

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им.П.О.Сухого

_____ О.Д. Асенчик

«28» июня 2019

Регистрационный № УД-45-56/уч.

МАТЕРИАЛЫ И КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-36 04 02 «Промышленная электроника»

2019 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-36 04 02-2013 специальности «Промышленная электроника»; учебных планов № I 36-1-01/уч от 12.02.2015, № I 36-1-34/уч от 17.04.2015, № I 36-1-09/уч от 13.02.2015 специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника».

СОСТАВИТЕЛИ:

А.А. Алексеенко, доцент кафедры «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», к.т.н., доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Н.Н. Ковалев, заместитель директора по специальной технике ОАО «Гомельский радиозавод»;

П.А. Хило, зав. кафедрой «Физика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого», д.ф.-м.н., профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Промышленная электроника» Учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого»

(протокол № 9 от 17.05.2019);

Научно-методическим советом факультета автоматизированных информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 10 от 03.06.2019);

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 06.06.2019);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 6 от 26.06.2019).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Введение.

Изучение учебной дисциплины «Материалы и компоненты электронной техники» осуществляется в соответствии с требованиями к формированию академических, социально-личностных и профессиональных компетенций специалиста в сфере радиоэлектроники.

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является обучение студентов основам материаловедения в области электроники, классификации материалов и их основных характеристик, влияющих на электротехнические свойства природных и синтетических компонентов и веществ, применяемых в современных электронных приборах, способам получения таких материалов, а также технологическим приемам их обработки, изучение основных рабочих характеристик компонентов электронной техники..

Задачи учебной дисциплины:

- обучение студентов основам материаловедения в области, касающейся материалов, применяемых в электротехнике;
- формирование у студентов базы знаний о взаимосвязи фундаментальных свойств электрических материалов и протекающих процессов с эксплуатационными характеристиками получаемых на их основе компонентами электронной техники;
- изучение режимов работы отдельных электронных компонентов в электрических схемах при нормальных и предельных режимах эксплуатации.
- знание способов синтеза материалов электронной техники, а также технологических приемов модификации их свойств;
- изучение основных рабочих параметров существующих компонентов электронной техники, а также способов управления функциональными характеристиками элементной базы электронных приборов и устройств.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

знать:

- теоретически обоснованную физическую сущность явлений, происходящих в материалах и компонентах в процессе их производства и эксплуатации,
- взаимосвязь физико-химических и электрофизических свойств материалов с их функциональными характеристиками;
- основные методы измерения электрических параметров материалов и компонентов, применяемых в электронной технике;
- существующие перспективы развития и ограничения в свойствах современных материалов, применяемых в электронной технике, а также методы управления конечными свойствами электротехнических материалов.

уметь:

- определять основные свойства материалов и компонентов, применяемых в электронной технике, а также возможность их конструкционного совмещения и создания на их основе рабочих схмотехнических решений;
- устанавливать новые возможности по получению материалов с требуе-

мыми характеристиками, в частности, с целью их последующего применения в микро- и наноэлектронике.

- разработать процесс создания условий и технологических приемов для улучшения свойств материалов электронной техники.

владеть:

- навыками управления физическими процессами и явлениями, протекающих в материалах различной физико-химической природы, при воздействии электрических и магнитных полей;

- базовой теоретической подготовкой относительно технологических приемов, влияющих на структурное состояние вещества;

- возможностью определения по справочным данным допустимых электротехнических условий эксплуатации стандартных образцов материалов и компонентов электронной техники;

- навыками определения степени влияния внешних факторов на функциональные характеристики и свойства электротехнических материалов и элементной базы, получаемой на их основе;

- практическим опытом конструкционного совмещения материалов и компонентов с различными эксплуатационными характеристиками;

Освоение учебной дисциплины, согласно стандарту специальности, должно обеспечить формирование следующих компетенций:

академические:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

АК-10. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

АК-11. Применять соответствующий физико-математический аппарат, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в физике, химии, экологии для решения проблем, возникших в ходе профессиональной деятельности.

социально-личностные:

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные:

ПК-1. В составе группы специалистов разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативных документов

ПК-2. Разрабатывать стендовое и тестирующее оборудование для технологического процесса производства радиоэлектронных средств промышленной электроники.

ПК-3. Выявлять причины повреждения элементов в ходе технологического процесса производства радиоэлектронных средств, разрабатывать предложения по их предупреждению.

