

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию
в области информатики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

_____ А.Г. Баханович

Регистрационный № _____

МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине
для специальности**

6-05-0713-02 Электронные системы и технологии

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по образованию в
области информатики и
радиоэлектроники

_____ В.А. Богуш

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.Н. Пищов

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

_____ И.В. Титович

Эксперт-нормоконтролер

Минск 2024

СОСТАВИТЕЛЬ:

Г.М.Шахлевич, доцент кафедры электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра порошковой металлургии, сварки и технологии материалов Белорусского национального технического университета (протокол № 7 от 03.01.2024);

А.Н.Петлицкий, директор государственного центра «Белмикроанализ» открытого акционерного общества «Интеграл – управляющая компания холдинга «Интеграл», кандидат физико-математических наук, доцент;

Н.А.Поклонский, профессор кафедры физики полупроводников и наноэлектроники Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:

Кафедрой электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 14 от 29.01.2024);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 6 от 16.02.2024);

Научно-методическим советом по электронным системам и технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 6 от 14.02.2024).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Материалы электронной техники» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 6-05-0713-02 «Электронные системы и технологии» в соответствии с требованиями образовательного стандарта общего высшего образования и примерного учебного плана специальности.

Материаловедение – наука, изучающая связь между структурой и свойствами материалов, а также их изменения при внешних воздействиях, базируется на достижениях современных естественных наук и математики. Теоретическое материаловедение изучает общие закономерности строения материалов и процессы, происходящие в них при внешних воздействиях. Прикладное материаловедение использует эти закономерности при разработке новых материалов с требуемыми свойствами и эффективных технологий их обработки. Инженер, не владеющий знаниями в области теоретических основ материаловедения, номенклатуры и свойств современных материалов электронной техники, не сможет заниматься проектированием новых изделий, разработкой технологии их изготовления, производственной и научно-исследовательской деятельностью.

Воспитательное значение учебной дисциплины «Материалы электронной техники» заключается в формировании у обучающихся технической культуры и научного мировоззрения; развитии исследовательских умений, аналитических способностей, креативности, необходимых для решения научных и практических задач; развитии познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формировании способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Изучение данной учебной дисциплины способствует созданию условий для формирования интеллектуально развитой личности обучающегося, которой присущи стремление к профессиональному совершенствованию, активному участию в экономической и социально-культурной жизни страны, гражданская ответственность и патриотизм.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, РОЛЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: овладение научным подходом к выбору и использованию материалов при проектировании и изготовлении электронных систем, знаниями физико-химических основ современного материаловедения, функциональных, технологических и потребительских свойств материалов электронной техники и конструкционных материалов, а также принципов выбора материалов для конкретного применения, исходя из соответствия их свойств условиям изготовления, эксплуатации и требованиям экономичности.

Задачи учебной дисциплины:

приобретение знаний о современных материалах электронной техники и конструкционных материалах, физико-химических основах материаловедения (кристаллизация и рекристаллизация, теория сплавов, физико-химические основы термической и химико-термической обработки и т.д.), механических, электрических, магнитных, тепловых и технологических характеристиках материалов;

приобретение навыков рационального выбора и использования материалов в изделиях электронной техники и технологии их производства;

изучение принципов управления свойствами материалов на основе целенаправленного изменения их состава и структуры;

овладение методами расчета и исследования основных функциональных и технологических свойств материалов электронной техники.

Базовыми учебными дисциплинами по курсу «Материалы электронной техники» являются «Химия», «Физика», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ». В свою очередь учебная дисциплина «Материалы электронной техники» является базой для таких учебных дисциплин, как «Физико-химические основы микро- и наноэлектроники», «Конструирование электронных средств», «Проектирование изделий интегральной электроники», «Технологические процессы интегральной электроники», «Электронные приборы».

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Материалы электронной техники» формируются следующие базовые профессиональные компетенции:

анализировать вещества, их свойства, строение и превращения, происходящие в результате химических реакций, рассчитывать результаты химических реакций в соответствии с законами химии;

применять основные понятия и законы физики для изучения физических явлений и процессов;

осуществлять выбор материалов при производстве электроники с учетом их физико-химических свойств.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

знать:

физико-химические основы современного материаловедения;

основные группы конструкционных и радиотехнических материалов (металлы и сплавы, проводниковые, диэлектрические, полупроводниковые, магнитные, оптические и другие материалы);

физико-химические, технологические и потребительские свойства материалов, их классификацию, назначение, принципы выбора;

особенности свойств и применения материалов специального назначения или имеющих особые физико-химические характеристики;

уметь:

рационально выбирать и использовать материалы в изделиях электронной техники;

управлять свойствами материалов на основе целенаправленного изменения их состава и структуры;

владеть:

методами исследования основных функциональных и технологических свойств материалов электронной техники;

навыками расчетов механических, электрических и магнитных характеристик материалов.

