

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

Кафедра авиатопливообеспечения и ремонта
летательных аппаратов

О.Е. Зубов

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие
по изучению дисциплины
и выполнению контрольных работ

*для студентов
направления 25.03.02
заочной формы обучения*

Москва
ИД Академии Жуковского
2018

УДК 66.017(07)
ББК 606
З-91

Рецензент:

Глухов В.В. – д-р техн. наук, проф.

Зубов О.Е.

З-91 Материаловедение [Текст] : учебно-методическое пособие по изучению дисциплины и выполнению контрольных работ / О.Е. Зубов. – М.: ИД Академии Жуковского, 2018. – 32 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Материаловедение» по учебному плану для студентов направления 25.03.02 заочной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры 18.06.2018 г. и методического совета 30.06.2018 г.

УДК 66.017(07)
ББК 606

В авторской редакции

Подписано в печать 19.11.2018 г.

Формат 60х84/16 Печ. л. 2 Усл. печ. л. 1,86

Заказ № 356/1029-УМП04 Тираж 50 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского

125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А

Тел.: (495) 973-45-68

E-mail: zakaz@itsbook.ru

© Московский государственный технический
университет гражданской авиации, 2018

Введение

Работоспособность и надежность авиационных электросистем (ЭС) и пилотажно-навигационных комплексов (ПНК) во многом определяется свойствами применяемых для их создания материалов и технологии переработки их в изделия. От правильности выбора материалов зависит достижение заданных параметров приборов и стабильность их работы в процессе длительной эксплуатации при исключительно сложных условиях, характерных для авиационной техники.

В связи с интенсивным развитием авиации, номенклатура применяемых конструкционных материалов обширна и продолжает непрерывно увеличиваться. К числу широко используемых материалов в авиационных электросистемах и пилотажно-навигационных комплексах наряду с традиционно применяемыми материалами находят место многие сверхчистые металлы, сплавы с самыми разнообразными свойствами и др.

Специфика современного технического прогресса в области авионики состоит в том, что создание материалов или придание необходимых им свойств происходит одновременно в процессе создания изделия.

Учебная дисциплина «Материаловедение» относится к общепрофессиональным дисциплинам федерального компонента подготовки бакалавров и специалистов по направлению подготовки 25.03.02 – Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов.

Дисциплина «Материаловедение» посвящена изучению свойств важнейших материалов, широко применяемых в авиационных системах ЭС и ПНК; способам управления свойствами этих материалов, проблемам обеспечения эксплуатационной надежности материалов авионики в условиях длительной эксплуатации авиационной техники.

1. Учебный план дисциплины

Учебная дисциплина «Материаловедение» изучается в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего образования и государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки и рабочей программой по дисциплине для специальности направления подготовки 25.03.02 – Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов.

На изучение дисциплины «Материаловедение» учебное время по соответственным частям дисциплины распределяется следующим образом:

- Лекции - 4 часа;
- лабораторные занятия - 8 часов;
- контрольная работа – 1;
- самостоятельная работа - 96 часов;
- зачет - II курс.

2. Цели и задачи дисциплины «Материаловедение», её место в учебном процессе

2.1 Цель преподавания дисциплины

Сформировать научное мышление в вопросах обеспечения грамотной технической эксплуатации авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов в целях обеспечения безопасности полетов на этапе технической эксплуатации.

2.2 Задачи изучения дисциплины (необходимый комплекс знаний и умений)

Основная задача – освоить методы оценки механических и электромагнитных свойств материалов, методы прогнозирования и характера изменения свойств материалов, позволяющие обеспечивать грамотную эксплуатацию и высокую надежность авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

общепрофессиональные:

- готовностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии (ОПК-6);
- способностью учитывать современные тенденции развития, материалов, технологий их производства и авиационной техники в своей профессиональной деятельности (ОПК-8).

В результате изучения дисциплины *Материаловедение* обучающийся должен:

по компетенции ОПК-6:

Знать:

- физическую сущность явлений, приводящих к изменению свойств материалов в процессе длительной эксплуатации ОПК-6.1.7;
- фундаментальные основы теории материаловедения и критерии оценки свойств основных групп материалов ОПК-6.1.10.

Уметь:

- анализировать причины отказов техники вследствие изменения свойств материалов ОПК-6.2.3.

Владеть:

- методами испытаний материалов для оценки их свойств и проведения анализа с целью обеспечения необходимых исследований и решения научных задач ОПК-6.3.6.

- по компетенции ОПК-8:

Знать:

- авиационные конструкционные материалы, технологии их получения и переработки в изделия ОПК-8.1.1;

- основные современные тенденции развития, материалов, технологий их производства для АЭС и ПНК ОПК-8.1.2;

- механические свойства и характеристики современных электрорадиоматериалов и способы их определения ОПК-8.1.3.

Уметь:

- обеспечивать грамотную эксплуатацию конструкционных материалов в интересах обеспечения высокой надёжности авиационных АЭС и ПНК ОПК-8.2.2;

- выбирать наиболее подходящие современные материалы для АЭС и ПНК и рационально их использовать ОПК-8.2.3.

Владеть:

- навыками получения научно-технической информации о современных конструкционных материалах и технологиях производства с целью использования их в АЭС и ПНК ОПК-8.3.1.

2.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Материаловедение относится к учебным дисциплинам вариативной части обязательных дисциплин учебного плана образовательной программы направления подготовки (специальности) 25.03.02 Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов.