ПК-13. Разрабатывать технические задания на проектируемый объект, выбирать структуру и элементную базу радиоэлектронных средств промышленной электроники, рассчитывать и анализировать режимы работы как отдельных узлов, так и изделия в целом;

ПК-14. В составе группы специалистов или самостоятельно разрабатывать конструкторскую документацию на проектируемое устройство промышленной электроники;

ПК-17. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей;

ПК-18. Анализировать и оценивать собранные данные;

ПК-20. Готовить доклады, материалы к презентациям;

ПК-21. Владеть современными средствами инфокоммуникаций;

ПК-22. Анализировать перспективы и направления развития элементной базы и современных технологий;

ПК-23. Намечать основные этапы научных исследований при подготовке к проектированию новых изделий, обучать персонал по новым технологиям проектирования.

Изучение дисциплины «Материалы и компоненты электронной техники» опирается на материал дисциплин «Физика», «Электронные приборы», «Физические основы электронной техники», «Конструирование радиоэлектронных средств» учебного плана специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» I степени высшего образования. Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины «Материалы и компоненты электронной техники», будут полезны при изучении цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин учебного плана специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» I степени высшего образования, а также при изучении цикла дисциплин специальной подготовки учебного плана специальности 1-39 80 03 «Электронные системы и технологии» II степени высшего образования.

Программа дисциплины «Материалы и компоненты электронной техники» рассчитана на общий объем 162 часа. Аудиторных часов по дневной форме получения образования – 68, по заочной – 12, по заочной сокращенной – 8.

Трудоемкость учебной дисциплины в зачетных единицах – 5. Итоговый контроль знаний по дисциплине проводится в форме экзамена.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная, заочная сокращенная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

| Форма обучения | Дневная | Заочная | Заочная сокращенная |
|--------------------------|---------|---------|---------------------|
| Курс | 1 | 1 | 1 |
| Семестр | 1 | 1 | 1 |
| Лекции | 34 | 6 | 4 |
| Лабораторные занятия | 17 | 4 | 2 |
| Практические занятия | 17 | 2 | 2 |
| Всего аудиторных занятий | 68 | 12 | 8 |

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

| Форма обучения | Дневная | Заочная | Заочная сокращенная |
|-----------------|---------|---------|---------------------|
| Экзамен | 1 сем. | 1 сем. | 1 сем. |
| Зачет | - | - | - |
| Тестирование | - | 1 сем. | - |
| Курсовая работа | - | - | - |

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение.

Исторические примеры поэтапного развития средств электроники и создания новых конструкционных материалов. Современная элементная база электронной техники. Связь свойств материалов, исходя из зонной теории, с функциональными характеристиками получаемых на их основе компонентов и устройств электронной техники. Общая классификация материалов по электрофизическим свойствам. Понятие синтетических и природных материалов. Обоснованное использование материалов для качественной реализации функциональных характеристик конечного электронного устройства.

Раздел 1. Проводники: электропроводность электротехнических материалов, металлов и сплавов металлов.

Тема 1.1 Основные параметры, определяющие электропроводность, методы ее измерения.

Зависимость удельного сопротивления металлов и сплавов от температуры. Классификация проводниковых материалов по составу, свойствам и техническому назначению. Резистивные материалы, их классификация и назначение. Резистивные свойства металлических пленок, размерные эффекты.

Тема 1.2 Тугоплавкие металлы.

Сплавы для термопар, высокотемпературные нагревательные элементы. Биметаллы и термобиметаллы. Керметы. Материалы высокой проводимости. Благородные металлы в микроэлектронике. Низкотемпературная проводимость: сверхпроводники I и II рода.

Тема 1.3 Неметаллические проводники.

Электропроводность жидкостей и газов. Примеры практического применения различных неметаллических проводящих материалов.

Тема 1.4 Основные параметры и характеристики резисторов.

Определение предельно допустимых значений рассеиваемой резисторами мощности. Частотная зависимость сопротивления. Классификация резисторов по назначению, система обозначений и маркировка резисторов.

Тема 1.5 Контактные материалы.

Общая классификация контактных материалов: зажимные, цельнометаллические, разрывные и скользящие контакты. Тонкопленочные проводящие материалы для микроэлектроники. Способы формирования и фиксации электродных токопроводящих материалов для микроэлектроники. Выпрямляющие и омические контакты. Параметры, влияющие на омические свойства тонких металлических пленок и контактов сверхмалых размеров на микроуровне.

Раздел 2. Диэлектрики.

Тема 2.1 Основные характеристики диэлектрических материалов.

Поляризация диэлектриков как реакция диэлектрика на действие внешнего электрического поля (полярные и неполярные диэлектрики, сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пироэлектрики, электреты), виды поляризации. Проводимость диэлектриков и физические процессы в диэлектрике, приводящие к протеканию электрического тока. Постоянная диэлектрической проницаемости. Основные

показатели качества диэлектрических материалов: электрическая прочность, удельные потери в диэлектриках, теплофизические параметры диэлектриков. Способы измерения и расчета диэлектрических потерь.