Примерная учебная программа рассчитана на 216 учебных часов, из них – 88 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 40 часов, лабораторные занятия – 32 часа, практические занятия – 16 часов.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия
Раздел 1. Основы физико-химического материаловедения	24	10	8	6
Тема 1. Химическая связь. Строение твердых тел	4	2	-	2
Тема 2. Механические свойства материалов	6	2	4	-
Тема 3. Электрические свойства материалов	4	2	-	2
Тема 4. Магнитные свойства материалов	2	2	-	-
Тема 5. Методы исследования состава, структуры и основных физических свойств материалов	8	2	4	2
Раздел 2. Основы теории сплавов, кристаллизация и рекристаллизация материалов	10	8	-	2
Тема 6. Строение сплавов. Диаграммы состояния	4	2	-	2
Тема 7. Кристаллизация металлов и сплавов	2	2	-	-
Тема 8. Пластическая деформация и деформационное упрочнение, рекристаллизация металлов и сплавов	2	2	-	-
Тема 9. Диаграмма состояния железо-углерод	2	2	-	-
Раздел 3. Конструкционные материалы	14	8	4	2
Тема 10. Сплавы на основе железа (стали и чугуны). Инструментальные материалы	2	2	-	-
Тема 11. Термическая, термомеханическая и химико-термическая обработка материалов	8	2	4	2
Тема 12. Конструкционные материалы на основе цветных металлов	2	2	-	-
Тема 13. Неметаллические конструкционные материалы и композиты	2	2	-	-
Раздел 4. Материалы электронной техники	40	14	20	6
Тема 14. Проводниковые и резистивные материалы. Припой и флюсы	8	4	4	-
Тема 15. Полупроводниковые материалы	10	4	4	2
Тема 16. Диэлектрические материалы	12	2	8	2
Тема 17. Магнитные материалы	8	2	4	2
Тема 18. Материалы оптических и оптоэлектронных устройств	2	2	-	-
Итого:	88	40	32	16

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ОСНОВЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

Тема 1. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ. СТРОЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Предмет и содержание учебной дисциплины. Материаловедение как наука. Специфические требования к материалам электронной техники.

Атомное строение элементов. Типы и природа химической связи: ионная, металлическая, ковалентная, водородная, Ван-дер-Ваальсова. Химическая связь и свойства вещества.

Агрегатные состояния и строение твердых тел. Свойства кристаллов. Кристаллическая решетка, ее параметры и характеристики, типы решеток. Поли- и изоморфизм. Дефекты кристаллического строения: классификация, характеристики, влияние на свойства материалов. Строение реальных материалов (моно- и поликристаллы). Понятие микроструктуры.

Аморфное и стеклообразное состояние твердых тел.

Функциональные, технологические и потребительские свойства материалов. Критерии выбора материалов для конкретного применения.

Тема 2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Механические свойства в условиях статического, динамического и циклического нагружения. Диаграмма растяжения. Прочностные и пластические свойства материалов. Твердость по Бринелю, Роквеллу и Виккерсу. Ударная вязкость. Сопrotивляемость циклическому нагружению.

Дефекты кристаллического строения и механические свойства. Усталость металлов и сплавов. Деформация ползучести и длительная прочность. Механические свойства при повышенных и пониженных температурах. Методы определения механических свойств.

Тема 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Энергетическая зонная структура. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Механизмы рассеяния носителей заряда. Влияние внешних воздействий, состава и структуры на электрические свойства материалов. Скин-эффект. Сверхпроводимость. Особенности электрических свойств тонких пленок, размерные эффекты.

Тема 4. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Природа магнетизма. Диамагнетики, парамагнетики, ферро- и ферримагнетики. Зависимость магнитных свойств от состава, структуры и внешних воздействий. Поведение в переменных магнитных полях, петля гистерезиса, параметры ферро- и ферримагнетиков. Классификация магнитных материалов. Особенности магнитных свойств ферримагнетиков. Явления, положенные в основу действия магнитооптических, магнитоотриксционных и материалов СВЧ-диапазона.

Тема 5. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА, СТРУКТУРЫ И ОСНОВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

Классификация и возможности методов исследования структуры и состава твердых тел. Оптическая и электронная микроскопия, дифракционные методы, оптическая, электронная и рентгеновская спектрометрия.

