? Классифицируйте и охарактеризуйте.
13. Какие материалы называют магнитомягкими? Классифицируйте и охарактеризуйте.

### Тема 3.1 Резисторы

#### Письменный опрос

##### Вариант 1

1. Классификация резисторов по характеру изменения сопротивления.
2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку резистора и кодированное обозначение номинала сопротивления и допуска, исходя из данных, приведенных ниже:

Тип резистора	Номинал. сопротивление, Ом	Номинал. мощность рас., Вт	Группа ТКС	Допуск, %	Климатич. исполнение	Группа по ур. шумов
P1-2	510	0,25	Б	±10	В	А

##### Вариант 2

1. Классификация резисторов по материалу резистивного элемента.
2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку резистора и кодированное обозначение номинала сопротивления и допуска, исходя из данных, приведенных ниже:

Тип резистора	Номинал. сопротивление, Ом	Номинал. мощность рас., Вт	Группа ТКС	Допуск, %	Климатич. исполнение	Группа по ур. шумов
C2-23	$1 \cdot 10^4$	0,125	А	±5	В	-

##### Вариант 3

1. Классификация резисторов по типу монтажа на печатную плату.
2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку резистора и кодированное обозначение номинала сопротивления и допуска, исходя из данных,

приведенных ниже:

Тип резистора	Номинал. сопротивление, Ом	Номинал. мощность рас., Вт	Группа ТКС	Допуск, %	Климатич. исполнение	Группа по ур. шумов
C5-37B	470	0,25	B	±5	B	-

#### Вариант 4

1. Классификация резисторов по способу защиты

2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку резистора и кодированное обозначение номинала сопротивления и допуска, исходя из данных, приведенных ниже:

Тип резистора	Номинал. сопротивление, Ом	Номинал. мощность рас., Вт	Группа ТКС	Допуск, %	Климатич. исполнение	Группа по ур. шумов
C2-33H	$1 \cdot 10^6$	0,25	Г	±10	-	-

#### Вариант 5

1. Классификация резисторов по назначению

2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку резистора и кодированное обозначение номинала сопротивления и допуска, исходя из данных, приведенных ниже:

Тип резистора	Номинал. сопротивление, Ом	Номинал. мощность рас., Вт	Группа ТКС	Допуск, %	Климатич. исполнение	Группа по ур. шумов
C2-1	$47 \cdot 10^4$	0,5	B	±5	B	-

#### Вариант 6

1. Постоянные резисторы. Назначение, особенности применения, УГО.

2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку резистора и кодированное обозначение номинала сопротивления и допуска, исходя из данных, приведенных ниже:

Тип резистора	Номинал. сопротивление, Ом	Номинал. мощность рас., Вт	Группа ТКС	Допуск, %	Климатич. исполнение	Группа по ур. шумов
P2-36B	$15 \cdot 10^3$	1	Г	±10	B	-

#### Вариант 7

1. Переменные резисторы. Назначение, особенности применения, УГО.

2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку резистора и кодированное обозначение номинала сопротивления и допуска, исходя из данных, приведенных ниже:

Тип резистора	Номинал. сопротивление, Ом	Номинал. мощность рас., Вт	Группа ТКС	Допуск, %	Климатич. исполнение	Группа по ур. шумов
---------------	----------------------------	----------------------------	------------	-----------	----------------------	---------------------

C1-4	$33 \cdot 10^3$	0,125	A	$\pm 5$	B	A
------	-----------------	-------	---	---------	---	---

### Вариант 8

1. Подстроечные резисторы. Назначение, особенности применения, УГО.
2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку резистора и кодированное обозначение номинала сопротивления и допуска, исходя из данных, приведенных ниже:

Тип резистора	Номинал. сопротивление, Ом	Номинал. мощность рас., Вт	Группа ТКС	Допуск, %	Климатич. исполнение	Группа по ур. шумов
МЛТ1	120	0,125	A	$\pm 5$	B	A

### Вариант 9

1. Охарактеризуйте основные параметры резисторов.
2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку резистора и кодированное обозначение номинала сопротивления и допуска, исходя из данных, приведенных ниже:

Тип резистора	Номинал. сопротивление, Ом	Номинал. мощность рас., Вт	Группа ТКС	Допуск, %	Климатич. исполнение	Группа по ур. шумов
P1-16	15	0,125	Д	$\pm 10$	B	A

## Практическое занятие № 3 «Исследование резистора»

**Цель работы:** ознакомиться с резистором. Экспериментально определить электрические параметры пассивных элементов.

### Краткие теоретические сведения

Элементы схемы – это идеализированные элементы, учитывающие определенные физические процессы реальной электрической цепи. Все элементы схем делятся на активные и пассивные. К активным элементам схемы относятся источники энергии.

К пассивным элементам схемы относятся резисторы ( $R$ ), катушки индуктивности ( $L$ ) и конденсаторы ( $C$ ). Они являются линейными элементами, если их сопротивление, индуктивность и ёмкость остаются постоянными при любом напряжении и токе.

Частотные характеристики пассивных элементов электрических цепей – это зависимость их сопротивления и фазового сдвига ( $\varphi$ ) между напряжением и током от частоты ( $f$ ).

Реальные пассивные элементы электрических схем обладают как сопротивлением  $R$ , так и индуктивностью ( $L$ ), и емкостью ( $C$ ). Однако во многих случаях некоторыми характеристиками элемента можно пренебречь из-за их незначительности по сравнению с более значимым. То есть у резистора можно

пренебречь индуктивностью и ёмкостью, у катушки индуктивности можно пренебречь сопротивлением и ёмкостью, а у конденсатора можно пренебречь сопротивлением и индуктивностью. Такие элементы электрических цепей называются идеальными, и они используются как для представления реальных элементов, так и для составления схем их замещения в расчётных схемах. В дальнейшем рассмотрим идеальные пассивные элементы электрических цепей. Активное сопротивление ( $R$ ) – идеализированный элемент схемы, учитывающий преобразования электрической энергии в другие виды энергий (тепловую, механическую, световую, химическую), кроме энергии магнитного, электрического полей. Измеряется в Омах, килоомах, мегаомах ( $1 \text{ кОм} = 1000 \text{ Ом}$ ).

Катушка индуктивности ( $L$ ) – это элемент электрической цепи, запасаящий электрическую энергию в магнитном поле, которую может полностью вернуть в последующем.

Математическая модель катушки индуктивности отражает то, что приложенное к ней напряжение  $UL$  уравнивается ЭДС самоиндукции  $e$ .

Для исследования резистора собрать схему (рис. 1.1) подключив с помощью соединительных проводов – источник регулируемого постоянного напряжения  $0...12 \text{ В}$ .

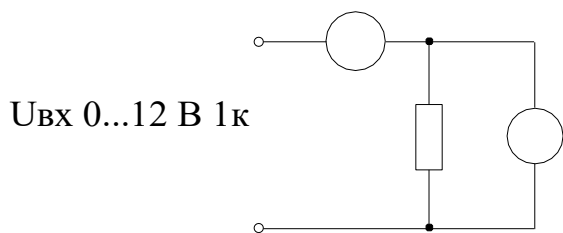


Рис. 1.1. Исследование резистора

Снять вольт-амперную характеристику изменяя напряжение от  $0 \text{ В}$  до  $12 \text{ В}$ . Результаты записать в табл. 1.1.

Таблица 1.1

### Результаты измерений

$U_{вх}, \text{ В}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$I, \text{ А}$										
$R, \text{ Ом}$										

Рассчитать сопротивление резистора по Закону Ома для всех значений токов, результаты занести в табл. 1.1. Построить график зависимости тока от напряжения  $I = f(U)$ . Проверить соотношение. На основе проведенных опытов сделать вывод о том, является ли резистор линейным элементом.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определения понятиям: ток, напряжение, ЭДС, мощность, узел, ветвь, контур.
2. Сформулируйте основные законы электротехники.

3. Источники напряжения и тока, их вольт-амперные характеристики.
4. Эквивалентные преобразования в электрических цепях.
5. Принципы классического метода расчета электрических цепей.
6. Сущность метода контурных токов.
7. Основные принципы метода наложений (суперпозиции).
8. Сущность метода эквивалентного генератора.
9. Сущность метода узловых потенциалов (напряжений).
10. Режимы работы цепи постоянного тока.
11. Баланс мощностей в цепях постоянного тока и его определение.
12. Определение потенциальной диаграммы и ход ее построения.