Тема 2.2 Классификация диэлектрических материалов.

Состав, свойства и техническое назначение основных видов диэлектриков. Виды керамики: электротехническая, конденсаторная, сверхпроводящая. Стекла (в том числе, электровакуумные) и ситаллы: состав, основные характеристики, области применения в электронной технике.

Тема 2.3 Углеродсодержащие диэлектрики

Органические диэлектрические материалы: композиционные порошковые пластмассы; волокнообразные органические диэлектрики; лаки, клеи, битумы, компаунды - состав, свойства и применение. Примеры применения основных органических электроизоляционных материалов.

Тема 2.4 Активные диэлектрики, их основные типы и характеристики.

Области применения активных диэлектриков. Компоненты акустоэлектроники. Пьезоэлектрические материалы, пьезоэлектрический эффект. Кварцевый резонатор, эквивалентная схема резонатора. Пьезоэлектрические преобразователи: основные параметры и характеристики. Устройства, формируемые с применением электретных материалов.

Тема 2.5 Конденсаторы, основное назначение и специфические параметры.

Классификация конденсаторов по исполнению и назначению, отечественная и зарубежная маркировка конденсаторов. Основные характеристики конденсаторов: рабочий и импульсный режим, определение реактивной мощности, потери и существующие схема замещения. Конструкция конденсаторов и материалы, используемые для их получения. Измерение эксплуатационных параметров конденсатора. Работа конденсаторов в максимально допустимом режиме.

Раздел 3. Полупроводниковые материалы.

Тема 3.1 Классификация полупроводниковых материалов.

Простые и сложные полупроводники. Современные области применения и требования, предъявляемые к полупроводниковым материалам. Зависимость электропроводности полупроводников от внешних воздействий. Понятие о p-n переходе, способы легирования полупроводников.

Тема 3.2 Технология производства полупроводниковых материалов.

Методы получения и очистки простых полупроводников (на примере германия и кремния). Получение, свойства и применение полупроводниковых соединений групп АІІІВV, АІІВVI, АІVВIV.

Тема 3.3 Тонкопленочные полупроводниковые структуры.

Получение и особенности формирования полупроводниковых пленок и композиционных тонкопленочных структур типа металл-диэлектрик-полупроводник. Термо- и фоторезисторы. Контактные материалы для управления параметрами полупроводниковых устройств.

Тема 3.4 Особенности эксплуатации полупроводниковых материалов

Способы изоляции гибридных интегральных микросхем. Технологические приемы стабилизации свойств полупроводниковых гетероструктур. Влияние

внешнего локального микропробоя и наводок электромагнитного поля на функциональные характеристики полупроводниковых приборов и устройств.

Раздел. 4 Магнитные материалы.

Тема 4.1 Основные характеристики магнитных материалов.

Внутренняя структура вещества, обуславливающая его магнитные характеристики. Ферро- и ферримагнетики, диамагнетики, парамагнетики. Доменная структура ферромагнетиков, гистерезис как следствие доменной структуры. Антиферромагнетизм. Внутренняя структура ферримагнетиков. Влияние температуры Кюри на магнитные свойства ферримагнетиков. Процессы намагничивания, магнитные потери. Магнитная вязкость вещества, понятие о магнитной анизотропии и магнитострикции. Методы определения магнитной проницаемости.

Тема 4.2 Магнитомягкие и магнитотвердые материалы.

Технология изготовления магнитомягких и магнитотвердых материалов: технологические схемы получения и основные отличия в областях применения. Основные эксплуатационные параметры ферро- и ферримагнитных веществ. Факторы, влияющие на функциональные свойства магнитомягких и магнитотвердых материалов.

Тема 4.3 Зависимость параметров магнитных материалов от рабочей частоты.

Материалы для работы в постоянных, низкочастотных и высокочастотных полях. Магнитодиэлектрики: технология изготовления и основные свойства, области применения. Ферриты в полях слабой напряженности и высокой частоты. Резонансные явления для ферримагнетиков.

Тема 4.4 Индуктивные компоненты электронных устройств.

Ферри- и ферромагнитные сердечники, основные параметры. Сердечники с немагнитным зазором. Экранирование катушек индуктивности.

Тема 4.5 Магнитные запоминающие устройства.

Материалы для магнитной записи. Функциональные приборы на цилиндрических магнитных доменах. Гигантское магнетосопротивление.

Раздел 5. Конструкционные компоненты квантовой электроники и оптоэлектроники.

Тема 5.1 Квантовые электронные компоненты.

Применение лазеров в изделиях электронной техники (на примере полупроводникового лазера). Конструкционная схема светодиода и полупроводникового лазера: общие особенности и основные отличия.

