Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ А.В. Зимин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехнические материалы

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(направленность (профиль): «Электроэнергетика и электротехника»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: daba56d7b892efca3bf5c04ed0251c98b19b099c
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 15 января 2025 г. по 10 апреля 2026 г.
Дата и время: 10-04-2025 15:02:16 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– получение сведений об основных изоляционных, проводниковых, полупроводящих и магнитных материалах, применяемых в электроэнергетике и электротехнике;
- освоение понятий “старение” и “коррозия” материалов с учетом как природных, так и техногенных воздействий;
- закрепление навыков использования справочной литературы применительно к электроматериаловедению;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в ходе решения технических задач, способности к самостоятельному приобретению новых знаний в соответствии с профессиональными интересами.

Задачами учебной дисциплины являются:

– получение обучающимися представления о физических явлениях, определяющих свойства и особенности диэлектрических, проводниковых, полупроводниковых и магнитных материалов;
- получение обучающимися знаний о количественных параметрах, используемых при выборе материалов электроустановок; видах диэлектрических, проводниковых, полупроводниковых и магнитных материалов, применяемых в конструкциях электрических аппаратов и машин, об особенностях и областях применения этих материалов в электроэнергетике.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Безопасность жизнедеятельности;
– Физика;
– Химия;
– Математика.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Эксплуатация электрооборудования;
– Силовая электроника;
– Электрические измерения;
– Основы электроники;

– Электрические машины;
– Электрические и электронные аппараты;
– Моделирование электротехнических устройств и систем.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-5: Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности	– знать: - физические процессы в различных конструкционных материалах. – уметь: - определять структурные составляющие сталей и чугунов, используя диаграмму «Железо-углерод»; - выбирать конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности .
		ОПК-5.2 Выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности	– знать: : - физические процессы в различных электротехнических материалах, в том числе понятия об электропроводности материалов, электрического пробоя; - принципы выполнения и испытания изоляции

			высокого напряжения; - проводниковые, полупроводниковые, диэлектрические, магнитные материалы и их свойства . – уметь: - применять математические методы, физические законы в исследовании электротехнических материалов в соответствии с требуемыми характеристиками; - анализировать и выбирать электротехнические материалы для различных устройств электрооборудования в соответствии с требуемыми характеристиками .
		ОПК-5.3 Выполняет расчеты на прочность простых конструкций	– знать: основные понятия, термины и определения общих законов механики;. – уметь: выбирать основные расчетные формулы, выполнять расчеты на прочность простых конструкций;.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся.

Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***1 сессия / 2 курс***	***2 сессия / 2 курс***
Форма промежуточной аттестации				*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*36*	*108*
	зачетных единиц	***4***	*1*	*3*
Лекции, *академ. час.*		***2***	*2*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***6***	*0*	*6*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***127***	*34*	*93*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*0*	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение в материаловедение;

Тема 1.1 Содержание курса. Классификация конструкционных и электротехнических материалов (Предмет и содержание курса. Классификация конструкционных и электротехнических материалов, их назначение);

Тема 1.2 Кристаллическое строение электротехнических материалов. Дефекты кристаллической структуры. Конструкционные материалы. (Атомно-кристаллическое строение и виды связей в материалах. Влияние дефектов кристаллической структуры на свойства материалов. Железо и его сплавы. Диаграмма состояний железо-углерод. Техническое железо, стали и чугуны. Легирующие элементы в сталях. Классификация и маркировка углеродистых и легированных сталей. Стали и сплавы с особыми свойствами: коррозионностойкие (нержавеющие), жаропрочные и жаростойкие стали. Сплавы цветных металлов. Композиционные материалы. Механические свойства конструкционных материалов.);

Раздел 2 Диэлектрические материалы;

Тема 2.1 Свойства диэлектриков. (Поляризация диэлектриков, виды поляризации. Диэлектрическая проницаемость газообразных, жидких и твердых диэлектриков.);

Тема 2.2 Электропроводность диэлектриков. (Понятие об электропроводности диэлектриков. Виды электропроводности. Удельная объемная и поверхностная проводимость. Зависимость проводимости от различных факторов. Диэлектрические потери. Пробивные напряжения и электрическая прочность. Пробой газообразных, жидких и твердых диэлектриков.);

Тема 2.3 Электроизоляционные материалы и их применение (Газообразные диэлектрики, виды диэлектриков и их свойства.
Нефтяные электроизоляционные масла. Свойства, применение.
Высокомолекулярные материалы и их применение в электротехнической промышленности. Смолы: свойства, применение.
Керамические материалы. Технология керамики. Классификация электротехнической керамики. Фарфор.
Слюда и ее виды. Электроизоляционные материалы на основе слюды. Виды миканитов. Микалекс. Оксидная изоляция.);

Раздел 3 Проводниковые материалы;

Тема 3.1 Классификация и основные свойства проводниковых материалов. (Материалы высокой удельной проводимости. Биметаллы. Материалы с большим удельным сопротивлением: манганин, константан, нихром, хромаль.);

Тема 3.2 Проводниковые материалы и их применение (Проводниковые материалы: легкоплавкие и тугоплавкие. Свойства и области применения. Обмоточные провода и кабели. Медь, алюминий: получение, свойства, область применения. Неметаллические проводниковые материалы: получение, свойства, применение);

Раздел 4 Полупроводниковые материалы;

Тема 4.1 Свойства полупроводниковых материалов. (Общие сведения о полупроводниках. Элементы зонной теории твердого тела: энергетические уровни и зоны.
Электропроводность полупроводников. Собственная и примесная электропроводности. Процессы переноса зарядов в полупроводниках.
Электрические переходы, вентильные свойства. Контактные явления в полупроводниках);

Тема 4.2 Полупроводниковые материалы и их применение (Основные материалы для полупроводниковых изделий: кремний, германий, свойства, применение. Полупроводниковые неорганические соединения: оксиды, карбиды, сульфиды, селениды.);

Раздел 5 Магнитные материалы;

Тема 5.1 Свойства магнитных материалов. (Общие сведения о магнитных материалах и область их применения. Свойства магнитных материалов: магнитная индукция, напряженность магнитного поля, кривая намагничивания, мощность магнитных потерь, магнитная

проницаемость. Пути снижения мощности потерь в магнитных материалах.);

Тема 5.2 Магнитные материалы и их применение (Различные магнитные материалы с узкой петлей гистерезиса: электротехническая сталь, пермаллой, ферриты. Получение, свойства, применение. Обозначение электротехнической стали.
Магнитные материалы с широкой петлей гистерезиса. Материалы для постоянных магнитов. Деформируемые магнитные сплавы.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Введение в материаловедение		
Тема 1.1.	Содержание курса. Классификация конструкционных и электротехнических материалов	1	
Тема 1.2.	Кристаллическое строение электротехнических материалов. Дефекты кристаллической структуры. Конструкционные материалы.	1	
Итого:		**2**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2; Тема 2.1; Тема 2.2.	Изучение свойств и расчет электротехнических параметров электроизоляционных материалов.	2	
Раздел 3; Тема 3.1; Тема 3.2.	Изучение свойств и расчет электротехнических параметров проводниковых материалов.	2	
Раздел 5; Тема 5.1; Тема 5.2.	Изучение свойств и расчет параметров магнитных материалов для электротехнических устройств.	2	

Итого:	**6**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования; 3. Решение задач.	15	
Раздел 2.	1. Изучение теоретического материала; 2. Контрольная работа; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования; 5. Решение задач.	32	
Раздел 3.	1. Изучение теоретического материала; 2. Контрольная работа; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования; 5. Решение задач.	32	
Раздел 4.	1. Изучение теоретического материала;	15	