### Тема 3.2. Конденсаторы

#### Письменный опрос

##### Вариант 1

1. Классификация конденсаторов по характеру изменения емкости.
2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку конденсатора и кодированное обозначение, исходя из данных, приведенных ниже:

Тип конденсатора	Номин. емкость, пФ	Номин. раб. напряжение, В	Группа ТКЕ	Допуск, %
K10-17	$1 \cdot 10^3$	25	M47	$\pm 10$

##### Вариант 2

1. Классификация конденсаторов по типу диэлектрика.
2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку конденсатора и кодированное обозначение, исходя из данных, приведенных ниже:

Тип конденсатора	Номин. емкость, пФ	Номин. раб. напряжение, В	Группа ТКЕ	Допуск, %
K50-27	$47 \cdot 10^7$	250	M75	$+50 \div -20$

##### Вариант 3

1. Классификация конденсаторов по назначению.
2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку конденсатора и кодированное обозначение, исходя из данных, приведенных ниже:

Тип конденсатора	Номин. емкость, пФ	Номин. раб. напряжение, В	Группа ТКЕ	Допуск, %
К10-23	150	16	ПЗЗ	±5

#### Вариант 4

1. Конструктивные особенности и принцип действия конденсаторов.
2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку конденсатора и кодированное обозначение, исходя из данных, приведенных ниже:

Тип конденсатора	Номин. емкость, пФ	Номин. раб. напряжение, В	Группа ТКЕ	Допуск, %
К73-15	470	100	-	±5

#### Вариант 5

1. Охарактеризуйте основные параметры конденсаторов.
2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку конденсатора и кодированное обозначение, исходя из данных, приведенных ниже:

Тип конденсатора	Номин. емкость, пФ	Номин. раб. напряжение, В	Группа ТКЕ	Допуск, %
К10-17	$4,7 \cdot 10^2$	40	М750	±10

#### Вариант 6

1. Особенности применения конденсаторов.
2. Составьте полную буквенно-цифровую, цветную маркировку конденсатора и кодированное обозначение, исходя из данных, приведенных ниже:

Тип конденсатора	Номин. емкость, пФ	Номин. раб. напряжение, В	Группа ТКЕ	Допуск, %
К10-23	82	16	ПЗЗ	±5

### Практическое занятие № 4 «Исследование конденсатора».

#### 1 Цель работы

Получить практические навыки работы со справочниками по конденсаторам.

#### 2 Краткие теоретические сведения

Конденсатор – это элемент электрической цепи, состоящий из проводящих электродов (обкладок), разделенных диэлектриком и предназначенный для использования его емкости.

По применяемости конденсаторы подразделяются на постоянные, переменные и подстроечные, емкость которых соответственно не изменяется при эксплуатации, плавно изменяется в процессе эксплуатации аппаратуры и изменяется только в процессе регулировки.

По виду диэлектрика все конденсаторы подразделяются на группы с органическим, неорганическим, газообразным, оксидным диэлектриком. Такое разделение в зависимости от материала диэлектрики положено в основу обозначения конденсаторов. Обозначения основных групп конденсаторов приведено в таблице 1.

Таблица 1

Подкласс конденсаторов	Группа конденсаторов	Обозначение группы
Конденсаторы постоянной емкости	Керамические на $U_n < 1600V$	10
	Керамические на $U_n \geq 1600V$	15
	Кварцевые	20
	Стекланные	21
	Стеклокерамические	22
	Стеклоэмалевые	23
	Слюдяные малой мощности	31
	Слюдяные большой мощности	32
	Бумажные на $U_n < 2$ кВ фольговые	40
	Бумажные на $U_n \geq 2$ кВ фольговые	41
	Бумажные металлизированные	42
	Электролитические фольговые алюминиевые	50
	Электролитические фольговые танталовые, ниобиевые и др.	51
	Электролитические объемнопористые	52
	Оксидно-полупроводниковые	53
	С воздушным диэлектриком	60
	Вакуумные Полистирольные	61
	Фторопластовые	71
	Комбинированные	72
	Лакопленочные	75
	76	

Продолжение таблицы 1

Подкласс конденсаторов	Группа конденсаторов	Обозначение группы
Подстроечные и переменные конденсаторы	Вакуумные	1
	С воздушным диэлектриком	2
	С газообразным диэлектриком С	3
	твердым диэлектриком	4

**Конденсаторы с органическим диэлектриком** изготавливают намоткой тонких длинных лент конденсаторной бумаги, пленок с металлизированным или фольговым электродами.

**Конденсаторы с неорганическим диэлектриком** изготавливают из керамики, стекла, стеклокерамики, стеклоэмали, слюды с обкладками в виде металлизации или тонкой фольги.

**Конденсаторы с оксидным диэлектриком** (электролитические) выполняют в виде анода из алюминия, тантала или ниобия с тонким оксидным слоем и катодом, которым служит жидкий электролит, пропитывающий бумажную или тканевую прокладку (в алюминиевых и танталовых конденсаторах) и полупроводник – двуокись марганца (в оксиднополупроводниковых конденсаторах).

Электролитические конденсаторы общего назначения имеют униполярную (одностороннюю) проводимость с подключением анода к положительному потенциалу.

Неполярные конденсаторы с оксидным диэлектриком специального назначения могут включаться как в цепи постоянного тока, так и в цепи пульсирующего тока без учета полярности, а также допускать смену полярности при эксплуатации. К таким конденсаторам относятся высокочастотные, импульсные, пусковые и помехоподавляющие.

Высокочастотные конденсаторы (алюминиевые жидкостные и танталовые оксиднополупроводниковые) применяются в источниках вторичного питания, в цепях развязок и переходных цепях полупроводниковых устройств в диапазоне частот пульсирующего тока от десятков герц до сотен килогерц.

Импульсные конденсаторы (оксидно-электролитические алюминиевые) используются в цепях с относительно длительным зарядом и быстрым разрядом.

Пусковые конденсаторы (оксидно-электролитические алюминиевые) используются в асинхронных двигателях в момент из запуска для повышения пускового момента. Эти конденсаторы имеют емкость порядка десятков и сотен микрофард и рабочее напряжение до 400...600 В.

Помехоподавляющие конденсаторы (оксидно-полупроводниковые танталовые) выполняют в виде проходных конденсаторов, работающих как фильтры нижних частот.

**Конденсаторы с газообразным диэлектриком** могут быть постоянными и переменными. В качестве диэлектрика в них используются воздух, вакуум и сжатый газ (азот, фреон, элегаз). Эти конденсаторы имеют малые потери ( $\text{tg}\delta = 10^{-5}$ ) и высокую стабильность электрических параметров. Используются в передающих устройствах ДВ, СВ и КВ диапазонов на частотах 80 МГц в качестве контурных, блокировочных, разделительных и фильтровых конденсаторов, а также в качестве накопительных в импульсных искусственных линиях формирования и в мощных высоковольтных высокочастотных установках.

**Условное обозначение конденсаторов** в технической документации может



быть сокращенным и полным.

**Сокращенное** условное обозначение состоит из букв и цифр.

**Первый элемент** – буква или сочетание букв, обозначающие подкласс конденсатора:

К – постоянной емкости;

КТ – подстроечный (полупеременный, триммер); КП – переменной емкости.

**Второй элемент** – обозначение группы конденсатора в зависимости от материала диэлектрика по таблице 1.

**Третий элемент** – цифра или цифры, обозначающие регистрационный номер конденсатора, проставляемые через дефис.

Полное условное обозначение конденсаторов состоит из сокращенного обозначения, обозначения и величины основных параметров и характеристик, обозначения документа на поставку.

Параметры и характеристики, входящие в полное условное обозначение, указываются в следующей последовательности:

- обозначение конструктивного варианта или конструктивного исполнения. При указании обоих второе обозначение записывается после указания номинального напряжения;
- номинальное напряжение;
- номинальная емкость;
- допускаемое отклонение емкости (допуск);
- группа по температурной стабильности емкости;
- другие необходимые дополнительные характеристики.

Конструктивный вариант конденсатора обозначается строчными буквами.

Конструктивное (климатическое) исполнение обозначается прописными буквами:

В – всеклиматическое;

Т – тропическое.