Тема 5.2 Оптические элементы для передачи, отображения и хранения информации.

Жидкие кристаллы, люминофоры, оптоволокно: способы получения, основные свойства и области применения. Компоненты жидкокристаллической индикации. Оптические носители информации (включая голографические объекты и фотонные структуры).

Тема 5.3 Нанoeлектроника: основные понятия, принципы создания и рабочие характеристики.

Нанотехнологические приемы, применяемые при изготовлении объектов микроэлектроники. Приборная база для формирования и изучения свойств компонентов наноэлектроники. Наноэффекты – тенденции развития и потенциальные возможности применения.

Раздел 6. Источники питания электронных систем малых размеров.

Тема 6.1 Неорганические и органические источники тока.

Основные типы элементов питания малых размеров: классификация по принципу действия. Литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторы. Эффект аккумуляторной памяти. Особенности эксплуатации и основные характеристики элементов питания малых размеров. Технологические решения, направленные на увеличение емкости и срока службы аккумуляторных источников питания.

Тема 6.2 Независимые источники питания.

Солнечные батареи. Применение фотовольтаического эффекта для поддержки работы бесперебойного источника питания. Радиоактивные источники электроэнергии (на примере β -вольтаического эффекта). Принципы создания «молекулярных моторов».

Раздел 7. Назначение и свойства корпусов, применяемых в микроэлектронике.

Тема 7.1 Защитные и экранирующие покрытия корпусов изделий электронной техники.

Материалы, используемые при создании корпусов компонентов электронной техники. Состав композиционных материалов, применяемых при изготовлении корпусов объектов микроэлектроники. Токопроводящие покрытия. Виды поверхностной коррозии и способы минимизации ее воздействия. Материалы корпусов микроэлектронной техники, предназначенные для минимизации воздействия ионизирующего излучения.

Тема 7.2 Материалы для планарных технологий в микроэлектронике.

Способы металлизации поверхности корпусов: вакуумное испарение, ионное распыление (имплантация), электролитическое осаждение, химическое осаждение, диффузия, плакирование, вжигание. Многослойные металлические и металл-диэлектрические покрытия: состав и свойства. Требования к мишеням, применяемым для распыления в вакууме. Общие свойства материалов, предназначенных для нанесения покрытий в микроэлектронике.

Тема 7.3 Виды корпусов и способы их получения.

Посадка и монтаж компонентов электронной техники различных размеров. Понятие об электромиграции и способы ее предотвращения. Влияние внешних факторов и схемотехнических решений на надежность конечного элемента (узла) электронной техники.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(дневная форма получения образования)

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы | Количество аудиторных часов | | | | | | Форма контроля |
|---------------------|---|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------|----------------------|----------------------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Иное | Количество часов УСР | |
| 1. | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | Введение | 2 | | | | | | экзамен |
| 1. | Проводники: электропроводность электротехнических материалов, металлов и сплавов металлов | | | | | | | |
| 1.1. | Основные параметры, определяющие электропроводность, методы ее измерения | 1 | 2 | | | | | экзамен, практ. раб. |
| 1.2. | Тугоплавкие металлы | 2 | | | | | | экзамен, защита л/р |
| 1.3. | Неметаллические проводники. | 1 | 2 | | | | | экзамен, практ. раб. |
| 1.4. | Основные параметры и характеристики резисторов. | 1 | 1 | | 2 | | | экзамен, защита л/р, практ. раб. |
| 1.5. | Контактные материалы. | 1 | | | | | | экзамен |
| 2. | Диэлектрики. | | | | | | | |
| 2.1. | Основные характеристики диэлектрических материалов. | 2 | | | 1 | | | экзамен, защита л/р, |
| 2.2. | Классификация диэлектрических материалов. | 1 | | | 1 | | | экзамен, защита л/р, |
| 2.3. | Углеродсодержащие диэлектрики | 1 | | | | | | экзамен |
| 2.4. | Активные диэлектрики, их основные типы и характеристики. | 1 | 2 | | 4 | | | экзамен, защита л/р, практ. раб. |
| 2.5. | Конденсаторы, основное назначение и специфические параметры. | 1 | 2 | | 2 | | | экзамен, защита л/р, практ. раб. |
| 3. | Полупроводниковые материалы. | | | | | | | |
| 3.1. | Классификация полупроводниковых материалов. | 1 | | | | | | экзамен |
| 3.2. | Технология производства полупроводниковых материалов. | 1 | | | | | | экзамен |
| 3.3. | Тонкопленочные полупроводниковые структуры. | 1 | | | | | | экзамен |
| 3.4. | Особенности эксплуатации полупроводниковых материалов | 1 | 2 | | 2 | | | экзамен, защита л/р, практ. раб. |
| 4. | Магнитные материалы. | | | | | | | |
| 4.1. | Основные характеристики магнитных материалов. | 2 | 2 | | | | | экзамен, практ. раб. |
| 4.2. | Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. | 1 | | | 2 | | | экзамен, защита л/р |
| 4.3. | Зависимость параметров магнитных материалов от рабочей частоты. | 1 | | | | | | экзамен |