	2. Прохождение тестирования.		
Раздел 5.	1. Изучение теоретического материала; 2. Контрольная работа; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования; 5. Решение задач.	33	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	9	
Итого:		**136**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-5	1. Задачи; 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-5	1. Задачи; 2. Контрольная работа; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-5	1. Задачи; 2. Контрольная работа; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 4.	ОПК-5	1. Тестовые задания
Раздел 5.	ОПК-5	1. Задачи; 2. Контрольная работа; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Экзамен.	ОПК-5	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Максимальное количество – 10 баллов.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	**Проходной балл**	**Оценка**
10	не менее 6	зачтено
5	- / -	не зачтено

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

- 8 – 10 баллов – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;
- 6 – 7 баллов – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;
- менее 6 баллов – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной

инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – задачи; контрольная работа; наблюдение за работой на практическом занятии; оценка участия в работе на лекционном занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки контрольной работы

Наименование параметра оценки	Оценка
Задания выполнены в полном объёме; расчеты проведены правильно; допущены незначительные ошибки в расчетах.	зачтено
Не выполнены требования к написанию и оформлению заданий контрольной работы; задание выполнено в неполном объеме; расчеты выполнены не верно.	не зачтено

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используются вопросы из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный процент	Проходной процент	Оценка
100	не менее 80	зачтено
80	- / -	не зачтено

12.2.3 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе:	0,5

- материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию решений задач

Решение задач – это форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется под руководством и контролем со стороны преподавателя с целью формирования знаний и умений.

Критерии оценки решения задач:

– правильность решения задач (учитывается количество и характер ошибок);
– сознательность решения задач (учитывается понимание материала);
– логика изложения материала решения (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
– использование при выполнении учебных заданий требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие).
– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.
Критерии оценки решения задачи:

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся решил задачу в полном объёме; расчеты проведены правильно; обнаруживает понимание материала; применить знания на практике; излагает материал последовательно и правильно.	отлично
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает решение неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать решение и допускает ошибки.	удовлетвори тельно
Обучающийся допускает ошибки в решении или ответе в целом, искажающие смысл задания, не может обосновать решение. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.	неудовлетво рительно

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических вопросов по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических вопросов и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практических вопрсов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Привалов, Е. Е. Электротехнические материалы систем электроснабжения : учебное пособие / Е. Е. Привалов. – Москва : Директ-Медиа, 2016. – 266 с. – ISBN 978-5-4475-7619-6. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436753 (дата обращения: 27.03.2025);

2 Привалов, Е. Е. Электротехническое материаловедение : учебное по-собие / Е. Е. Привалов. – Москва : Директ-Медиа, 2015. – 234 с. – ISBN 978-5-4475-3795-1. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276299 (дата обращения: 27.03.2025);

3 Дудкин, А. Н. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / А. Н. Дудкин, В. Ким. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 200 с. – ISBN 978-5-8114-2275-3. – URL: https://e.lanbook.com/book/96677 (дата обращения: 27.03.2025);

4 Электроизоляционные материалы и системы изоляции для электрических машин. В 2 кн. Книга 2 / В. Г. Огоньков, С. В. Серебрянников, В. Г. Сяков, С. А. Ященко ; под ред.: В. Г. Огонькова, С. В. Серебрянникова. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2012. – 191 с. – ISBN 978-5-383-00751-8. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007518.html (дата обращения: 27.03.2025);

5 Демин, Ю. В. Обеспечение долговечности электросетевых материалов и конструкций в агрессивных средах. Книга 1. Теоретические основы / Ю. В. Демин, Р. Ю. Демина, В. П. Горелов ; под ред. В. П. Горелова. – 2-е изд., стер. – Москва : Директ-Медиа, 2016. – 210 с. – ISBN 978-5-4475-6582-4. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435015 (дата обращения: 27.03.2025);

6 Демин, Ю. В. Обеспечение долговечности электросетевых материалов и конструкций в агрессивных средах. Книга 2. Практические рекомендации основы / Ю. В. Демин, Р. Ю. Демина, В. П. Горелов ; под ред. В. П. Горелова. – 2-е изд., стер. – Москва : Директ-Медиа, 2016. – 191 с. – ISBN 978-5-4475-6382-0. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430451 (дата обращения: 27.03.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. –

URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

7 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:
- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную наглядными пособиями по видам электротехнических материалов, типах кабельной продукции;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Составитель(и):

доцент Симаков Вадим Петрович (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании ученого совета Института.

Согласовано:

Руководитель проектов
отдела по внедрению АСУ ТП
РИЦ АСУТП «Сибирь
ООО «ЕвразТехника»
должность, степень, звание
представителя работодателя



Д. Г. Чудинов
инициалы, фамилия

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1 Какой из проводов одинакового диаметра и длины сильнее нагревается - медный или стальной- при одном и том же токе?

а) медный; б) стальной; в) оба провода нагреваются одинаково

2 Длину и диаметр проводника увеличили в 2 раза. Как изменится сопротивление проводника?

а) не изменится; б) уменьшится в 2 раза; в) увеличится в 2 раза

3 Укажите формулу для определения закона Кирхгофа для узла.

а) $I=U/R$; б) $\Sigma IR=\Sigma E$; в) $\Sigma I=0$;

4 Единицей измерения величины тока является:

а) вебер; б) вольт; в) ампер;

5 Через каждый из четырех одинаковых резисторов, соединенных последовательно проходит ток в 1 А. Определите общий ток в цепи

а) 2,00 А; б) 4,00 А; в) 1,00 А;

6 Какой из проводов одинаковой длины из одного и того же материала, но разного диаметра, сильнее нагревается при одном и том же токе?

а) оба провода нагреются одинаково

б) сильнее нагреется провод с большим диаметром
в) сильнее нагреется провод с меньшим диаметром

7 Материалы, которые намагничиваются называются…

а) ферромагнетики; б) парамагнетики; в) диамагнетики

8 Если токи в проводниках проходят в одном направлении, то проводники ...

а) притягиваются; б) отталкиваются; в) не взаимодействуют

9 Электрические машины, преобразующие механическую энергию в электрическую называют…

а) генераторы; б) двигатели; в) преобразователи

10 К обмотке катушки, имеющей 100 витков, приложено напряжение 200 В. Какова намагничивающая сила катушки, если ее сопротивление 20 Ом.

а) 1000 А; б) 1500 А; в) 2000 А

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

2.1 Раздел 1 Введение в материаловедение

1 Даны несколько слов или словосочетаний. Четыре из них объединены одним общим признаком. Пятое слово к ним не подходит. Его надо найти и отметить. Лишним может быть только одно слово.

а) твердость
б) хрупкость
в) упругость
г) прочность
д) теплоемкость

2 Установите соответствие величин удельного сопротивления ρ электроматериалам: проводники, полупроводники, диэлектрики.
а) более 10^{7} Ом·м;
б) менее 10^{-5} Ом·м;
в) 10^{-6} - 10^{9}Ом·м;

3 Наименьшая частица вещества, обладающая его свойствами:

1 атом, 2 электрон, 3 ион.

4 Узлы металлической решетки состоят из:

1 положительных ионов,
2 электронов,
3 отрицательных ионов.

5 Анизотропия – это:

1 изменение свойств кристаллов в зависимости от направления,
2 постоянные свойства кристаллов в зависимости от направления,
3 независимость свойств кристаллов в зависимости от направления.