**Номинальное напряжение** устанавливается в соответствии с ГОСТ9665-77 из ряда

1; 1,6; 2,5; 3,2; 4; 6,3; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 350; 400; 450; 500; 630; 800; 1000; 1600; 2000; 2500; 3000; 4000; 5000; 6300; 8000; 1000 В.

**Номинальная емкость** выбирается по стандарту СЭВ 1076-78 из семи рядов Е3; Е6; Е12; Е24; Е48; Е96; Е192. Цифра каждого ряда указывает число номинальных значений в каждом десятичном интервале. В ряду Е6, например, содержится шесть значений номинальных емкостей в каждой декаде, которые соответствуют числам 1; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8 или числам, полученным путем умножения или деления на  $10^n$ , где  $n$  – целое число.

Допустимое отклонение емкости (допуск) указывается в процентах и выбирается из ряда:

$\pm 0,1$ ;  $\pm 0,25$ ;  $\pm 0,5$ ;  $\pm 1$ ;  $\pm 2$ ;  $\pm 5$ ;  $\pm 10$ ;  $\pm 20$ ;  $\pm 30$ ;  $0$ ;  $+ 50$ ;  $-10 + 30$ ;  $-10 + 50$ ;

$-10 + 100$ ;  $-20 + 50$ ;  $-20 + 80$ .

Для конденсаторов с номинальными емкостями ниже 10 нФ допустимые отклонения указывают в абсолютных значениях:  $\pm 0,1$ ;  $\pm 0,25$ ;  $\pm 0,5$ ;  $\pm 1$ нФ.

Группа по температурной стабильности емкости (температурному коэффициенту емкости – ТКЕ) имеет буквенно-цифровое обозначение. Буквенные обозначения знака ТКЕ:

П – плюс; М –

минус;

МПО – ноль;

Н – нелинейный (нестабильный) закон изменения ТКЕ.

При буквенном обозначении П, М и МПО цифры обозначают множитель значения ТКЕ к  $10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ .

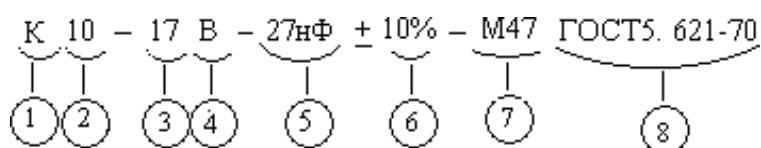
При буквенном обозначении Н цифры указывают отклонения емкости в процентах.

У слюдяных конденсаторов группы ТКЕ обозначаются: А – с ненормированным значением ТКЕ;

Б – множитель ТКЕ  $\pm 200\%$ ; В –

множитель ТКЕ  $\pm 100\%$ ; Г –

множитель ТКЕ  $\pm 50\%$ .

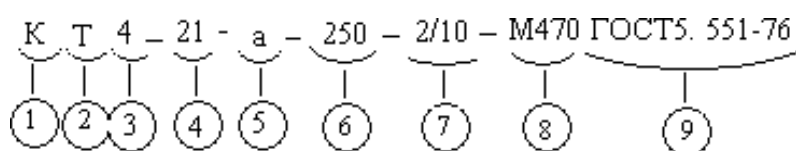


1- конденсатор постоянной емкости;

2- керамический на номинальное напряжение менее 1600 В;

- 3- конструктивное исполнение или регистрационный номер;
- 4- вариант конструктивного исполнения (всеклиматическое);
- 5- номинальная емкость с размерностью;
- 6- допустимое отклонение номинальной емкости;
- 7- группа ТКЕ, т.е  $\text{ТКЕ} = -47 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ;
- 8- условия поставки по ГОСТ 5.621-70.

Так как у этого типа конденсатора номинальное напряжение оговорено в обозначении его группы то отдельно оно не обозначается.



- 1- конденсатор;
- 2- подстроичный (триммер);
- 3- твердый диэлектрик;
- 4- конструктивное исполнение или регистрационный номер;
- 5- конструктивный вариант;
- 6- номинальное напряжение;
- 7- диапазон номинальной емкости (от 2 до 10) нФ;
- 8- группа ТКЕ, т.е  $\text{ТКЕ} = -470 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ;
- 9- условия поставки по ГОСТ 5.551-76.

Кроме полного буквенно-цифрового обозначения для малогабаритных конденсаторов постоянной емкости введено кодированное буквенно- цифровое или цветное обозначение. Кодированное буквенно-цифровое обозначение номиналов емкостей состоит из 2-3 цифр и буквы. Буква кода из русского (или латинского) алфавита, обозначает множитель, составляющий значение емкости, и определяет положение запятой десятичного знака:

$\Phi(F)$  – 1 фарада;  $I(m)$  –  $10^{-3}$ ;  $M(\mu)$  –  $10^{-6}$ ;  $N(n)$  –  $10^{-9}$ ;  $P(p)$  –  $10^{-12}$ .

Кодированное обозначение допусков приведено в таблице 2.

Таблица 2

Буквенное обозначение	В	С	Д	Ф	Ж	И	К	М	Н	А	Г	Т	Ю	Б	Э
	В	С	Д	F	G	I	K	M	N	A	Q	T	Y	S	Z
Допуск %	$\pm 0,1$	$\pm 0,25$ ( $\pm 0,2$ )	$\pm 0,5$	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 5$	$\pm 10$	$\pm 20$	$\pm 30$	0 +50 (0+80)	-10 +30	-10 +50	-20 +100	-20 +50	-20 +80 (-20 +100)

Кодированное обозначение рабочего напряжения приведено в таблице 3.

Таблица 3

Буквенное обозначение	I	R	M	A	C	B	D	E	F	G	H	S	J	K
Рабочее напряжение, В	1	1,6	2,5	3,2	4	6,3	10	16	20	25	32	40	50	63
Буквенное обозначение	L	N	P	Q	Z	W	X	T	Y	U	V			
Рабочее напряжение, В	80	100	125	160	200	250	315	350	400	450	500			

Кодированное обозначение ТКЕ у керамических конденсаторов выполняется в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Буквенное обозначение	-	A	G	N	C	H	M	L	P	R	S
Группа ТКЕ	П210	П100	П60	П33	МПО	М33	М47	М75	М150	М220	М330
Буквенное обозначение	T	V	U	K	Y	B	Z	D	X	E	F
Группа ТКЕ	М470	М750	М1500	М2200	М3300	Н10	Н20	Н30	Н50	Н70	Н90

Таким образом кодированная маркировка малогабаритных постоянных конденсаторов выполняется в 3 строки. В первой строке обозначается группа ТКЕ, во второй – величина емкости, в третьей – допуск и рабочее напряжение. Например: конденсатор емкостью 4700 пФ на рабочее напряжение 25В, группы ТКЕ М150 будет иметь обозначения, показанные на рисунке 1.

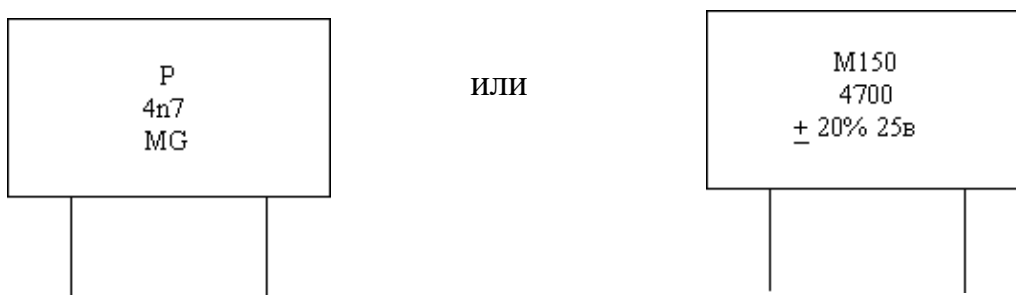


Рисунок 1

Цветная маркировка постоянных малогабаритных конденсаторов выполняется в виде колец или точек в соответствии с таблицей 5. Маркировочные знаки сдвинуты к левому выводу, располагаются слева направо, последний знак, обозначающий величину ТКЕ в %, имеет вдвое большую ширину.