| | | | | | | | | |
|------|--|----|----|--|----|--|--|----------------------------------|
| 4.4. | Индуктивные компоненты электронных устройств. | 2 | | | 2 | | | экзамен, защита л/р |
| 4.5. | Магнитные запоминающие устройства. | 1 | | | | | | экзамен |
| 5. | Конструкционные компоненты квантовой электроники и оптоэлектроники. | | | | | | | |
| 5.1. | Квантовые электронные компоненты | 1 | | | | | | экзамен |
| 5.2. | Оптические элементы для передачи, отображения и хранения информации. | 1 | 2 | | | | | экзамен, практ. раб. |
| 5.3. | Нанoeлектроника: основные понятия, принципы создания и рабочие характеристики. | 1 | | | | | | экзамен |
| 6. | Источники питания электронных систем малых размеров. | | | | | | | |
| 6.1. | Неорганические и органические источники тока. | 2 | | | | | | экзамен |
| 6.2. | Независимые источники питания. | 1 | 3 | | 1 | | | экзамен, защита л/р, практ. раб. |
| 7. | Назначение и свойства корпусов, применяемых в микроэлектронике. | | | | | | | |
| 7.1. | Защитные и экранирующие покрытия корпусов изделий электронной техники. | 1 | | | | | | экзамен |
| 7.2. | Материалы для планарных технологий в микроэлектронике. | 1 | | | | | | экзамен |
| 7.3. | Виды корпусов и способы их получения. | 1 | | | | | | экзамен |
| | Текущая аттестация | | | | | | | экзамен |
| | Итого | 34 | 17 | | 17 | | | |

| | | | | | | | | |
|------|--|-----|-----|--|-----|--|--|---------------|
| | ния и хранения информации. | | | | | | | |
| 5.3. | Нанoeлектроника: основные понятия, принципы создания и рабочие характеристики. | 1/1 | | | | | | экзамен, тест |
| 6. | Источники питания электронных систем малых размеров. | | | | | | | |
| 6.1. | Неорганические и органические источники тока. | | | | | | | экзамен |
| 6.2. | Независимые источники питания. | | | | | | | экзамен |
| 7. | Назначение и свойства корпусов, применяемых в микроэлектронике. | | | | | | | |
| 7.1. | Защитные и экранирующие покрытия корпусов изделий электронной техники. | | | | | | | экзамен |
| 7.2. | Материалы для планарных технологий в микроэлектронике. | | | | | | | экзамен |
| 7.3. | Виды корпусов и способы их получения. | | | | | | | экзамен |
| | Текущая аттестация | | | | | | | тест, экзамен |
| | Итого | 4/6 | 2/2 | | 2/4 | | | |

-/1 - количество аудиторных часов: сокращенная/ полная

4. Информационно-методическая часть

4.1. Основная литература

1. Покровский, Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств: Учебное пособие для вузов- М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 350с.
2. Петров, К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: Учебное пособие-СПб.: Питер, 2006. – 522 с.
3. Основы радиоэлектроники: учеб. пособие / В.Т. Першин. – Мн.: Выш. шк., 2006. – 399 с.: ил. ISBN 985-06-1054-9.
4. Пасынков, В.В. Материалы электронной техники: учебник для вузов / Пасынков В. В., Сорокин В. С. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2004. - 367 с.: ил. - ISBN 5-8114-0409-3
5. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники: Задачи и вопросы. - С.-Петербург: Изд. «Лань», 2003 – 208 с.
6. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Материаловедение и материалы электронных средств» / Владим. гос. ун-т ; сост. Т. Н. Фролова. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. – 48 с.
7. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учеб. Пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» / под ред. В.С. Чередниченко. - 2-е изд., перераб. - М.; Омега-Л, 2006. – 752 с. : ил., таб. - (Высшее техническое образование). – ISBN 5-365-00041-2.
8. Колесов, С.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для студ. электротехн. и электромех. спец. вузов / Колесов С.Н., Колесов И.С. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Высшая школа, 2007. - (Энергетика, энергетическое машиностроение). – 535 с.: ил. - ISBN 978-5-06-005817-8 (Гриф: МО и науки РФ).
9. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых диэлектрических материалов. – С.-Петербург: Лань, 2002. – 424 с.