6 Изотропия это:

1 изменение свойств кристаллов в зависимости от направления,
2 изменение свойств кристаллов независимо от направления,
3 независимость свойств кристаллов в зависимости от направления.

7 Удельная электрическая проводимость это величина обратная…

1 удельному электрическому сопротивлению,
2 относительному удлинению проводника,
3 обратная теплопроводности.

8 Пластичность – это свойство материала…

1 деформироваться без разрушения, сохраняя форму под действием внешних сил,
2 деформироваться и разрушаться под действием внешних сил,
3 деформироваться без разрушения, сохранять новую форму после действия внешних сил.

9 Материалам для электронагревательных элементов предъявляют требования:

1 длительная работа при высоких температурах,
2 большой температурный коэффициент удельного сопротивления,
3 холодостойкость.

10 Узлы ковалентной решетки состоят из…

1 нейтральных атомов,
2 положительных ионов,
3 отрицательных ионов.

11 Вещества с беспорядочным расположением атомов или молекул в пространстве называются…

1 кристаллами,
2 аморфными,

3 металлами.

12 Основные кристаллические системы твердых тел являются:

1 Триклинная, моноклинная, ромбическая, тетрагексагональная.
2 Клинная, моноклинная, ромбическая, гексагональная.
3 Триклинная, моноклинная, ромбическая, гексагональная.

13 Для кристаллического состояния вещества характерны:

а) анизотропия свойств;
б) коррозионная устойчивость;
в) высокая пластичность;

г) высокая электропроводность

14 Твердое тело, представляющее собой совокупность неориентированных относительно друг друга зерен-кристаллитов, представляет собой:

а) поликристалл;
б) композицию;
в) монокристалл;
г) текстуру

15 Вещество, состоящее из атомов одного химического элемента, называется:

а) химически простым;
б) химически чистым;
в) химическим соединением

16 Укажите виды точечных статических дефектов кристаллической структуры:

а) вакансии;
б) дислокации;
в) междоузлия;
г) фононы

17 Выберите механические свойства материала:
а) прочность и пластичность;
б) кислотность и жаростойкость;
в) теплоемкость и плавление

18 Способность металла изменять свою форму под действием внешних сил не разрушаясь и сохранять измененную форму после прекращения действия внешних сил называется:

а) пластичностью;
б) упругостью;
в) пределом прочности

19 Сплавы железа с углеродом при содержании углерода менее 2% называют:

а) сталями;
б) чугунами;
в) латунями

20 В каком из перечней указаны цветные металлы:

а) железо, сталь, чугун;
б) алюминий, латунь, бронза

21 Свойства материалов, характеризующие их поведение при обработке, называются:

а) технологическими;
б) потребительскими;
в) эксплуатационными;
г) механическими

22 Температура, при которой происходит фазовое превращение твердого вещества в жидкое, называется

а) температурой плавления;
б) фазовой температурой;
в) температурой превращения.

Задачи

1 Определить предел прочности Ст2кп на растяжение, если известно d_0=10 мм при $\sigma_B=P_{max}/F_0$, где P_{max} = 310000 Н – максимальная нагрузка, выдерживаемая образцом, а F_0-площадь поперечного сечения образца.

2 Определить предел текучести Ст5Гпс, если известно d_0=10 мм, P_T = 28000 Н при $\sigma_T=P_T/F_0$, где P_T -нагрузка, при которой происходит пластическая деформация.

3 Определить предел упругости, если известно P_y=12000 Н, d_0=10 мм при $\sigma_y = P_y/F_0$, где P_y -нагрузка, при которой удлинение составляет 0,05%.

4 Определить показатели пластичности, если известно l_p=62 мм (конечная длина образца), l_0 =52 мм (начальная длина образца).

5 Определить относительное сужение, если известно d_p=7 мм, d_0 =11 мм.

6 Представить диаграмму состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов и объясните физические процессы, происходящие при этом.
7 Выберите диаграмму состояния сплавов (Рисунок 1), компоненты которых образуют химическое соединение и объясните физические процессы, происходящие при этом.

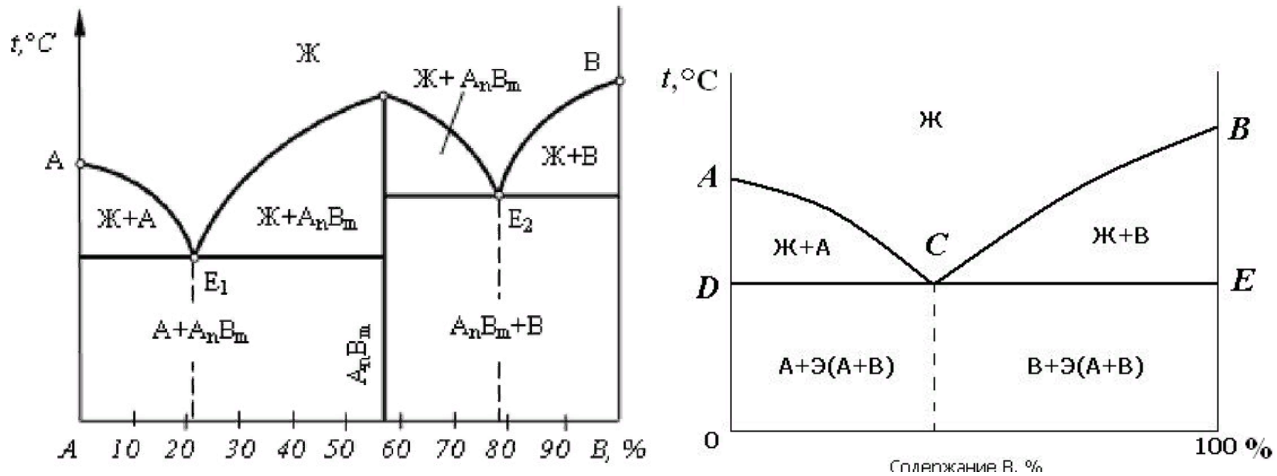


Рисунок 1

8 На основании диаграммы состояния «Железо-углерод» охарактеризуйте фазы и структурные составляющие сталей.

Задача 9 На основании диаграммы состояния «Железо-углерод» укажите диапазоны содержания углерода для сталей и чугунов сталей.

2.2 Раздел 2. Диэлектрические материалы

1 Даны несколько слов или словосочетаний. Четыре из них объединены одним общим признаком. Пятое слово к ним не подходит. Его надо найти и отметить. Лишним может быть только одно слово.

а) электронная
б) дипольная
в) объемно-зарядная
г) спонтанная
д) ионная

2 Установите соответствие между группами материалов и типами диэлектриков: активные, пассивные.
а) каучуки, композиционные, пропиточные компаунды и лаки, волокнистые непропитанные, лакоткани и слоистые пластики, стёкла, керамика.
б) сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пироэлектрики, электреты;
в) карбид кремния, арсенид галлия, фосфид индия, оксид магния.