Таблица 5

Цвет маркировки	Номинальная емкость	Множитель	Допуск, %	ТКЕ, %
	Первая, вторая, третья	Четвертая полоса	Пятая полоса	Шестая полоса
	ПОЛОСЫ			
Серебристый	-	$10^{-2}$	$\pm 10$	-

Золотистый	-	$10^{-1}$	$\pm 5$	-
Черный	0	1	-	$\pm 250$
Коричневый	1	10	$\pm 1$	$\pm 100$
Красный	2	$10^2$	$\pm 2$	$\pm 50$
Оранжевый	3	$10^3$	-	$\pm 15$
Желтый	4	$10^4$	-	$\pm 25$
Зеленый	5	$10^5$	$\pm 0,5$	$\pm 20$
Синий	6	$10^6$	$\pm 0,25$	$\pm 10$
Фиолетовый	7	$10^7$	$\pm 0,1$	$\pm 5$
Серый	8	$10^8$	-	$\pm 1$
Белый	9	$10^9$	-	-
Нет цвета	-	-	$\pm 20$	-

Пример цветной маркировки конденсатора емкостью 4700 пФ  $\pm 2\%$  с ТКЕ  $\pm 50\%$  приведен на рисунке 2.

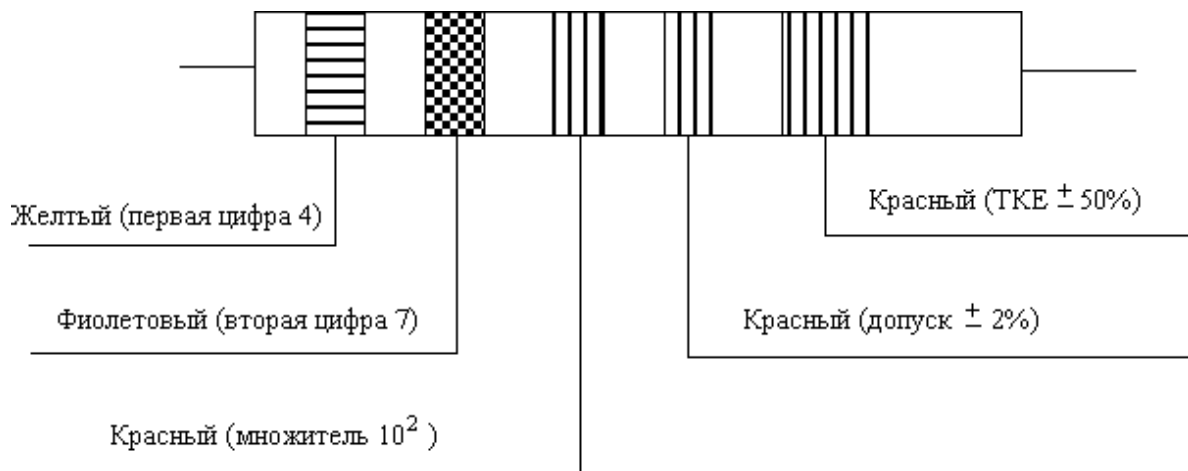
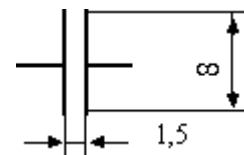


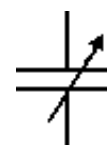
Рисунок 2

Условно-графическое обозначение конденсаторов в конструкторской документации (в схемах электрических принципиальных) выполняется в соответствии с ГОСТ 2.728

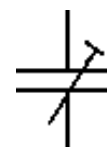
конденсатор постоянный



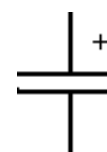
конденсатор переменный



конденсатор подстроечный



конденсатор полярный Маркировка SMD-



конденсаторов Маркировка тремя цифрами

В этом случае первые две цифры определяют мантиссу, а последняя - показатель степени по основанию 10, для получения номинала в пикофарадах. Последняя цифра "9" обозначает показатель степени "-1". Если первая цифра "0", то емкость менее 1пФ (010 = 1.0пФ).

Таблица 6

код	Пикофарады, пФ, pF	нанофарады, нФ, nF	микрофарады, мкФ, mF
109	1.0 пФ		
159	1.5 пФ		
229	2.2 пФ		
339	3.3 пФ		
479	4.7 пФ		
689	6.8 пФ		
100	10 пФ	0.01 нФ	
150	15 пФ	0.015 нФ	
220	22 пФ	0.022 нФ	
330	33 пФ	0.033 нФ	

470	47 пФ	0.047 нФ	
680	68 пФ	0.068 нФ	
101	100 пФ	0.1 нФ	
151	150 пФ	0.15 нФ	
221	220 пФ	0.22 нФ	
331	330 пФ	0.33 нФ	
471	470 пФ	0.47 нФ	
681	680 пФ	0.68 нФ	
102	1000 пФ	1 нФ	
152	1500 пФ	1.5 нФ	
222	2200 пФ	2.2 нФ	
332	3300 пФ	3.3 нФ	
472	4700 пФ	4.7 нФ	
682	6800 пФ	6.8 нФ	
103	10000 пФ	10 нФ	0.01 мкФ
153	15000 пФ	15 нФ	0.015 мкФ
223	22000 пФ	22 нФ	0.022 мкФ
333	33000 пФ	33 нФ	0.033 мкФ
473	47000 пФ	47 нФ	0.047 мкФ
683	68000 пФ	68 нФ	0.068 мкФ
104	100000 пФ	100 нФ	0.1 мкФ
154	150000 пФ	150 нФ	0.15 мкФ
224	220000 пФ	220 нФ	0.22 мкФ
334	330000 пФ	330 нФ	0.33 мкФ
474	470000 пФ	470 нФ	0.47 мкФ
684	680000 пФ	680 нФ	0.68 мкФ
105	1000000 пФ	1000 нФ	1 мкФ

### Маркировка четырьмя цифрами

Эта маркировка аналогична описанной выше, но в этом случае первые три цифры определяют мантиссу, а последняя - показатель степени по основанию 10, для получения емкости в пикофарадах.

Например:

$$1622 = 162 \cdot 10^2 \text{ пФ} = 16200 \text{ пФ} = 16.2 \text{ нФ}.$$

### Планарные керамические конденсаторы

Первая буква, если она есть обозначает производителя, вторая буква обозначает мантиссу в соответствии с приведенной ниже таблицей, цифра - показатель степени по основанию 10, для получения емкости в пикофарадах.

Пример:

N1 /по таблице определяем мантиссу  $N=3.3/ = 3.3 \cdot 10^1 \text{ пФ} = 33 \text{ пФ}$  S3 /по таблице  $S=4.7/ = 4.7 \cdot 10^3 \text{ пФ} = 4700 \text{ пФ} = 4,7 \text{ нФ}$

Таблица 7

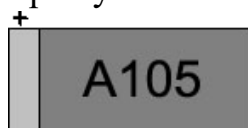
маркировка	значение	маркировка	значение	маркировка	значение	маркировка	значение
A	1.0	J	2.2	S	4.7	a	2.5
B	1.1	K	2.4	T	5.1	b	3.5
C	1.2	L	2.7	U	5.6	d	4.0
D	1.3	M	3.0	V	6.2	e	4.5
E	1.5	N	3.3	W	6.8	f	5.0
F	1.6	P	3.6	X	7.5	m	6.0
G	1.8	Q	3.9	Y	8.2	n	7.0
H	2.0	R	4.3	Z	9.1	t	8.0

### Планарные электролитические конденсаторы Электролитические SMD

конденсаторы маркируются двумя способами:

1) Емкостью в микрофарадах и рабочим напряжением, например: 10 6.3V = 10мкФ на 6,3В.

2) Буква и три цифры, при этом буква указывает на рабочее напряжение в соответствии с приведенной ниже таблицей, первые две цифры определяют мантиссу, последняя цифра - показатель степени по основанию 10, для получения емкости в пикофарадах. Полоска на таких конденсаторах указывает положительный вывод.



Пример: по таблице "А" - напряжение 10В, 105 - это 10\*105 пФ = 1мкФ, т.е. это конденсатор 1 мкФ на 10В

Таблица 8

буква	e	G	J	A	C	D	E	V	H (Т для танталовых)
напряжение	2,5 В	4 В	6,3 В	10 В	16 В	20 В	25 В	35 В	50 В

### **3 Перечень используемого оборудования**

3.1 Образцы конденсаторов.

3.2 Демонстрационный стенд.