4.2. Дополнительная литература

1. А.И. Аксенов, А.В. Нефедов Резисторы, конденсаторы, провода, припои, флюсы. Справочное пособие – М. Издательство «СОЛОН-Р», 2000.
2. Яворский Б.М., А.А. Детлаф Справочник по физике: 3-е изд., испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 624 с.; - ISBN 5-02-014508-4
3. Электроника: Энциклопедический словарь / Гл. ред. В.Г. Колесников, - М.: Сов. энциклопедия. 1991. – 688 с.: ил. ISBN 5-85270-062-2.
4. Москатов Е.А. Электронная техника. Начало – 3-е изд., перераб и доп. Таганрог, 2010. – 204 с.
5. Крапухин В.В., Соколов И. А., Кузнецов Г. Д. Технология материалов электронной техники. Теория процессов полупроводниковой технологии: Учебник для вузов - М.: Московский институт стали и сплавов (МИСИС), 1995.
6. Зайцев Ю.В., Кузищина Т.К., Кустов Д.Е. Расчет физико-химических характеристик элементов проводников: Методическое пособие - М.:МЭИ, 2001.
7. Русин Ю.С. и др. Электромагнитные элементы радиоэлектронной аппа-

ратуры: Справочник – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.

8. Резисторы. Справочник / В.В. Дубровский Д.М. Иванов и др под ред. И.И. Четверткова и В.М. Терехова М.: Радио и связь, 1991. – 528с.

9. Материалы для производства изделий электронной техники. Учебное пособие Г.Н. Кадыкова и др. - М.: Высшая школа 1987. – 247с.

10. Справочник по электротехническим материалам: в 3 т. / под ред. Ю. В. Корицкого и др.. - 3-е изд., перераб.. - Ленинград: Энергоатомиздат, Ленинградское отд-ние, 1988. - Т. 3. - 726 с.: ил. - ISBN 5-283-04416-5

11. Справочник по электрическим конденсаторам. Под общей редакцией В.В. Ермуратского. – Кишинев: «Штиица» 1982. – 309 с.

12. Справочник. Конденсаторы / под редакцией Четверткова. - М. Радио и связь, 1993 – 392 с.

13. Айвазов А. А., Будагян Б. Г., Вихров С. П., Попов А. И. Неупорядоченные полупроводники: Учебное пособие - М.: Высшая школа, 1995.

14. Ферриты и магнитоэлектрики. Справочник под общей редакцией Н.Д. Горбунова. - М.: Советское радио, 1968.

15. Летюк Л. М. Технология производства материалов магнитоэлектроники: Учебник для вузов - М.: Металлургия, 1994.

16. Богоцкий В.С., Скудин А.М. Химические источники тока. – М.: Энергоиздат. – 1981. – 360с.

17. Смирнов, В.И. Неразрушающие методы контроля параметров полупроводниковых материалов и структур: Учебное пособие. М-во образования и науки РФ, Ульянов. гос. техн. ун-т. – Ульяновск УлГТУ, 2012. – 75 с.

18. Основные термины метрологии. Русско-белорусский словарь-справочник. / Под общей редакцией Ю.М.Плескачевского. – Минск.: БелГИМ, 2007. – 255с.

19. Электронный каталог РУП «Витебский завод радиодеталей «Монолит»» / catalog-2008.pdf - Витебск, 2008.- 66 с.

20. Антонов, Н.Н. Сегнетоэлектрики в технике СВЧ / Н.Н. Антонов, И.М. Бузин, О.Г.Вендик и др.; Под ред. О.Г. Вендика. – М.: Сов. радио. – 1979. – 272 с.

21. Глюкман Л.И. Пьезоэлектрические кварцевые резонаторы. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1981. – 232 с.

22. Альтшуллер, Г.Б. Кварцевые генераторы: Справочное пособие / Г.Б. Альтшуллер, Н.Н. Елфимов, В.Г. Шакулин - М.: Радио и связь. - 1984. - 232 с.

23. Ю.А. Брусенцов, В.А. Пручкин, И.С. Филатов Материалы электронной техники / ГОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет" (ТГТУ). – Издательство ТГТУ, 2006. – ISBN 5-8265-0578-8.3.

24. Эрл Д. Гейтс Введение в электронику. Серия «Учебники и учебные пособия» / пер. Синдеева Ю.Г. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 1998. – 640 с.

4.3. Учебно-методические комплексы

4.4. Перечень компьютерных программ и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения

1. Методические указания к лабораторным занятиям курса «Элементы магнитной техники» для студентов специальности 20.05.: в 2 ч. /Э.М. Виноградов; каф. «Промышленная электроника» – Гомель: ГПИ, 1990. – 36 с.