3 Процесс, состоящий в ограниченном смещении или ориентации связанных зарядов в диэлектрике при воздействии на него электрического поля, называется:

а) деформацией;
б) кристаллизацией;
в) поляризацией;
г) пробоем

4 Основное различие между термопластичными и термореактивными полимерами состоит в:

а) характере поведения в цикле нагрев-охлаждение;
б) значении удельного сопротивления;
в) технологической себестоимости

5 Диэлектрическими параметрами материалов являются:

а) e_0 ;
б) tg δ ;
в) m_0 ;
г) ε

6 Если температура окружающей среды превышает сегнетоэлектрическую точки Кюри данного диэлектрика, то в нем происходят следующие процессы:

а) исчезает пьезоэффект;
б) перестают существовать электрические домены;
в) резко падает теплопроводность;
г) материал разрушается

7 Стеклотекстолит это:

а) полимерный материал;
б) композиционный материал;

в) керамический материал;
г) пропиточный материал

8 Керамические материалы получают:

а) путем вытягивания из расплава;
б) путем свободного охлаждения расплава;
в) путем ускоренного охлаждения расплава;
г) путем формования и термообработки

9 Электропроводность твердых диэлектриков при постоянном напряжении определяется:

а) током сквозной проводимости;
б) током адсорбции;
в) током смещения;
г) электропроводность диэлектриков всегда равна нулю

10 Максимальное значение диэлектрической проницаемости характерно:
а) для газообразных диэлектриков;
б) для жидких диэлектриков;
в) для твердых диэлектриков;
г) не зависит от агрегатного состояния

11 Какие из факторов приводят к увеличению электропроводности диэлектриков:

а) наличие загрязнений;
б) понижение температуры;
в) повышение влажности;
г) длительная эксплуатация

12 Какое из утверждений является верным:

а) диэлектрические потери проявляются только при постоянном напряжении;
б) диэлектрические потери проявляются только при переменном напряжении;
в) диэлектрические потери проявляются и при постоянном, и при переменном напряжении

13 Диэлектрические объекты, изготовленные из одного материала, но различные по толщине, обладают различной диэлектрической прочностью:

а) верно;

б) неверно;
в) верно только для отдельных материалов

14 Пьезоэлектриками называются диэлектрические материалы, обладающие способностью:

а) поляризоваться под действием механических нагружений;
б) изменять спонтанную поляризацию при изменении температуры окружающей среды;
в) создавать в окружающем пространстве постоянное электрическое поле

15 Какие из параметров диэлектрических материалов, использующихся для получения изоляции, должны быть максимальны:

а) удельное сопротивление;
б) диэлектрическая проницаемость;
в) термостабильность;
г) температурный коэффициент линейного расширения

16 Какая из групп активных диэлектриков обладают способностью создавать в окружающем пространстве постоянное электрическое поле:

а) сегнетоэлектрики;
б) пьезоэлектрики;
в) пироэлектрики;
г) электреты

17 Пироэлектриками называются диэлектрические материалы, обладающие способностью:

а) поляризоваться под действием механических нагружений;
б) изменять спонтанную поляризацию при изменении температуры окружающей среды;
в) создавать в окружающем пространстве постоянное электрическое поле

Задачи

1 На две противоположные грани куба из изоляционного материала с параметрами $\rho_V=10^{13}$ Ом·м и ребром *h=5 мм,* нанесены прослойки металла, которые служат электродами, с помощью которых куб включается в электрическую цепь. Вычислить размер тока через куб при постоянном напряжении *U=7 кВ*. Поверхностным током утечки пренебречь.

2 Плоский конденсатор с параметром диэлектрика *tgδ=0.0008* и электроемкостью $3{,}1\cdot10^{-10}$ Ф находится под напряжением *U*=9 кВ. Вычислить мощность потерь конденсатора при частоте 50 Гц. Поверхностным током утечки пренебречь.

3 На две противоположные грани куба из изоляционного материала с параметрами $\rho_V=10^{13}$ Ом·м и ребром *h=5 мм,* нанесены прослойки металла, которые служат электродами, с помощью которых куб включается в электрическую цепь. Вычислить объемное сопротивление R_V изоляционного материала.

4 На две противоположные грани куба из изоляционного материала с параметрами $\rho_S=10^7$ Ом и ребром *h=5 мм,* нанесены прослойки металла, которые служат электродами, с помощью которых куб включается в электрическую цепь. Вычислить поверхностное сопротивление R_S изоляционного материала.

5 В плоский конденсатор, заполненный трансформаторным маслом с площадью пластин 1 м^2 и расстоянием между электродами 1 см попал 1 л воздуха. На сколько изменится ёмкость этой системы, если электроды расположены горизонтально?

6 При намотке поликарбонатной пленки на жилу кабеля на поверхности жилы образовалось микроскопическое воздушное включение. Определить напряжённость поля в воздушном включении, которое находится в изоляции одножильного кабеля с номинальным напряжением 10 кВ. Напряжение на жиле составляет 6 кВ. Жила диаметром 10 мм изолирована поликарбонатной пленкой "макрофоль" типа SN и имеет толщину изоляции 3 мм.

Примеры заданий по контрольной работе

Задание 1 На две противоположные грани куба из изоляционного материала с ребром *h* и свойствами (таблица 5),нанесены прослойки металла, которые служат электродами, с помощью которых куб включается в электрическую цепь. Вычислить размер постоянного тока через куб при постоянном напряжении *U*.

Таблица 5 – Исходные данные к заданию 2.1

Вариант	Материал диэлектрика	*h, мм*	*U, КВ*	Удельное объемное сопротивление ρ_V, *Ом×м*	Удельное поверхностное сопротивление ρ_S, *Ом*
1	Электрофарфор	10	10	10^{13}	10^{10}
2	Слюда	5	6	10^{12}	10^{10}

3	Миканит	0,35	4	10^{13}	10^{9}

Задание 2 Плоский конденсатор с заданным диэлектриком имеет размеры обкладок *a*×*b* и толщину *h*. Параметры диэлектрика ρ_V, *tgδ, ε* и *U п*риведены в таблице 6. Вычислить и сравнить силу тока утечки и мощность потерь конденсатора при частотах 50 и 1000 Гц. Поверхностным током утечки пренебречь.

Таблица 6 – Исходные данные к заданию 2

Вариант	Материал диэлектрика	Удельное объемное сопротивление ρ_v, *Ом·м*	*tg δ*	*ε*	Размер обкладок *a*×*b*, *мм*	Толщина диэлектрика *h*, *мм*	*U*, *кВ*
1	Полиэтилен	10^{14}	0,0003	2,3	30×40	0,25	10
2	Пластмасса	10^{10}	0,05	7,5	40×40	0,7	6
3	Бумага	10^{13}	0,0037	2,5	30×40	0,5	6

2.3 Раздел 3. Проводниковые материалы

1 Даны несколько слов или словосочетаний. Четыре из них объединены одним общим признаком. Пятое слово к ним не подходит. Его надо найти и отметить. Лишним может быть только одно слово.

а) графит; б) уголь; в) асбест; г) сажа; д) кокс

2 Установите соответствие между группами материалов и типами кристаллической решетки: ГЦК, ОЦК, ГПУ.