### **4 Порядок выполнения работы**

4.1 Определить по маркировке номинальную емкость и рабочее напряжение конденсатора, выданного преподавателем.

4.2 Выбрать тип конденсатора по справочнику.

4.3 Выписать основные технические характеристики конденсатора.

4.4 Написать полное обозначение конденсатора с соответствующими пояснениями.



- 4.5 Написать кодированную маркировку конденсатора.
- 4.6 Сделать цветную маркировку.
- 4.7 Начертить условно-графическое обозначение конденсатора по ГОСТ.
- 4.8 Ответить на контрольные вопросы.

## **5 Содержание отчета**

- 5.1 Наименование работы.
- 5.2 Цель работы.
- 5.3 Перечень используемого оборудования.
- 5.4 Результаты выполненной работы.
- 5.5 Выводы по каждому пункту порядка выполнения работы.
- 5.6 Ответы на контрольные вопросы.

## **6 Контрольные вопросы**

- 6.1 Назовите основные параметры конденсаторов и охарактеризуйте их.
- 6.2 Какие конструктивные особенности постоянных, переменных и подстроечных конденсаторов вы знаете?
- 6.3 Назовите особенности применения конденсаторов различного типа.

## **Тема 3.3 Катушки индуктивности**

### **Устный опрос**

#### **Вариант 1**

- 1. Катушки индуктивности. Назначение, принцип работы, применение, УГО.

#### **Вариант 2**

- 1. Дроссели. Назначение, принцип работы, применение, УГО.

#### **Вариант 3**

- 1. Трансформаторы. Назначение, принцип работы, применение, УГО.

#### **Вариант 4**

- 1. Реле постоянного тока. Назначение, особенности работы, применение, УГО.

#### **Вариант 5**

- 1. Реле переменного тока. Назначение, особенности работы, применение, УГО.

#### **Вариант 6**

- 1. Предохранители. Разновидности, назначение, особенности работы, применение.

#### **Вариант 7**

- 1. Герконовые реле. Назначение, особенности работы, применение.

#### **Вариант 8**

- 1. Контактторы. Назначение, особенности работы, применение.

## **Тема 3.4. Трансформаторы**

### **Устный опрос**

1. Какое физическое явление лежит в основе работы трансформаторов? Дать определение трансформатора,
2. Может ли трансформатор работать от сети постоянного тока?
3. Почему магнитопроводы трансформаторов выполняются из пластин, а не монолитными?
4. Какая конструкция трансформатора наиболее технологична?
5. Какими достоинствами и недостатками обладают трансформаторы на тороидальных сердечниках?
6. Как определяются потери мощности в трансформаторе?
7. Как изменяются параметры трансформатора при увеличении тока нагрузки?
8. Чем отличается опыт короткого замыкания трансформатора от режима короткого замыкания его?
9. К каким изменениям в работе трансформатора приводит использование его в схемах выпрямления
10. Какие ВИП применяются в современной радиоаппаратуре?
11. Приведите структурные схемы ВИП различных видов.
12. Какие существуют режимы работы трансформатора.
13. Нарисуйте и объясните схему замещения трансформатора.
14. Назначение трансформатора.
15. Что такое коэффициент трансформации.

Опрос проводится во время занятия, каждый студент отвечает на 3 вопроса.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется, если все ответы полные и содержательные;
- оценка «хорошо» выставляется, если не на все вопросы получены развернутые ответы;
- оценка «удовлетворительно», если студент не ответил на один вопрос из предложенных 3 вопросов,
- оценка «неудовлетворительно» - во всех остальных случаях.

#### **Практическая работа №5 «Исследование трансформатора»**

**Критерии оценки** наблюдения за ходом выполнения практической работы:

- оценка «отлично» - в ходе выполнения практической работы студент соблюдает порядок выполнения согласно описания, проявляет самостоятельность при выполнении расчетов, умеет пользоваться справочной литературой;
- оценка «хорошо» – не всегда проявляет самостоятельность при выполнении расчетов, расчеты выполняет с незначительными математическими ошибками, но умеет пользоваться справочной литературой;

- оценка «удовлетворительно» - не проявляет самостоятельности при выполнении работы, при расчетах допускает ошибки в единицах измерения физических единиц, умеет пользоваться справочниками;

- оценка «неудовлетворительно» - не проявляет самостоятельности при выполнении работы, не умеет пользоваться справочной литературой.

**Критерии оценки** защиты практической работы:

- оценка «отлично» выставляется, если даны правильные ответы на все вопросы в пособии по практической работе, правильно оформлен отчет, все расчеты выполнены без ошибок, сделаны правильные выводы в конце отчета;

- оценка «хорошо», если даны правильные ответы не на все вопросы в пособии по практической работе, правильно оформлен отчет, расчеты выполнены с небольшими математическими ошибками, не сделаны выводы в конце отчета по всем предложенным вопросам;

- оценка «удовлетворительно», если даны правильные ответы не на все вопросы в пособии по практической работе, отчет оформлен правильно, расчеты сделаны с грубыми математическими ошибками, выводы в конце отчета неполные;

- оценка «неудовлетворительно», если не даны правильные ответы на вопросы в пособии по практической работе, отчет оформлен с ошибками, расчеты не сделаны, выводы в конце отчета не сделаны.

### **Тема 3.5. Полупроводниковые приборы**

#### **Письменный опрос**

##### **Вариант 1**

1. Выпрямительные диоды. Назначение. Принцип действия.

Характеристики. Конструкция. УГО.

2. Раскодируйте маркировку: КД102А; ГТ108Б.

##### **Вариант 2**

1. Выпрямительные столбы и блоки. Назначение. Принцип действия.

Характеристики. Конструкция. УГО.

2. Раскодируйте маркировку: КД208А; 1Т101А.

##### **Вариант 3**

1. Диоды Шоттки. Назначение. Принцип действия. Характеристики.

Конструкция. УГО.

2. Раскодируйте маркировку: Д815Б; ГТ405А.

##### **Вариант 4**

1. Туннельные диоды. Назначение. Принцип действия. Характеристики.

Конструкция. УГО.

2. Раскодируйте маркировку: КВ138А; П406.

##### **Вариант 5**

1. Варикапы. Назначение. Принцип действия. Характеристики.

Конструкция. УГО.

2. Раскодируйте маркировку: KB113B; П407.

### **Вариант 6**

1. Светодиоды. Назначение. Принцип действия. Характеристики.

Конструкция. УГО.

2. Раскодируйте маркировку: КТ973А; АД110А.

### **Вариант 7**

1. Фотодиоды. Назначение. Принцип действия. Характеристики.

Конструкция. УГО.

2. Раскодируйте маркировку: КТ646Б; ГД107А.

### **Вариант 8**

1. Стабилитроны. Назначение. Принцип действия. Характеристики.

Конструкция. УГО.

2. Раскодируйте маркировку: 2П901А; КС175А.

### **Вариант 9**

1. PIN-диоды. Назначение. Принцип действия. Характеристики.

Конструкция. УГО.

2. Раскодируйте маркировку: 2П305В; КС158А.

### **Вариант 10**

1. Динисторы. Назначение. Принцип действия. Характеристики.

Конструкция. УГО.

2. Раскодируйте маркировку: КП907А; АЛ341В.

### **Вариант 11**

1. Симисторы. Назначение. Принцип действия. Характеристики.

Конструкция. УГО.

2. Раскодируйте маркировку: КЦ117Б; 2П304А.

### **Вариант 12**

1. Тринисторы. Назначение. Принцип действия. Характеристики.

Конструкция. УГО.

2. Раскодируйте маркировку: Д226А; 2Т312В.

### **Вариант 13**

1. Оптопары. Назначение. Принцип действия. Характеристики.

Конструкция. УГО.

2. Раскодируйте маркировку: ГД402Б; АЛ102А.

### **Вариант 14**

1. Биполярные транзисторы. Назначение. Принцип действия.

Характеристики. Конструкция. УГО.

2. Раскодируйте маркировку: ГД107Б; 2С920А.

### **Вариант 15**

1. Полевые транзисторы. Назначение. Принцип действия. Характеристики. Конструкция. УГО.
2. Раскодируйте маркировку: КЦ422А; 2П310А.

### **Вариант 16**

1. IGBT- транзисторы. Назначение. Принцип действия. Характеристики. Конструкция. УГО.
2. Раскодируйте маркировку: 2Д509А; АЛ360Б.