2. Методические указания к лабораторным занятиям по теме «Элементы магнитной техники и электрические микромашин» ч. 2. для студентов специальности 20.05. – Гомель. – ГПИ. – 1995.

3. Практическое руководство «Изучение свойств материалов» по выполнению лабораторных работ по курсу «Материалы и компоненты электронной техники» для студентов спец. 1 - 36 04 02 «Промышленная электроника» дневной и заочной форм обучения / С.Н. Кухаренко; кафедра «Промышленная электроника». – Гомель: ГГТУ, 2005. – 26 с.

4. Практическое руководство «Изучение свойств материалов» по выполнению лабораторных работ по курсу «Материалы и компоненты электронной техники» для студентов спец. 1 - 36 04 02 «Промышленная электроника» дневной и заочной форм обучения / С.Н. Кухаренко; кафедра «Промышленная электроника». – Гомель: ГГТУ, 2006. – 26 с.

5. Лабораторный практикум «Изучение свойств компонентов электроники» по дисциплине «Материалы и компоненты электронной техники» для студентов спец. 1 - 36 04 02 «Промышленная электроника» дневной и заочной форм обучения / С.Н. Кухаренко; кафедра «Промышленная электроника». – Гомель: ГГТУ, 2006. – 28 с.

6. Материалы и компоненты электроники: методические указания к контрольным работам по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» дневной и заочной форм обучения / С.Н. Кухаренко; кафедра «Промышленная электроника». – Гомель: ГГТУ, 2008. – 25 с.

7. Методические указания к лабораторным занятиям по теме «Элементы магнитной техники и электрические микромашин» № 1139, 1399, 1592, 2007.

8. Лабораторный практикум «Изучение электротехнических свойств материалов и компонентов радиоэлектронных устройств» по дисциплине «Материалы и компоненты электронной техники» для студентов спец. 1 - 36 04 02 «Промышленная электроника» дневной и заочной форм обучения / А.А. Алексеев, С.Н. Кухаренко; кафедра «Промышленная электроника». – Гомель: ГГТУ, 2015. – электронная форма доступа (кафедра ПЭ).

Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Изучение электрических свойств проводниковых материалов и резистивных элементов.
2. Определение изменения температурного коэффициента емкости и добротности конденсаторов различного типа при нагреве.
3. Изучение проводимости диэлектриков. Определение диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь диэлектриков в зависимости от влажности.
4. Исследование электротехнических свойств сегнетоэлектриков.
5. Изучение рабочих параметров активных пьезоэлектриков на примере кварцевого резонатора.
6. Определение основных характеристик терморезисторов в диапазоне рабочих температур.
7. Измерение магнитной проницаемости и магнитной индукции кольцевых магнитных сердечников.
8. Изучение влияния внешних условий на магнитные характеристики магнитомягких материалов
9. Влияние условий эксплуатации аккумуляторных источников питания малых размеров на их рабочие параметры

Примерный перечень тем практических занятий

1. Микроскопический и рентгеноструктурный анализ металлов, сплавов, полупроводников и оксидных неорганических соединений, применяемых в электронной технике. Расчет и дешифровка РФА-спектров.
2. Резисторы. Выбор резистора для заданных параметров схемы. Примеры решения задач по расчету резистивных характеристик металлов и сплавов металлов.
3. Выбор конденсаторов по предельно-допустимым значениям. Керамические конденсаторы и их реактивная мощность. Конденсаторы с органическим диэлектриком. Конденсаторы с неорганическим диэлектриком. Электролитические конденсаторы. Решение задач по расчету электрофизических процессов, протекающих в конденсаторах под воздействием различных внешних факторов.
4. Примеры использования пьезоэлектрических резонаторов. Особенности применения кварцевого резонатора в работе атомно-силового микроскопа.
5. Изучение и расчет основных светотехнических характеристик светодиодов различного конструкционного исполнения.
6. Методы измерения и формулы расчета электромагнитных характеристик высокочастотных магнитных материалов.
7. Изучение конструкционных особенностей и рабочих параметров жидкокристаллических индикаторов.

8. Определение и расчет основных эксплуатационных параметров литий-ионных и литий-полимерных источников питания. Аккумуляторные источники питания малых размеров – расчет допустимых режимов заряд-разряд.

Технологии обучения

Для организации процесса изучения учебной дисциплины «Материалы и компоненты электронной техники» привлечены традиционные и инновационные образовательные технологии, ориентированные на формирование навыков самостоятельного и группового решения поставленных задач.

Лабораторные занятия проводятся с использованием лабораторных стендов, цифровых генераторов и осциллографов. Оформление отчетов производится на персональных компьютерах. Контроль знаний проводится в ходе защиты лабораторной работы.

Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов организована в соответствии с Положением о самостоятельной работе студентов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» № 33, утвержденного ректором университета 14.10.2014.

Основными целями ее осуществления являются: активизация учебно-познавательной деятельности и формирование у студентов умений и навыков самостоятельного приобретения и практического применения знаний в области экономических и правовых аспектов предпринимательской деятельности в сфере промышленной электроники.

С учетом специфики и содержания учебной дисциплины «Материалы и компоненты электронной техники» предполагается использование следующих форм самостоятельной работы студентов:

– контролируемая самостоятельная работа (проведение исследований необходимых для выполнения лабораторных работ в аудитории под контролем преподавателя);

– управляемая самостоятельная работа (выполнение теоретических расчетов, рабочих параметров и моделирование элементов устройств) при опосредованном контроле и управлении со стороны преподавателя);

– собственно самостоятельная работа (подготовка к рубежному контролю знаний и текущей аттестации (зачету), организованная студентом самостоятельно).

Для организации эффективной самостоятельной работы студентов используется учебно-методическое обеспечение дисциплины, включающее современные информационные ресурсы и технологии -электронный учебно-методический комплекс дисциплины (смежных дисциплин) и электронный курс.

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Процедура диагностики результатов учебной деятельности студентов разработана и организована в соответствии с Образовательным стандартом высшего образования первой степени. Ее компоненты представлены:

- требованиями к осуществлению диагностики (определение объекта диагностики, измерение степени соответствия учебных достижений студента требованиям Образовательного стандарта ОСВО 1-36 04 02-2013, оценивание результатов измерения на основе принятой шкалы оценок);

- шкалой оценок (оценка промежуточных и итоговых (экзаменационных) достижений студента производится по десятибалльной шкале в зависимости от количества и качества выполненных заданий, предусмотренных планом);

- критериями оценок, разработанными учреждением образования;

- инструментарием диагностики (выполнение и защита лабораторных работ, макетирование устройств (ПК-13, ПК-22, ПК-23);

Для диагностики соответствия учебных достижений студента предъявляемым требованиям используются типовые индивидуальные и лабораторные и практические работы, тесты для контроля знаний (АК-1.. АК-9, СЛК-1.. СЛК-6).

Диагностика компетенций студента проводится в устной (ответы на занятиях, оценивание решения учебно-деловых ситуаций), письменной (контрольный опросы, письменное представление выполненных практических заданий, доклады и рефераты) и устно-письменной (зачет, экзамен) формах. (АК-1.. АК-9, СЛК-1.. СЛК-6).

Итоговая диагностика компетенций студента проводится с использованием контрольных вопросов и заданий, а также зачета и экзамена (АК-1.. АК-9, СЛК-1.. СЛК-6, ПК-13, ПК-22, ПК-23).

Темы тестовых заданий

| № | Задание | Литература |
|---|---|--|
| 1 | Расчет электрофизических характеристик металлов | осн. лит. [5] с. 23-30, [6] с. 3-13 |
| 2 | Определение рабочих параметров резисторов | доп. лит. [1] с. 155-168, [8] с. 3-30 |
| 3 | Режимы работы конденсаторов | доп. лит. [11] с. 4-20, [12] с. 5-20 |
| 4 | Маркировка резисторов | осн. лит. [1] с. 145-155, доп. лит. [8] с. 3-30 |
| 5 | Поляризация диэлектриков | осн. лит. |

| | | |
|----|--|---|
| | | [5] с. 102-132 |
| 6 | Расчет параметров участка цепи резистор-резистор, конденсатор-конденсатор, резистор-конденсатор, индукция-индукция | осн. лит. [6] с. 3-33, доп. лит. [6] с. 5-50 |
| 7 | Расчет эдс индукции для элементарного участка цепи | осн. лит. [5] с. 154-160 |
| 8 | Расчет параметров включения светодиода | доп. лит. [4] с. 56-57 [24] с. 377-381 |
| 9 | Потери в магнитомягких материалах | осн. лит. [5] 149-165, [6] с. 25-33 |
| 10 | Основные характеристики полупроводников | осн. лит. [9] с. 4-100 |
| 11 | Методы анализа структуры вещества | доп. лит. [17] с. 5-70 |

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО
«МАТЕРИАЛЫ И КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

| Название дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры | Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|---|--------------------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Физика | Физика | | |
| 2. Электронные приборы | Промышленная электроника | | |
| 3. Физические основы электронной техники | Промышленная электроника | | |
| 4. Конструирование радиоэлектронных средств | Промышленная электроника | | |

Зав. кафедрой _____ Ю.В. Крышнев
(подпись, ФИО)