Методы исследования электрофизических свойств проводниковых, диэлектрических и полупроводниковых материалов. Дифференциальный термический анализ и калориметрические методы определения тепловых свойств. Определение функциональных характеристик магнитных материалов.

Методы исследования технологических свойств.

Раздел 2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ СПЛАВОВ, КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ И РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ

Тема 6. СТРОЕНИЕ СПЛАВОВ. ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ

Термодинамическая система и ее параметры: температура, давление, компонент-составляющие. Типы фаз сплавов: твердые растворы, химические соединения, механические смеси и др.

Диаграммы состояния двойных сплавов, физический смысл точек, линий и областей. Основные типы диаграмм состояния: с неограниченной и ограниченной растворимостью, образованием соединений, эвтектическим, перитектическим и эвтектоидным превращениями, полиморфным превращением, механической смеси компонентов. Правило фаз Гиббса, правило отрезков (рычага).

Связь между строением сплава и его свойствами. Понятие о диаграммах состояния тройных сплавов.

Тема 7. КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Сущность процесса кристаллизации и его характеристики: температура, степень переохлаждения, скорость. Зарождение и рост кристаллов, критический размер зародыша. Структура сплава в зависимости от условий кристаллизации. Гомо- и гетерогенная кристаллизация. Дендритный рост. Вторичная кристаллизация металлов и ее механизмы.

Неравновесная кристаллизация. Ликвации.

Тема 8. ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ И ДЕФОРМАЦИОННОЕ УПРОЧНЕНИЕ, РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Упругая и пластическая деформация. Механизмы пластической деформации. Изменение структуры и свойств поликристаллических материалов в процессе пластической деформации. Наклеп. Роль дислокаций в процессе пластической деформации. Механизм упрочнения металлов. Влияние температуры и выдержки на строение и свойства пластически деформированных материалов. Возврат (отдых), полигонизация, рекристаллизация. Влияние примесей и внешних условий на процесс рекристаллизации.

Хрупкое и вязкое разрушение металлов и сплавов.

Тема 9. ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗО-УГЛЕРОД

Полиморфизм и свойства железа. Диаграмма состояния сплавов системы железо-углерод. Формы существования углерода в сплавах, фазы, критические точки, фазовые превращения и реакции в системе. Управление свойствами сплавов системы железо-углерод путем изменения их структуры и состава. Стали и чугуны: фазовый и структурный состав, особенности механических и технологических свойств.

Раздел 3. КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Тема 10. СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА (СТАЛИ И ЧУГУНЫ). ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Физико-химические свойства углеродистых сталей. Влияние углерода, технологических и вредных примесей (газов, серы, фосфора) на их строение и свойства. Раскисление сталей. Основы термической и химико-термической обработки. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства.

Углеродистые и легированные стали, классификация и маркировка, виды и области применения. Специальные стали для упругих элементов, подшипниковые, износо- и коррозионно-, жаростойкие и жаропрочные и др.

Чугуны: серые, белые, ковкие, легированные и др. Структура, свойства, классификация, применение.

Инструментальные стали и твердые сплавы.

Тема 11. ТЕРМИЧЕСКАЯ, ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКАЯ И ХИМИКО- ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

Сущность, назначение и основные виды термической обработки (ТО).

Изменение структуры и свойств при ТО сплавов без фазовых и полиморфных превращений (система Al-Cu). Режимы отжига, закалки, отпуска, естественного и искусственного старения.

ТО сплавов с полиморфными превращениями (система Fe-C). Основные фазовые превращения в сталях при ТО.

Закалка: превращения при непрерывном и изотермическом охлаждении, критическая скорость охлаждения. Мартенситное и бейнитное превращения. Полная и неполная закалка, прокаливаемость и закаливаемость стали. Влияние нагрева на структуру и свойства закаленной стали: отпуск, нормализация и др. Термомеханическая обработка.

Химико-термическая обработка (ХТО): назначение, физико-химические основы. Классификация видов ХТО и их краткая характеристика.

Тема 12. КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Сплавы на основе алюминия: свойства, классификация, применение. Деформируемые алюминиевые сплавы, дисперсионное твердение, методы управления структурой и свойствами. Литейные алюминиевые сплавы (силумины) и сплавы с особыми свойствами.

Сплавы на основе меди: физико-химические свойства, классификация, применение. Деформируемые сплавы (латуни), литейные сплавы меди (бронзы): оловянистые, алюминиевые, кремниевые и др.

Сплавы титана, магния и бериллия: влияние легирующих элементов и ТО на структуру и свойства, маркировка, применение.