Критерии оценки см. к теме 2.1

## **Практическое занятие № 6 «Исследование полупроводникового диода»**

### **1 Цель занятия**

Получить практические навыки работы со справочниками по полупроводниковым приборам.

### **2 Краткие теоретические сведения**

В основу построения полупроводниковых диодов и транзисторов положены процессы происходящие на границе двух полупроводниковых материалов с разными проводимостями.

Полупроводниковые приборы в зависимости от их назначения выполняют в металлостеклянных, стеклянных, пластмассовых и керамических корпусах с гибкими или жесткими выводами. Классификация полупроводниковых приборов по назначению, основным электрическим параметрам, конструктивно-технологическим признакам, роду исходного полупроводникового материала находит отражение в системе условных обозначений их типов. Система обозначений полупроводниковых приборов установлена отраслевым стандартом ОСТ 11336.919-81, а их условные графические обозначения ГОСТ 2.730-73. В основу системы обозначений положен буквенно-цифровой код, состоящий из пяти элементов.

**Первый элемент** – буква или цифра, обозначающая исходный полупроводниковый материал.

**Второй элемент** – буква, обозначающая подкласс прибора.

**Третий элемент** – цифра (классификационный по назначению номер), обозначающий один из основных характеризующих прибор признаков (параметр, назначение или принцип действия).

**Четвертый элемент** – число, обозначающее порядковый номер разработки (от 1 до 99), а для стабилитронов и стабисторов – напряжение стабилизации.

**Пятый элемент** – буква указывающая разновидность (по параметрам) из данной группы приборов, изготовленных по единой технологии (буквы от А до Я кроме сходных по начертанию с цифрами 3, 4 и 0).

Для наборов приборов, не соединенных электрически или соединенных по одноименному выводу, после второго элемента обозначения добавляется буква «С».

Для импульсных тиристоров после второго элемента обозначения добавляется буква «И».

Для СВЧ приборов, биполярных и полевых транзисторов с парным подбором после последнего элемента добавляется буква «Р».

Для бескорпусных приборов после условного обозначения вводится (через дефис) дополнительная цифра, указывающая на конструктивное исполнение (модификацию).

**Обозначение исходного материала (первый элемент)** – выполняется следующими символами:

Г или 1 – германий или его соединения;

К или 2 – кремний или его соединения;

А или 3 – соединения галлия (арсенид галлия);

И или 4 – соединения индия (фосфид индия).

**Обозначение подклассов приборов (второй элемент)** – выполняется следующими буквами:

Д – диоды выпрямительные, импульсные, термодиоды; Ц – выпрямительные столбы и блоки;

А-СВЧ – диоды;

С – стабилизаторы, стабисторы;

Л – излучающие, оптоэлектронные приборы;

Н – диодные тиристоры;

У – триодные тиристоры;

Т – транзистор биполярный;

П – полевой транзистор.

**Обозначение характерных признаков приборов (третий элемент)** – выполняется применительно к различным подклассам приборов цифрами:

— **диоды (подкласс Д)**

1 – выпрямительные диоды с прямым током не более 0,3 А;

2 – выпрямительные диоды с прямым током от 0,3 до 10 А;

3 – термодиоды и прочие диоды;

4,5,6,7,8,9 – импульсные диоды с разным временем

восстановления.

— **выпрямительные столбы и блоки (подкласс Ц)**

1 – столбы с прямым током не более 0,3 А;

2 – столбы с прямым током от 0,3 до 10 А;

3 – блоки с прямым током не более 0,3 А;

4 – блоки с прямым током от 0,3 до 10 А.

— **варикапы (подкласс В)**

1 – подстроечные;

2 – умножительные.

- **СВЧ- диоды (подкласс А)**
  - 1 – смесительные;
  - 2 – детекторные;
- – усилительные и т.д. **стабилитроны (подкласс С)**
  - 1 – мощность менее 0,3 Вт с номинальным напряжением стабилизации менее 10 В;
  - 2 – мощность менее 0,3 Вт с номинальным напряжением стабилизации от 10 до 100 В;
  - 3 – мощность менее 0,3 Вт с номинальным напряжением стабилизации более 100 В;
  - 4 – мощность от 0,3 до 5 Вт с номинальным напряжением стабилизации менее 10 В;
  - 5 – мощность от 0,3 до 5 Вт с номинальным напряжением стабилизации от 10 до 100 В;
  - 6 – мощность от 0,3 до 5 Вт с номинальным напряжением стабилизации более 100 В и т.д.
- **излучающие оптоэлектронные приборы (подкласс Л)**  
Источники инфракрасного излучения
  - 1 – излучающие диоды;
  - 2 – излучающие модули и т.д.
- **транзисторы биполярные (подкласс Т)**
  - 1 – малой мощности низкой частоты (до 3 МГц);
  - 2 – малой мощности средней частоты (от 3 до 30 МГц);
  - 3 – малой мощности высокой частоты (свыше 30 МГц);
  - 4 – средней мощности низкой частоты (до 3 МГц);
  - 5 – средней мощности средней частоты (от 3 до 30 МГц);
  - 6 – средней мощности высокой частоты (свыше 30 МГц);
  - 7 – большой мощности низкой частоты (до 3 МГц);
  - 8 – большой мощности средней частоты (от 3 до 30 МГц);
  - 9 – большой мощности высокой частоты (свыше 30 МГц).
- **полевые транзисторы (подкласс П)**
  - 1,2,3 – малой мощности низкой, средней и высокой частот соответственно;
  - 4,5,6 – средней мощности низкой, средней и высокой частот соответственно;
  - 7,8,9 – большой мощности низкой, средней и высокой частот соответственно.

**Примеры условных обозначений полупроводниковых приборов  
по ОСТ 11336.919-81**

(1) (2) (3) (4) (5)

- 1- кремниевый
- 2- диод
- 3- выпрямительный с прямым током от 0,3 до 10 А
- 4- порядковый номер разработки
- 5- группа технологического разброса параметров

К С 1 75 Е  
(1) (2) (3) (4) (5)

- 1- кремниевый
- 2- стабилитрон
- 3- с мощностью рассеяния менее 0,3 Вт, номинальным напряжением стабилизации менее 10 В
- 4- напряжение стабилизации 7,5 В
- 5- группа технологического разброса параметров

1 Т 3 13 А  
(1) (2) (3) (4) (5)

- 1- германиевый
- 2- транзистор биполярный
- 3- малой мощности, высокой частоты (свыше 300 МГц)
- 4- порядковый номер разработки
- 5- группа технологического разброса параметров

### **3 Перечень используемого оборудования**

- 3.1 Образцы радиокомпонентов.
- 3.2 Демонстрационные стенды.

### **4 Порядок выполнения работы**

- 4.1 Ознакомиться с полупроводниковым прибором, его маркировкой и типом корпуса.
- 4.2 Определить тип корпуса и подкласс полупроводникового прибора.
- 4.3 Записать маркировку и расшифровать ее.
- 4.4 Найти по справочнику полупроводниковый прибор и выписать его технические характеристики.
- 4.5 Зарисовать условно-графическое обозначение полупроводникового прибора в соответствии с ГОСТ.
- 4.6 Ответить на контрольные вопросы.

### **5 Содержание отчета**

- 5.1 Наименование работы.



- 5.2 Цель работы.
- 5.3 Перечень используемого оборудования.
- 5.4 Результаты выполненной работы.
- 5.5 Выводы по каждому пункту порядка выполнения работы.
- 5.6 Ответы на контрольные вопросы.

## **6 Контрольные вопросы**

- 6.1 Что такое полупроводниковый диод? На чем основан принцип его работы?
- 6.2 Назовите основные характеристики и конструктивные особенности полупроводниковых диодов?
- 6.3 Назовите основные характеристики и конструктивные особенности полупроводниковых транзисторов?
- 6.4 На чем основан принцип работы биполярных, полевых и IGBT- транзисторов?

### **Тема 3.6 Транзисторы**

#### **Практическая работа №7 «Исследование транзисторов»**

##### **Цель занятия**

Получить практические навыки работы со справочниками по транзисторам

##### **Краткие теоретические сведения**

В основу построения полупроводниковых диодов и транзисторов положены процессы происходящие на границе двух полупроводниковых материалов с разными проводимостями.