а) V, W, Ti, α-Fe; Cr, Mo;
б) Ag, Au, γ-Fe, Ni, Pb, Cu;
в) C, Zn, Mg, Cd, Be, Os/

3 К основным параметрам проводниковых материалов относятся:

а) контактная разность потенциалов, предел прочности, твердость;
б) сила тока, напряжение, сопротивление, термо-ЭДС;
в) пластичность, магнитная проницаемость, свариваемость;
г) удельная электропроводность, температурный коэффициент удельного сопротивления, предел прочности при растяжении

4 Удельное сопротивление проводниковых материалов определяется следующими факторами:

а) геометрические размеры образца;
б) внутренние кристаллические напряжения;
в) освещенность;
г) химический состав

5 Какая из групп проводниковых материалов является композиционной:

а) припои;
б) проводящие модификации углерода;
в) керметы;
г) материалы высокой проводимости

6 Для чего используются сплавы тугоплавких и благородных металлов:

а) для изготовления шин питания;
б) для изготовления электровакуумных приборов;
в) для изготовления магнитопроводов;
г) для изготовления обмоточных проводов

7 Удельное поверхностное сопротивление пленочного проводника представляет собой:

а) удельное объемное сопротивление, умноженное на толщину пленки;
б) удельное объемное сопротивление, деленное на толщину пленки;
в) равно удельному объемному сопротивлению;
г) не зависит от удельного объемного сопротивления

8 Какие материалы относятся к группе материалов высокой проводимости:

а) тантал и рений;
б) медь и алюминий;
в) графит и пиролитический углерод;
г) цинк и хром

9 Какие вещества относят к проводникам второго рода:

а) металлические расплавы;
б) электролиты;
в) твердые металлы;
г) естественножидкие металлы

10 Какое из утверждений является верным:

а) в качестве проводниковых материалов могут использоваться только чистые металлы;
б) в качестве проводниковых материалов могут использоваться только металлические сплавы;
в) в качестве проводниковых материалов могут использоваться композиционные материалы

11 Какое из утверждений является верным:

а) при введении примесей удельное сопротивление сплава падает;
б) при введении примесей удельное сопротивление сплава возрастает;
в) удельное сопротивление сплава не зависит от его состава

12 Контактное сопротивление тем ниже:

а) чем больше разность между энергией Ферми сопрягаемых проводников;
б) чем меньше разность между энергией Ферми сопрягаемых проводников;
в) контактное сопротивление не зависит от энергии Ферми сопрягаемых проводников

13 Термоэлектродвижущая сила чистых металлов существенно меньше, чем термоэлектродвижущая сила сплавов:

а) верно;
б) неверно;
в) верно в отдельных случаях

14 Какое из утверждений является верным:

а) в естественных условиях любой газ является проводником электрического тока;
б) газ никогда не может стать проводником электрического тока;
в) при превышении предела ионизации газ становится равновесной проводящей средой

15 Какое значение удельного объемного сопротивления характерно для проводниковых материалов ЭС:

а) $\rho<10^{-5}$ Ом·м;
б) $\rho<10^{-10}$ Ом·м;
в) $\rho>10^{-5}$ Ом·м;
г) $\rho=0$

16 Возрастание внутренних кристаллических напряжений в проводниковом материале:

а) приводит к уменьшению удельного объемного сопротивления;
б) приводит к увеличению удельного объемного сопротивления;
в) не влияет на удельное объемное сопротивление

17 Какие из утверждений являются верными:

а) различие удельного сопротивления пленочного и крупногабаритного образцов, изготовленных из одного проводникового материала, связаны с различиями способов их получения;
б) различие удельного сопротивления пленочного и крупногабаритного образцов, изготовленных из одного проводникового материала, обусловлено размерным эффектом;
в) пленочный и крупногабаритный образцы, изготовленные из одного проводникового материала, обладают равным удельным сопротивлением.

18 Основу сплавов высокого сопротивления составляют следующие металлы:

а) медь и алюминий;
б) хром и никель;
в) олово и свинец;
г) золото и платина

19 Резистивные материалы на основе кремния (силициды) используют для изготовления:

а) пленочных сопротивлений;
б) проволочных сопротивлений;
в) нагревательных элементов;
г) термопар

20 Сплавы высокого сопротивления используются для изготовления:

а) технических сопротивлений;
б) прецизионных сопротивлений;
в) пленочных проводников;
г) пленочных сопротивлений
21 Температурный коэффициент удельного сопротивления резистивного материала, использующегося для изготовления прецизионного сопротивления:

а) должен быть минимальным;

б) должен быть максимальным;
в) не учитывается при выборе материала

22 Какое из утверждений является верным:
а) в качестве резистивных материалов могут использоваться только сплавы;
б) в качестве резистивных материалов не могут использоваться химически простые (элементарные) материалы;
в) наиболее технологичными резистивными материалами являются керметы.

Задачи

1 Найти сопротивление нагревательного элемента мощностью *P=950 Вт,* включенным в сеть напряжением *U=220 В*.

2 Рассчитать удельное сопротивление нагревательного элемента ρ_t при рабочей температуре t_2=950 °С, при этом температурный коэффициент удельного сопротивления материала нагревательного элемента $\alpha_\rho=100\cdot10^{-6}$ $К^{-1}$ и удельное сопротивление ρ_{20} =1.2 МкОм·м.

3 Найти длину провода *l* диаметром *D=0,75 мм* и сопротивлением *R* =51 Ом, при значении удельного сопротивления ρ_{20} =1.3 МкОм·м.

4 Определите удельное сопротивление проводника, если R = 2 Ом, *l* = 0,8 км, S = 16 мм2.

5 Сколько метров нихромовой проволоки диаметром 0,5 мм надо взять для изготовления электрической плитки мощностью 1 кВт, работающей от сети с напряжением 220 В, если температура нити должна быть 900*С?

Примеры заданий по контрольной работе

Задание 1 Найти длину провода *l* диаметром *D* для изготовления нагревательного элемента мощностью *P* и напряжением *U (таблица 1)*. Рабочая температура нагревательного элемента равна t_2. Найти изменение сопротивления нагревательного элемента относительно комнатной температуры (t_1=20 ^{0}С).

Таблица 1 – Исходные данные к заданию 1

Вариант	Материал провода	*P, Вт*	*U, В*	t_2, ^0C	$D\times10^{-3}$, *м*
1	Фехраль Х13Ю4	2000	220	900	0,8
2	Константан МНМц-40-1,3	500	220	450	1,5

Задание 2 Рассчитать температурный коэффициент удельного сопротивления проводникового материала α_ρ и определить какому металлу он соответствует. При температуре $t_1 = 20^0C$ значение удельного электрического сопротивления обозначается как ρ_1. Удельное электрическое сопротивление проводникового материала при температуре t_2 равно ρ_2 *(таблица 2).*

Таблица 2 – Исходные данные к заданию 2

Вариант	t_2, ^0C	$\rho_2 \times 10^{-6}$, Ом·м	Параметры проводникового материала		
			R_1, Ом	$D \times 10^{-3}$, м	L_1, м
1	100	0,036	2,60	25	50000
2	300	0,135	2,45	16	9000
3	200	0,210	3,80	9	2500

Задание 3 Сравнить поперечное сечение, диаметр и массу алюминиевого провода с исходными данными (таблица 3) длиной L и поперечным сечением S_1 с биметаллическим проводом алюминий-медь, который имеет ту же длину и проводимость, что и алюминиевый. Биметалл рассматривать как параллельное соединение двух проводников.

Таблица 3 – Исходные данные к заданию 3

Вариант	Длина L, м	Поперечное сечение $S_1 \times 10^{-6}$, $м^2$	Площадь меди N, %
1	500	16	60
2	700	25	70

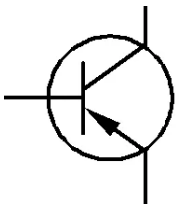
Задание 4 Найти размеры биметаллического провода (сталь внутри, медь снаружи) поперечным сечением S_2, диаметром D_2, предназначенного для замены медного провода поперечным сечением S_1, который обладает той же проводимостью. Принять, что поперечное сечение меди составляет N процентов от общего сечения стале-медного провода (таблица 4).