Тема 13. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОМПОЗИТЫ

Классификация, основные свойства и области применения неметаллических конструкционных материалов.

Пластмассы: классификация и основные физико-химические свойства. Термо- и реактопласты. Однокомпонентные пластмассы: неполярные, полярные, синтетические смолы и др. Многокомпонентные (композиционные) пластмассы, слоистые пластики, эластомеры, газонаполненные пластмассы.

Неорганические конструкционные материалы: классификация, основные свойства, применение. Керамика: установочная, огнеупорная, теплоизоляционная, металлокерамические узлы и вакуумные вводы. Стекломатериалы.

Классификация, свойства и основные группы порошковых материалов (железо- и бронзо-графиты, сплавы на основе никеля, титана и алюминия, для постоянных магнитов, псевдосплавы W-Cu, Ag-W и др.)

Композиты на металлической, керамической и полимерной матрице с волокнистым упрочнителем и дисперсно-упрочненные материалы.

Раздел 4. МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Тема 14. ПРОВОДНИКОВЫЕ И РЕЗИСТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. ПРИПОИ И ФЛЮСЫ

Классификация проводниковых материалов. Зависимость электрофизических свойств от состава, структуры и внешних воздействий.

Материалы высокой проводимости и благородные металлы (Cu, Al, Ag, Au, Pt и др.). Тугоплавкие металлы и сплавы.

Резистивные материалы, сплавы для нагревательных элементов (нихром, фехраль и др.) и термопар. Припой и флюсы.

Материалы вакуумной и криогенной техники и с особыми физико-химическими свойствами (постоянным ТКЛР, эффектом памяти формы, криогенные, электровакуумные, сверхпроводники и др.)

Тема 15. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Основные физико-химические свойства, методы получения, классификация и применение полупроводников.

Элементарные полупроводники и структуры на их основе (кремний, германий, эпитаксиальные структуры Si): свойства, получение, выращивание монокристаллов, маркировка.

Полупроводниковые соединения: A^3B^5 (GaAs, GaP, InSb, GaN и др.), A^2B^6 (CdS, ZnSe, CdTe и др.), A^4B^4 (SiC и др.) и твердые растворы на их основе: свойства, технология применения.

Поликристаллические, аморфные и органические полупроводники.

Тема 16. ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Основные электрофизические свойства диэлектриков (поляризация, электропроводность, диэлектрические потери, пробой).

Классификация диэлектрических материалов. Диэлектрические газы и жидкости, полимеры и пластмассы, компаунды и лаки, слоистые пластики, стекла и ситаллы, монокристаллические и керамические диэлектрики, материалы подложек, сегнето- и пьезоэлектрики, материалы звукопроводов, электреты и др.: свойства, методы формирования, маркировка и применение.

Тема 17. МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Классификация и основные функциональные и эксплуатационные свойства ферро- и ферримагнетиков.

Магнитномягкие материалы (железо, электротехнические стали, пермаллой, магнитномягкие ферриты, магнитодиэлектрики и др.).

Магнитотвердые материалы (высококоэрцитивные стали и сплавы, порошковые магниты и ферриты, сплавы РЗМ-металлов и др.).

Магнитные материалы специализированного назначения (с ППГ, магнитострикционные, СВЧ-диапазона, носители ЦМД и др.)

Тема 18. МАТЕРИАЛЫ ОПТИЧЕСКИХ И ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Классификация и основные свойства оптических материалов. Оптические и лазерные стекла, материалы волоконно-оптических систем, твердотельных лазеров, фотонных кристаллов. Полупроводниковые гетероструктуры для источников и приемников излучения оптоэлектронных устройств. Материалы фотовольтаических систем солнечной энергетики. Жидkokристаллические материалы. Материалы оптических покрытий и передающих сред.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**ЛИТЕРАТУРА****ОСНОВНАЯ**

1. Жарский, И. М. Материаловедение : учебное пособие / И. М. Жарский [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 557 с.
2. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники : учебник для вузов : в 2 т. / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – Т. 1 : Проводники, полупроводники, диэлектрики. – 448 с.
3. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники : учебник для вузов : в 2 т. / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – Т. 2 : Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники. – 384 с.
4. Конструкционные и электротехнические материалы : учебное пособие / В. А. Гольдаде [и др.] ; под ред. В. А. Струка, В. А. Гольдаде. – Минск : РИВШ, 2022. – 536 с.
5. Гопштайн, Г. Физико-химические основы материаловедения / Г. Гопштейн. – Москва : Бином, 2009. – 500 с.
6. Антипов, Б. Л. Материалы электронной техники. Задачи и вопросы / Б. Л. Антипов, В. С. Сорокин, В. А. Терехов. – Москва : Лань, 2007. – 208 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