- **транзисторы биполярные (подкласс Т)**
  - 1 – малой мощности низкой частоты (до 3 МГц);
  - 2 – малой мощности средней частоты (от 3 до 30 МГц);
  - 3 – малой мощности высокой частоты (свыше 30 МГц);
  - 4 – средней мощности низкой частоты (до 3 МГц);
  - 5 – средней мощности средней частоты (от 3 до 30 МГц);
  - 6 – средней мощности высокой частоты (свыше 30 МГц);
  - 7 – большой мощности низкой частоты (до 3 МГц);
  - 8 – большой мощности средней частоты (от 3 до 30 МГц);
  - 9 – большой мощности высокой частоты (свыше 30 МГц).
  
- **полевые транзисторы (подкласс П)**
  - 1,2,3 – малой мощности низкой, средней и высокой частот соответственно;

4,5,6 – средней мощности низкой, средней и высокой частот соответственно;

7,8,9 – большой мощности низкой, средней и высокой частот соответственно.

## **Перечень используемого оборудования**

Образцы радиокомпонентов.

Демонстрационные стенды.

## **Порядок выполнения работы**

Ознакомиться с прибором, его маркировкой и типом корпуса.

Определить тип корпуса и подкласс прибора.

Записать маркировку и расшифровать ее.

Найти по справочнику прибор и выписать его технические характеристики.

Зарисовать условно-графическое обозначение прибора в соответствии с ГОСТ.

Ответить на контрольные вопросы.

## **Содержание отчета**

Наименование работы.

Цель работы.

Перечень используемого оборудования.

Результаты выполненной работы.

Выводы по каждому пункту порядка выполнения работы.

Ответы на контрольные вопросы.

## **Контрольные вопросы**

Назовите основные характеристики и конструктивные особенности полупроводниковых транзисторов?

На чем основан принцип работы биполярных, полевых и IGBT- транзисторов?

**Практическая работа №8** Подбор по справочным материалам радиокомпонентов для конкретного электронного устройства.

## **Самостоятельная работа:**

Выполнение индивидуальных исследований по направлениям:

- Новейшие технологии и методы производства электрорадиоматериалов.

## **4. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **4.1. Назначение**

Контрольно-оценочное средство предназначено для промежуточной аттестации по учебной дисциплине ОП.06 Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты оценки знаний и умений аттестуемых, а также элементов ПК и ОК.

### **4.2. Форма и условия аттестации**

Аттестация проводится в форме дифференцированного зачета по завершению освоения всех тем учебной дисциплины, при положительных результатах текущего контроля. К дифференцированному зачету по дисциплине допускаются студенты, полностью выполнившие все лабораторные работы и практические задания по дисциплине.

Контрольно-оценочные средства для проведения промежуточной аттестации доводятся до сведения студентов не позднее, чем за месяц до окончания изучения дисциплины. На основе разработанного и объявленного обучающимся перечня теоретических вопросов и практических задач, рекомендуемых для подготовки к дифференцированному зачету, составляются задания, содержание которых до обучающихся не доводится. Комплект заданий по своему содержанию охватывает все основные вопросы пройденного материала по предмету.

Дифференцированный зачет проводится в специально подготовленных помещениях. На выполнение задания по билету студенту отводится не более 2 академических часов. В случае неточных и неполных ответов обучающего на вопросы дифференцированного зачета преподаватель вправе задать дополнительные вопросы из перечня включенных в оценочное средство в форме блиц-опроса (без предварительной подготовки).

### **Контрольные вопросы к дифференцированному зачету**

1. Классификация материалов по составу, свойствам и техническому назначению.

2. Основные механические, химические и электрические свойства применяемых в электронной технике материалов.

3. Физическая природа электропроводности металлов и сплавов. Классификация проводниковых материалов.

4. Основные свойства и характеристики проводниковых материалов. Зависимость электропроводности проводниковых материалов от температуры, чистоты.

5. Контактные материалы. благородные металлы и сплавы из них. Припой.

6. Резистивные материалы. Тугоплавкие металлы. Материалы высокого сопротивления.

7. Свойства полупроводников Простые и сложные полупроводники. Получение и применение полупроводниковых материалов.

8. Основные характеристики магнитных материалов. Классификация

магнитных материалов. Магнитотвердые и магнитомягкие материалы. Магнитные материалы специального назначения.

9. Свойства, классификация и область применения диэлектрических материалов. Электропроводность диэлектриков.

10. Твердые органические диэлектрики. Твердые неорганические диэлектрики. Активные диэлектрики.

11. Назначение резисторов. Классификация резисторов. Конструкции резисторов. Параметры резисторов.

12. Система обозначений и маркировки резисторов, применяемая в Российской Федерации, странах ЕС, США, Японии.

13. Назначение конденсаторов. Классификация и конструкции конденсаторов. Параметры конденсаторов. Разновидности конденсаторов. Система обозначений и маркировки конденсаторов.

14. Назначение катушек индуктивности. Конструкции катушек индуктивности. Разновидности катушек индуктивности.

15. Назначение трансформаторов. Принцип действия трансформатора. Основные характеристики.

16. Устройство полупроводниковых диодов. Разновидности полупроводниковых диодов и их применение.

17. Система обозначений и маркировки диодов, применяемая в Российской Федерации, странах ЕС, США, Японии.

18. Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Разновидности биполярных транзисторов.

19. Устройство и принцип действия полевого транзистора. Разновидности полевых транзисторов.

20. Система обозначений и маркировки транзисторов, применяемая в Российской Федерации, странах ЕС, США, Японии.

### **4.3. Инструкция по выполнению работы**

Студент получает бланк теста, который состоит из 40 заданий. К некоторым заданиям теста даны варианты ответов, из которых только один правильный; встречаются задания, в которых необходимо установить соответствие.

Задания выполнять рекомендуется в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у вас останется время, вы можете вернуться к пропущенным заданиям. Время выполнения работы – 90 минут.

### **4.4. Оценочные средства**

1. Что такое прочность материала?

Это сопротивляемость материала:

2. Сжимающим нагрузкам

3. Внедрению в него другого материала
  4. Растягивающим нагрузкам
  5. Динамическим нагрузкам
  6. Изгибающим нагрузкам
2. Какие флюсы применяются для пайки при объемном и печатном монтаже?
    1. Бескислотные (канифоль, ФКСп)
    2. Активизированные (ЛТИ-120, ВТС)
    3. Активные (Zn Cl)
    4. бура
  3. Что такое гетинакс?
    1. Марка радиокерамики
    2. Слоистый пластик из ткани и смолы
    3. Магнитомягкий материал
    4. Слоистый пластик из стеклоткани и смолы
    5. Слоистый пластик из бумаги ткани и смолы
  4. Для чего применяется оксидирование полупроводниковых материалов?
    1. Для проведения эпитаксии
    2. Для полимеризации
    3. Для очистки от примесей
    4. Для легирования
    5. Для защиты от легирования
  5. Какие электрорадиоэлементы можно получить по полупроводниковой технологии их изготовления?
    1. Резисторы
    2. Диоды
    3. Конденсаторы
    4. Проводники
    5. Тразисторы
  6. Какие кодированные буквенно-цифровые обозначения могут быть у конденсатора 6800пФ  $\pm 20\%$  при коде допуска  $\pm 20\%$  - «М»?
    1. 6800pM
    2. 6M8M
    3. 6μ8M
    4. 6n8M
    5. 6H8M
  7. Процесс контролируемого введения в полупроводник необходимых примесей называется
    1. Релаксацией
    2. Дислокацией
    3. Эпитаксией
    4. Легированием

8. К слоистым пластикам относятся:

1. Гетинакс
2. Стеклотекстолит
3. Текстолит
4. Асботекстолит
5. Полистирол
6. Полиимид

9. Органические летучие жидкости, которые способны растворять такие вещества как жиры, натуральные и синтетические смолы, воски, каучуки, называются

1. Пластификаторами
2. Разбавителями
3. Растворителями
4. Смывками

10. Статический электромагнитный аппарат, преобразующий переменный ток одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты называется

1. Дросселем
2. Трансформатором
3. Реле
4. Кварцевым резонатором

11. Электрические аппараты, защищающие установки от перегрузок и токов короткого замыкания - ...