Таблица 4 – Исходные данные к заданию 4

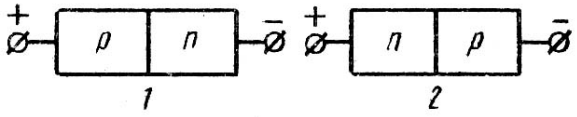
Вариант	Поперечное сечение $S_1 \times 10^{-6}$, $м^2$	Содержание меди N, %
1	4	10
2	6	15
3	10	20

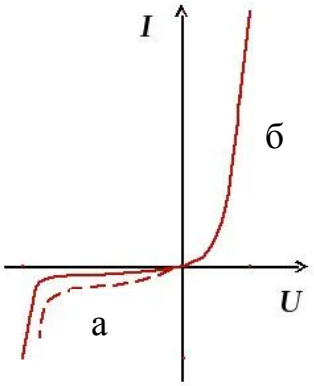
2.4 Раздел 4 Полупроводниковые материалы

1 Укажите на схеме полупроводникового прибора его выводы: катод (К), анод (А), база (Б).



2 Установите соответствие между схемами включения 1 и 2 полупроводникового устройства и участками (а) и (б) его вольт-амперной характеристики.





1. Основной особенностью полупроводников является способность изменять свои свойства под влиянием внешних воздействий:

А. Температуры или освещения.
Б. Температуры или давления.
В. Температуры и давления.
Г. Температуры и освещения.

2. Свойства полупроводников сильно зависят от:

А. Содержания примесей.
Б. Содержания примесей ионов.
В. Содержания примесей молекул.
Г. Содержания крупных примесей.

3. Полупроводники в зависимости от степени чистоты делят на:

А. Непримесные и примесные.
Б. Собственные и примесные.
В. Собственные и несобственные.
Г. Собственные и непримесные.

4. Примесным полупроводником называют:

А. Полупроводник, электрофизические свойства которого в основном определяются ионами.

Б. Полупроводник, электрофизические свойства которого в основном определяются примесями.
В. Полупроводник, электрофизические свойства которого в основном определяются молекулами.
Г. Полупроводник, электрофизические свойства которого в основном определяются молекулами и ионами.

5. Собственным полупроводником называют:

А. Полупроводник, в котором нельзя пренебречь влиянием примесей при данной температуре.
Б. Полупроводник, в котором можно пренебречь влиянием примесей при любой температуре.
В. Полупроводник, в котором можно пренебречь влиянием примесей при данной температуре.
Г. Полупроводник, в котором можно пренебречь влиянием молекул при данной температуре.

6.В примесном полупроводнике роль примесей играют:

А. Вакансии и междоузельные частицы..
Б. Вакансии и междоузельные ионы.
В. Вакансии и междоузельные молекулы.
Г. Вакансии и междоузельные атомы.

7.Фоторезистивным эффектом называют:

А. Изменение электрической проводимости вещества под воздействием электромагнитного поля.
Б. Изменение электрической проводимости вещества под воздействием электромагнитного излучения.
В. Изменение электрической проводимости вещества под воздействием рентгеновского излучения.
Г. Изменение электрической проводимости вещества под воздействием электрического поля.

8. Люминесценцией называют:

А. Электромагнитное нетепловое излучение, обладающее длительностью, незначительно превышающей период световых колебаний.
Б. Электромагнитное тепловое излучение, обладающее длительностью, значительно превышающей период световых колебаний.

В. Электромагнитное нетепловое излучение, обладающее длительностью, значительно превышающей период световых колебаний.
Г. Электромагнитное тепловое излучение, обладающее длительностью, незначительно превышающей период световых колебаний.

9.Ведущее место среди материалов занимают полупроводники:

А. Кремний, селен, карбид кремния.
Б. Селен, германий, карбид кремния.
В. Кремний, германий, селен.
Г. Кремний, германий, карбид кремния.

10.Существенным недостатком германия является:
А. Невысокий верхний предел рабочей температуры + 70°С.
Б. Невысокий нижний предел рабочей температуры + 70°С.
В. Высокий верхний предел рабочей температуры + 70°С.
Г. Высокий нижний предел рабочей температуры + 70°С.

11.Кремниевые выпрямительные плоскостные диоды могут выдерживать обратное напряжение и ток в прямом направлении:

А. Прямые напряжения до 1500В и пропускать ток в прямом направлении до 1500А.
Б. Обратные напряжения до 1500В и пропускать ток в прямом направлении до 1500А.
В. Обратные напряжения до 1500В и пропускать ток в обратном направлении до 1500А.
Г. Обратные напряжения до 1000В и пропускать ток в прямом направлении до 1000А.

12. Кремниевые стабилитроны в зависимости от степени легирования материала имеют:

А. Напряжение стабилизации от 3 до 800В.
Б. Напряжение стабилизации от 3 до 1000В.
В. Напряжение стабилизации от 3 до 400В.
Г. Напряжение стабилизации от 0,3 до 400В.

13. Для создания светодиодов используется способность карбида кремния:

А. Регенерации света..
Б. Люминесценции.
В. Фотопроводимости.
Г. Поглощению света.

14. Светодиоды работают на принципе:

А. Инжекционной электромагнитной люминесценции.
Б. Инжекционной магнитной люминесценции.
В. Инжекционной люминесценции.
Г. Инжекционной электрической люминесценции.

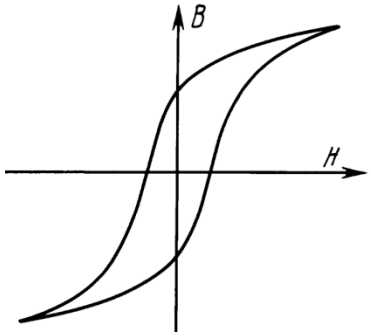
15. Варисторы, высокотемпературные нагреватели изготавливают на основе:

А. Твердого карбида кремния.
Б. Порошкообразного карбида кремния.
В. Порошкообразного кремния.
Г. Твердого кремния

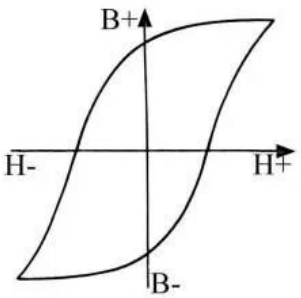
16 Существенным достоинством кремния является:
1) Высокий верхний предел рабочей температуры + 100°С.
2) Высокий верхний предел рабочей температуры + 200°С.
3) Высокий верхний предел рабочей температуры + 150°С.
4) Высокий верхний предел рабочей температуры + 250°С.

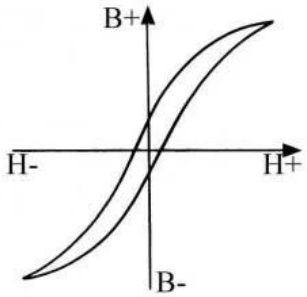
2.5 Раздел 5 Магнитные материалы

1 Укажите на графике характерные точки B_r, H_c, А.



2 Установите соответствие между порядками величин коэрцитивной силы (А/м) и (кА/м) и формами петли гистерезиса.