7. Марков, В. Ф. Материалы современной электроники : учебное пособие / В. Ф. Марков, Х. Н. Мухамедянов, Л. Н. Маскаева. – Екатеринбург : Изд. Урал. ун-та, 2014. – 272 с.
8. Арзамасов, Б. Н. Материаловедение : учебник для вузов / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова. – Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 648 с.
9. Машиностроение : энциклопедия : в 40 т. / под ред. И. Н. Фридляндера. – Москва : Машиностроение, 1994 – 2006. – Т. 2 – 3 Цветные металлы и сплавы. Композиционные материалы. – 2001. – 880 с.
10. Полмеар, Я. Легкие сплавы : от традиционных до нанокристаллов / Я. Полмеар. – Москва : Техносфера, 2008. – 464 с.
11. Суворов, Э. В. Материаловедение : методы исследования структуры и состава материалов / Э. В. Суворов. – Москва : Юрайт, 2019. – 180 с.
12. Уорден, К. Новые интеллектуальные материалы. Свойства и применение / К. Уорден. – Москва : Техносфера, 2006. – 224 с.
13. Полимерные композиционные материалы : структура, свойства, технология / М. Кербер и др. – Москва : Профессия, 2008. – 560 с.
14. Стародубцев, Ю. Н. Магнитные материалы. Энциклопедический словарь-справочник / Ю. Н. Стародубцев. – Москва : Техносфера, 2011. – 664 с.
15. Каллистер, У. Д. Материаловедение: от технологии к применению. Металлы, керамики, полимеры / У. Д. Каллистер. – Санкт-Петербург : Профессия, 2011. – 900 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

работа с учебной, справочной, аналитической и другой литературой и материалами;

подготовка устных сообщений;

подготовка тематических докладов;

подготовка тематических рефератов и презентаций.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Примерным учебным планом по специальности 6-05-0713-02 «Электронные системы и технологии» в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Материалы электронной техники» рекомендуются зачет и экзамен. Оценка учебных достижений обучающихся производится по системе «зачтено/не зачтено» и десятибалльной шкале.

Для текущего контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций обучающихся могут использоваться следующие формы:

коллоквиумы;

контрольные опросы;

стандартизированные тесты.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

интерактивные технологии, реализуемые на лекционных, практических и лабораторных занятиях;

исследовательский метод, используемый преимущественно во время самостоятельной работы.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Исследование механических свойств конструкционных материалов в условиях статического и динамического нагружения.

2. Исследование влияния легирования на электропроводность и время жизни носителей заряда в кремнии.

3. Исследование характеристик магнитномягких материалов и структур с цилиндрическими магнитными доменами.

4. Исследование электрофизических свойств пассивных и активных диэлектриков.

5. Определение концентрации и подвижности носителей заряда в полупроводниках на основе измерений эффекта Холла.

6. Исследование процессов поляризации диэлектрических свойств сегнетоэлектриков в переменном электрическом поле.

7. Исследование влияния закалки, естественного старения и отпуска на механические свойства упрочняемых термообработкой сплавов алюминия.

8. Изучение процессов электрического пробоя пассивных диэлектриков в зависимости от толщины изоляции и формы электродов.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Типы химических связей и строение твердых тел.
2. Расчет параметров элементарной ячейки по результатам рентгеноструктурного анализа.

3. Анализ диаграмм состояния двойных сплавов.

4. Изучение превращений в сплавах системы железо-углерод.

5. Выбор вида и режимов термообработки сплавов с полиморфными (система Fe-C) и без полиморфных превращений (Al-Cu).

6. Расчет основных электрофизических характеристик проводниковых материалов.

7. Расчет основных электрофизических характеристик полупроводников на основе данных физического эксперимента.

8. Расчет основных электрофизических характеристик активных и пассивных диэлектриков.

9. Определение функциональных свойств магнитномягких и магнитотвердых материалов.

10. Выбор вида и назначение режимов химико-термической обработки конструкционных материалов на основе железа и цветных металлов.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

(необходимого оборудования, наглядных пособий и т. п.)

1. Образцы конструкционных и радиотехнических материалов, презентации и телевизионные заставки к лекциям.

2. Плакаты, периодическая система элементов.

3. Методические указания к лабораторным работам.

4. Методические материалы к проведению практических занятий.

5. Лабораторные макеты и оборудование для лабораторного практикума.