1. Дроссели
2. Контактторы
3. Термо-реле
4. Плавкие предохранители

12. ППД, работающие на обратной ветви ВАХ

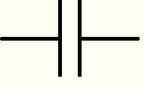
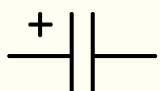
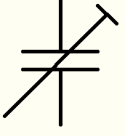
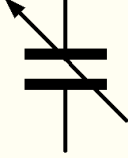
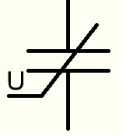
Фотодиод

1. Импульсный диод
2. Варикап
3. Детекторный диод
4. Стабилитрон

13. Микросхемы, выполняющие логические и арифметические операции с сигналами в виде двоичного кода называются

1. Аналоговыми
2. Аналого-цифровыми
3. Цифровыми
4. Цифро-аналоговыми

14. Соотнесите тип конденсатора с его УГО

1) 	А) вариконд
2) 	Б) Постоянной емкости
3) 	В) Переменной емкости
4) 	Г) подстроечный
5) 	Д) поляризованный

15. Что такое твердость материала?

Это сопротивляемость материала:

1. Сжимающим нагрузкам
2. Внедрению в него другого материала
3. Растягивающим нагрузкам
4. Динамическим нагрузкам
5. Изгибающим нагрузкам

16. Какие марки проводов применяются для выполнения обмоточных работ?

1. РК 75-4-11
2. ЛЭШО 10x0,07
3. ПШД 0,35
4. МГВ 0,35
5. МГШВ 0,35

17. Как маркируется стеклотекстолит?

1. СТПА
2. СТЭК
3. СТ38-1
4. СФ2-35-1
5. С38-1

18. Какие материалы применяются для изготовления магнитопроводов, работающих в переменных магнитных полях?

1. Магнитодиэлектрики
2. Электротехнические стали
3. Порошковые магнитотвердые материалы
4. Ферриты
5. Пермаллои

19. Какие параметры резистора не имеют обозначения размерности при полном обозначении?

1. Номинальная мощность рассеивания
2. Номинальное сопротивление
3. Допускаемое отклонение номинального сопротивления
4. Температурный коэффициент сопротивления
5. Длина выступающей части переменного резистора

20. Сплавы меди с примесями олова, алюминия, кремния, бериллия и других элементов, среди которых цинк не является основным легирующим элементом, называются

1. Бронзами
2. Латунями
3. Альдрями
4. Дюралюми

21. К простым полупроводникам можно отнести:

1. Арсенид галлия
2. Кремний
3. Германий
4. Антимонид индия



5. Селен

22. Механические смеси из электроизоляционных материалов, не содержащие растворителей называются

1. Лаки
2. Компаунды
3. Эмали
4. Смывки

23. Маркировка SMD резистора с номинальным сопротивлением 20 кОм будет иметь вид

1. 206
2. 309
3. 201
4. 203

24. Дроссель служит для ...

1. Регулирования силы тока
2. Разделения или ограничения электрических сигналов различной частоты
3. Устранения пульсации постоянного тока
4. Повышения напряжения, вырабатываемого источниками переменного тока

25. Аппараты дистанционного действия, предназначенные для частых включений и выключений силовых электрических цепей при нормальных режимах работы -



1. Контактторы
2. Катушки индуктивности
3. Герконы
4. Термостаты

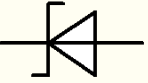

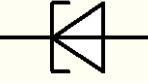
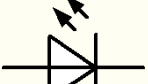
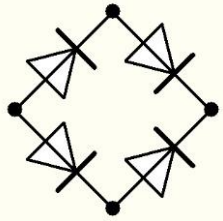
26. Кремниевый полевой транзистор малой мощности, низкой частоты с порядковым номером разработки «03» и группой технологического разброса параметров

«Е» будет иметь маркировку

1. КТ103Е
2. 1Т903Е
3. КП103Е
4. КЦ203А

27. Соотнесите тип диода с его УГО

1) 	А) Варикап
2) 	Б) туннельный

3)		В) стабилитрон
4)		Г) выпрямительный
5)		Д) Шоттки
6)		Е) Диодный мост
7)		Ж) светодиод

28. Какой проводниковый материал обладает лучшей проводимостью?

1. Алюминий
2. Золото
3. Серебро
4. Медь
5. Олово

29. Какие марки проводов применяются для монтажных работ?

1. РК 75-4-11
2. ЛЭШО 10x0,07
3. ПШД 0,35
4. МГВ 0,35
5. МГШВ 0,35

30. Как маркируется фольгированный стеклотекстолит?

1. СТПА
2. СТЭК
3. СТ38-1
4. СФ2-35-1
5. С38-1

31. Какие материалы относятся к магнитотвердым?

Это материалы обладающие:

1. Высокой твердостью
2. Большими потерями
3. Высокой прочностью
4. Небольшой коэрцитивной силой
5. Широкой петлей гистерезиса

32. Какие параметры конденсатора не имеют обозначения размерности при его полном обозначении?

1. Номинальное напряжение
2. Номинальная емкость постоянного конденсатора
3. Номинальная емкость переменного и подстроечного конденсатора
4. Допускаемое отклонение емкости
5. Температурный коэффициент емкости

33. Медный сплав, в котором основным легирующим элементом является цинк, называется

1. Магналий
2. Силумин
3. Латунь
4. Бронза

34. Процесс, состоящий в ограниченном смещении при ориентации связанных зарядов в диэлектрике при воздействии на него электрического поля называется

1. Пробоем
2. Диэлектрическими потерями
3. Электропроводностью
4. Поляризацией

35. К твердым неорганическим диэлектрикам относятся:

1. Стекло
2. Полиэтилен
3. Винипласт
4. Ситалл
5. Поливинилхлорид
6. Керамика

36. Маркировка SMD конденсатора номинальной емкостью 16,2нФ будет иметь вид

1. 1620
2. 1622
3. 1602
4. 1600

37. Деталь, которая имеет спиральную обмотку и может концентрировать переменное магнитное поле называется

1. Сердечником
2. Дросселем
3. Катушкой индуктивности
4. Трансформатором

38. Полупроводниковые приборы с двумя взаимодействующими переходами и тремя или более выводами, усилительные свойства которых обусловлены явлениями инжекции и экстракции неосновных носителей заряда, называются

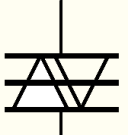
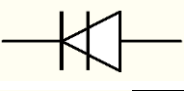
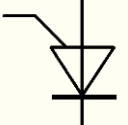
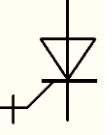
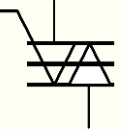
1. Биполярными транзисторами

2. Полевыми транзисторами
3. IGBT-транзисторами
4. Диодами Шоттки

39. Германиевый биполярный транзистор малой мощности, высокой частоты, с порядковым номером разработки «08» и группой технологического разброса параметров «Б» будет иметь маркировку

1. 2Т108А
2. 1Т308Б
3. КП308Б
4. КВ208Б

40. Соотнесите тип тиристора с его УГО

1) 	А) Тиристор с выводом от n-области
2) 	Б) Симметричный динистор
3) 	В) Симметричный трингистор
4) 	Г) динистор
5) 	Д) Запираемый трингистор

#### Эталон ответов

№ вопроса	Правильный ответ	№ вопроса	Правильный ответ
1	3	21	2, 3, 5
2	1	22	2
3	5	23	4
4	5	24	1, 3
5	2,5	25	1
6	1, 4, 5	26	3
7	4	27	1г, 2в, 3д, 4а, 5б, 6ж, 7е

<b>8</b>	1, 2, 3, 4	<b>28</b>	3
<b>9</b>	3	<b>29</b>	3
<b>10</b>	2	<b>30</b>	4,5
<b>11</b>	4	<b>31</b>	2, 4, 5
<b>12</b>	2,4	<b>32</b>	2, 5
<b>13</b>	3	<b>33</b>	3, 5
<b>14</b>	1б, 2д, 3г, 4в, 5а	<b>34</b>	3
<b>15</b>	2	<b>35</b>	4
<b>16</b>	2,3	<b>36</b>	1, 4, 6
<b>17</b>	2	<b>37</b>	2
<b>18</b>	1, 2, 4, 5	<b>38</b>	3
<b>19</b>	1, 4, 5	<b>39</b>	1
<b>20</b>	1	<b>40</b>	2