3 Ферромагнетиками являются следующие металлы:

а) Al, Cu, Cr;
б) Au, Ag, Pt;
в) W, Mo, Re;
г) Fe, Ni, Co

4 Если атомные магнитные моменты вещества ориентированы относительно друг друга параллельно и сонаправленно с направлением внешнего поля, то оно является:

а) парамагнетиком;
б) диамагентиком;
в) ферромагнетиком;
г) ферримагнетиком

5 Магнитомягкие материалы используются для изготовления:

а) магнитопроводов;
б) постоянных магнитов;
в) конструкционных деталей;
г) радиаторов

6 Наилучшими частотными характеристиками из ферромагнитных материалов обладают:

а) электротехнические стали;
б) пермаллои;
в) ферриты;
г) альсиферы

7 По предельной статической петле гистерезиса можно определить следующие параметры магнитного материала:

а) индукцию насыщения;
б) удельное сопротивление;
в) остаточную индукцию;
г) теплопроводность

8 Что происходит при намагничивании ферромагнетика:

а) смещаются границы доменов;
б) векторы намагниченности ориентируются в направлении внешнего поля;
в) изменяется удельное сопротивление

9 Магнитострикция – это процесс изменения магнитного состояния ферромагнетика, сопровождающийся изменением:

а) теплопроводности;
б) электропроводности;
в) линейных размеров;
г) прочности

10 Магнитный гистерезис обусловлен:

а) задержками в смещении доменных границ, вызываемыми искажениями кристаллической решетки;
б) возникновением асимметрии оптических свойств вещества под действием магнитного поля;
в) наличием областей спонтанной намагниченности

11 Какие из утверждений являются верными:

а) полный магнитный момент атома равен векторной сумме магнитных моментов электронной оболочки и ядра;
б) магнитный момент атома создается в основном спиновыми магнитными моментами протонов и нейтронов;
в) магнитный момент электронной оболочки равен векторной сумме спинового и орбитального магнитных моментов электронов

12 Относительная магнитная проницаемость представляет собой:

а) величину, показывающую, во сколько раз магнитная индукция в данной среде больше, чем в вакууме;
б) физическую константу $4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м;
в) отношение абсолютной магнитной проницаемости к магнитной постоянной

13 Магнитная точка Кюри – это значение температуры, при которой:

а) домены разрушаются и спонтанная намагниченность исчезает;
б) магнитная проницаемость имеет максимальное значение;
в) атомные магнитные моменты становятся равными нулю

14 Что называют коэрцитивной силой магнитного материала:

а) обратно направленную напряженность магнитного поля, которая необходима, чтобы уменьшить индукцию до нуля;

б) напряженность внешнего поля соответствующую обратимому смещению доменных границ;
в) напряженность магнитного поля, соответствующую максимальной магнитной энергии

15 Какие из утверждений являются верными:

а) ферриты обладают большим удельным сопротивлением;
б) ферриты обладают большим значением индукции насыщения;
в) ферриты обладают малыми потерями на вихревые токи;
г) ферриты могут использоваться для работы в СВЧ диапазоне

16 Магнитомягкие материалы характеризуются:

а) способностью намагничиваться до насыщения в слабых магнитных полях;
б) малыми магнитными потерями;
в) большим значением коэрцитивной силы

17 Магнитотвердые материалы характеризуются:

а) большим значением удельной магнитной энергии;
б) высокой точкой Кюри;
в) большим значением коэрцитивной силы и остаточной индукции

Задачи

1 На кольцевом замкнутом сердечнике магнитопровода расположена обмотка с равномерным распределением витков по всей длине. Поперечный разрез магнитопровода прямоугольный: внешний диаметр D_1=0,35 м, внутренний D_2=0,25 м, толщина *h=0,08 м.* Вычислить магнитную индукцию для заданного магнитного потока $\Phi=25\cdot10^{-4}$ Вб.

2 На кольцевом замкнутом сердечнике магнитопровода из литой стали расположена обмотка с равномерным распределением витков по всей длине. Вычислить напряженность магнитного поля в катушке, если магнитная индукция B=0,63 Тл.
3 На кольцевом замкнутом сердечнике магнитопровода с длиной средней линии $l_{ср}$=0.94 м расположена обмотка с равномерным распределением витков *w=250*. Вычислить тока силу в катушке, необходимую для создания напряженности магнитного поля в катушке *H*= 490 А/м.

4 На кольцевом замкнутом сердечнике магнитопровода расположена обмотка с равномерным распределением витков. Вычислить

относительную магнитную проницаемость при заданном значении магнитной индукции B=0,63 Тл и напряженности магнитного поля в катушке H= 490 А/м.

5 Определить магнитодвижущую силу, необходимую для получения магнитного потока $5{,}9 \cdot 10^{-4}$ Вб в кольцеобразном сердечнике, сечением S = 5 см^2. Длина средней линии магнитной индукции l = 25 см. Определить H (напряженность магнитного поля в сердечнике) и μ_r (относительная магнитная проницаемость материала сердечника). Материал сердечника — слаболегированная электротехническая листовая сталь Э11.

Примеры заданий по контрольной работе

Задание 1 На кольцевом замкнутом сердечнике магнитопровода расположена обмотка с равномерным распределением витков по всей длине. Поперечный разрез магнитопровода прямоугольный. Внешний диаметр D_1, внутренний D_2, толщина h *(таблица 7)*. Вычислить силу тока в катушке, необходимую для создания заданного магнитного потока, если число витков обмотки w=*250*. Найти относительную магнитную проницаемость при заданном значении магнитного потока.

Таблица 7 – Исходные данные к заданию 1

Вариант	Материал магнитопровода	Магнитный поток $Ф, \times 10^{-4}$ *Вб*	Размеры магнитопровода		
			Внешний диаметр, D_1, *м*	Внутренний диаметр, D_2, *м*	Толщина, *h, м*
1	Дерево	12	0,14	0,10	0,050
2	Чугун	10	0,42	0,30	0,06
3	Сталь литая	30	0,35	0,25	0,08

Задание 2 Вычислить полные $P_{маг}$ и удельные потери $P_{уд.}$ в стали магнитопровода по динамическому циклу перемагничивания при промышленной частоте f, магнитной индукции B, определить марку стали. Объем стали магнитопровода V, площадь цикла перемагничивания $S_{цик.}$, масштабы по осям координат соответственно $m_н$, $m_в$ приведены в таблице 8. Плотность стали принять $\gamma = 7880$ *кг/м^3.*

Таблица 8 – Исходные данные к заданию 2

Вариант	Объем стали $V \cdot 10^{-3}$, *м^3*	Площадь цикла $S_{цик.} \cdot 10^{-4}$, *м^2*	Масштабы		Магнитная индукция B, *Тл*
			$m_н$, *(А/м)/см*	$m_в$, *Тл/см*	
1	1,1	16	95	0,22	1,5
2	1,2	16	82	0,13	1,0
3	1,3	17	86	0,17	1,7

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ по разделам 2,3,5, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям и приложении.

Примеры заданий на практических занятиях

Задание по теме «Изучение механических свойств конструкционных материалов. Расчет на прочность простых конструкций»

Задача 1 Определить предел упругости, если известно P_y=9000 Н, d_0=8 мм при $б_y = P_y/F_0$, где P_y -нагрузка, при которой удлинение составляет 0,05%.

Задача 2 Определить предел текучести Ст3Г, если известно d_0=6 мм, P_T = 32000 Н при $б_T = P_T/F_0$, где P_T -нагрузка, при которой происходит пластическая деформация.

Задача 3 Определить показатели пластичности, если известно l_p=85 мм (конечная длина образца), l_0 =60 мм (начальная длина образца).

Задание по теме «Изучение свойств и расчет электротехнических параметров электроизоляционных материалов»

Задача 1 На две противоположные грани куба из изоляционного материала с ребром *h* и свойствами (таблица),нанесены прослойки металла, которые служат электродами, с помощью которых куб включается в электрическую цепь. Вычислить размер постоянного тока через куб при постоянном напряжении *U*.

Исходные данные к задаче 1:

Материал диэлектрика	*h, мм*	*U, КВ*	Удельное объемное сопротивление ρ_V, *Ом×м*	Удельное поверхностное сопротивление ρ_S, *Ом*
Электрофарфор	10	10	10^{13}	10^{10}

Задача 2 Плоский конденсатор с заданным диэлектриком имеет размеры обкладок *a×b* и толщину *h*. Параметры диэлектрика ρ_V, $tg\delta$, ε и *U п*риведены в таблице. Вычислить и сравнить силу тока утечки и мощность потерь конденсатора при частотах 50 и 1000 Гц. Поверхностным током утечки пренебречь.

Исходные данные к задаче 2:

Материал диэлектрика	Удельное объемное сопротивление ρ_v, Ом·м	tg δ	ε	Размер обкладок a×b, мм	Толщина диэлектрика h, мм	U, кВ
Полиэтилен	10^{14}	0,0003	2,3	30×40	0,25	10

Задание по теме «Изучение свойств и расчет электротехнических параметров проводниковых материалов»

Задача 1 Найти длину провода *l* диаметром *D* для изготовления нагревательного элемента мощностью *P* и напряжением *U (таблица).* Рабочая температура нагревательного элемента равна t_2. Найти изменение сопротивления нагревательного элемента относительно комнатной температуры (t_1=20 ^{0}C).

Исходные данные к задаче 1:

Материал провода	P, Вт	U, В	t_2, ^0C	$D\times10^{-3}$, м
Фехраль Х13Ю4	2000	220	900	0,8

Задача 2 Рассчитать температурный коэффициент удельного сопротивления проводникового материала α_ρ и определить какому металлу он соответствует. При температуре $t_1 = 20^0C$ значение удельного электрического сопротивления обозначается как ρ_1. Удельное электрическое сопротивление проводникового материала при температуре t_2 равно ρ_2 *(таблица).*

Исходные данные к задаче 2:

t_2, ^0C	$\rho_2\times10^{-6}$, Ом·м	Параметры проводникового материала		
		R_1, Ом	$D\times10^{-3}$, м	L_1, м
300	0,135	2,45	16	9000

Задача 3 Сравнить поперечное сечение, диаметр и массу алюминиевого провода с исходными данными (таблица) длиной *L* и поперечным сечением S_1 с биметаллическим проводом алюминий-медь, который имеет ту же длину и проводимость, что и алюминиевый. Биметалл рассматривать как параллельное соединение двух проводников.

Исходные данные к задаче 3:

Длина L, м	Поперечное сечение $S_1\times10^{-6}$, м^2	Площадь меди N, %
500	16	60

Задача 4 Найти размеры биметаллического провода (сталь внутри, медь снаружи) поперечным сечением S_2, диаметром D_2, предназначенного для замены медного провода поперечным сечением S_1, который обладает той же проводимостью. Принять, что поперечное сечение меди составляет N процентов от общего сечения стале-медного провода (таблица).

Исходные данные к задаче 4:

Вариант	Поперечное сечение $S_1 \times 10^{-6}$, $м^2$	Содержание меди N, %
1	4	10
2	6	15
3	10	20

Задание по теме «Изучение свойств и расчет параметров магнитных материалов для электротехнических устройств»

Задача 1 На кольцевом замкнутом сердечнике магнитопровода расположена обмотка с равномерным распределением витков по всей длине. Поперечный разрез магнитопровода прямоугольный. Внешний диаметр D_1, внутренний D_2, толщина h *(таблица).* Вычислить силу тока в катушке, необходимую для создания заданного магнитного потока, если число витков обмотки $w=250$. Найти относительную магнитную проницаемость при заданном значении магнитного потока.

Исходные данные к задаче 1:

Материал магнитопровода	Магнитный поток $Ф, \times 10^{-4}$ Вб	Размеры магнитопровода		
		Внешний диаметр, D_1, м	Внутренний диаметр, D_2, м	Толщина, h, м
Сталь литая	30	0,35	0,25	0,08

Задача 2 Вычислить полные $P_{маг}$ и удельные потери $P_{уд.}$ в стали магнитопровода по динамическому циклу перемагничивания при промышленной частоте f, магнитной индукции B, определить марку стали. Объем стали магнитопровода V, площадь цикла перемагничивания $S_{цик.}$, масштабы по осям координат соответственно $m_н$, $m_в$ приведены в таблице. Плотность стали принять $\gamma = 7880$ кг/м³.

Исходные данные к задаче 2:

Объем стали $V \cdot 10^{-3}$, $м^3$	Площадь цикла $S_{цик.} \cdot 10^{-4}$, $м^2$	Масштабы		Магнитная индукция B, Тл
		$m_н$, (А/м)/см	$m_в$, Тл/см	
1,1	16	95	0,22	1,5

4 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1 Поляризация диэлектриков: полярные и неполярные диэлектрики, виды поляризации.
2 Диэлектрическая проницаемость, влияние факторов.
3 Электропроводность диэлектриков: особенности электропроводность диэлектриков, электропроводность твердых диэлектриков, жидкостей, газов.
4 Поверхностная электропроводность диэлектриков.
5 Диэлектрические потери в диэлектриках: схемы замещения диэлектриков, виды диэлектрических потерь, факторы, влияющие на диэлектрические потери.
6 Одно- и многокомпозиционные изоляционные конструкции, кратковременная и одноминутная электрическая прочность.
7 Электрический пробой твердых диэлектриков: факторы, влияющие на электрическую прочность диэлектрика.
8 Электрический пробой твердых диэлектриков в эксплуатации, частичные разряды в изоляции.
9 Электрическое старение при длительном воздействии рабочего напряжения.
10 Электрический пробой газов.
11 Электрический пробой жидких диэлектриков.
12 Качество изоляции. Испытание изоляции повышенным напряжением.
13 Неразрушающий метод контроля изоляции.
14 Классификация проводников. Электропроводность металлов. ТермоЭДС проводников.
15 Материалы высокого сопротивления. Тензометры.
16 Контактные материалы.
17 Припои, флюсы, контактолы.
18 Неметаллические проводники.
19 Энергетические уровни и зоны. Проводники, полупроводники и диэлектрики.
20 Собственная электропроводность полупроводников.
21 Распределение электронов по энергетическим уровням.
22 Примесная (донорная, акцепторная) электропроводность полупроводников.
23 Процессы переноса зарядов в полупроводниках (дрейф, диффузия носителей зарядов).
24 Электронно-дырочный переход (контактные явления).
25 Вентильные свойства p–n-перехода: прямое включение p-n перехода, обратное включение p-n перехода.
26 Вольт-амперная характеристика (ВАХ) p–n-перехода, теоретическая, практическая.
27 Виды пробоев p–n-перехода.
28 Структура и основные режимы работы биполярных транзисторов.
29 Физические процессы в биполярном транзисторе.

30 Магнитные материалы: основные типы магнитного состояния вещества (по величине k_m), классификация.
31 Природа ферромагнетизма, доменная структура.
Техническая кривая намагничевания и петля гистерезиса.
32 Структура ферромагнетиков, магнитострикционная деформация, магнитная проницаемость.
33 Мощность потерь в магнитных материалах.
34 Классификация магнитных материалов, магнитомягкие материалы (железо, сталь, ферриты).
35 Классификация магнитных материалов, магнитотвердые материалы.
36 Классификация магнитных материалов, пермаллои.
37 Классификация магнитных материалов, магнитодиэлектрики.