Для успешного освоения данной дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными по дисциплинам: Высшая математика, Физика, Физические основы современных технологий в частности:

знать:

- основные понятия алгебры и аналитической геометрии;

- фундаментальные физические законы, описывающие процессы и явления в природе;

- основные понятия теории эксперимента; основные методы исследования и построения графиков функций; физическую сущность явлений, процессов и эффектов, лежащих в основе функционирования технических устройств;

- методы обработки результатов измерения и оценки погрешностей.

уметь:

- применять методы алгебры и аналитической геометрии при анализе и решении прикладных задач;

- применять методы дифференциального и интегрального исчисления функций одного и нескольких переменных при решении задач физики и техники;

- применять методы исследования и построения функций при анализе физических процессов;

- использовать методы теоретического и экспериментального исследования;

- использовать знания законов физики при решении инженерных задач.

владеть:

- основными законами, положениями и методами высшей математики;

- навыками использования физических и математических моделей явлений и процессов при проведении экспериментов;

- навыками проведения измерений и инструментального контроля в лабораторном практикуме, обработки результатов и оценки погрешности.

Освоение дисциплины Материаловедение по направлению подготовки 25.03.02 – Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов изучается в 4 – 5 семестрах и является опорой для изучения дисциплин: «Основы электроники», «Авиационные приборы», «Летательные аппараты и авиационные двигатели», и выполнения ВКР.

3. Литература

1. Арзамасов В.Б., Волчков А.Н. и др. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебник. – М.: Издательский центр «Академия», 2009.
2. Колесов С.Н., Колесов И.С. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебник. - М.: Высшая школа. 2008.
3. Фетисов Г.П., Карпман М.Г. и др. Материаловедение и технология материалов. Учебник. – М.: Высшая школа, 2008.
4. Тихомиров И.Н., Мырников А.В. Материаловедение и технология материалов, ч.1. - М.: МГТУ ГА, 1997.
5. Тихомиров И.Н., Мырников А.В. Материаловедение и технология материалов, ч.2. - М.: МГТУ ГА, 1998.
6. Тихомиров И.Н., Тутнова Е.В. Материаловедение. Пособие по выполнению лабораторных работ. - М.: МГТУ ГА, 2010.

4. Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы теории металлов и сплавов

Лекция: Введение. Строение металлов. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации.

Лабораторная работа. Изучение основ микроструктурного анализа металлов и сплавов с применением оптического микроскопа.

Раздел 2. Конструкционные металлы и сплавы

Лекция: Механические свойства металлов и сплавов.

Раздел 3. Электротехнические материалы

Лабораторная работа. Исследование удельного электрического сопротивления и его температурного коэффициента проводниковых материалов.

Выполнение контрольной работы.

5. Программа дисциплины и методические указания к изучению тем программы

Раздел 1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ.

Цель изучения раздела состоит в освоении фундаментальных основ материаловедения как науки, на основе которых в дальнейшем будут изучены особенности свойств и применения основных групп материалов, используемых в авиационных ЭС и ПНК.

Лекция 1. (2 часа).

Тема 1.1. Введение. Строение металлов.

Роль материалов в обеспечении высокой эксплуатационной надёжности авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов. Значение дисциплины «Материаловедение» в системе подготовки различных специалистов. Кристаллическое строение металлов. Основные виды кристаллических решёток и их определяющее влияние на комплекс свойств металлов.

Литература: [1 с.5 – 21; 2 с.6 – 25, 342 – 344; 3 с.93 – 100; 4 с.9 – 15]

Самостоятельная работа студента (4 часа).

Полиморфизм металлов. Анизотропия свойств металлов.

Литература: [1 с.5 – 21; 2 с.6 – 25, 342 – 344; 3 с.93 – 100; 4 с.9 – 15]

Самостоятельная работа студента (4 часа).

Тема 1.2. Формирование структуры металлов при кристаллизации.

Формирование структуры металлов при кристаллизации. Дефекты кристаллического строения и их влияния на свойства реальных материалов. Поликристаллические материалы и монокристаллы. Понятие о структуре металла и методах её исследования.

Литература: [1 с.21 – 28; 2 с.25 – 28, 344 – 346; 3 с.100 – 115; 4 с.15 - 22]

Самостоятельная работа студента (4 часа).

Тема 1.3. Пластическая деформация

Механизм упругой и пластической деформации. Особенности пластической деформации металлов. Процесс разрушения металлов. Механизм упрочнения металлов (наклёп). Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла. Явление возврата (отдых). Рекристаллизация. Правило А.А. Бочвара. Холодная и горячая пластические деформации.

Литература: [1 с.62 – 71; 3 с.115 – 117]

Самостоятельная работа студента (8 часов).

Тема 1.4. Основы теории металлических сплавов

Понятие о сплавах и их классификация. Виды взаимодействия компонентов при образовании сплавов. Понятия о диаграммах состояния и методе их построения. Типы диаграмм состояния. Диаграммы «состав-свойства» Н.С. Курнакова.

Подготовка к лабораторной работе №1.

Литература: [1 с.28 – 39, 2 с.346 – 356; 3 с.154 – 169; 4 с.23 -39, 6 с.5 – 15]

Лабораторная работа №1. (4 часа). Изучение основ микроструктурного анализа металлов и сплавов с применением оптического микроскопа.

Литература: [6 с.5 – 15]

Центральные вопросы раздела

Современные представления о строении основных групп материалов и влиянии строения на их свойства.

Физическая сущность диффузионных процессов в металлах. Полиморфизм и его практическое значение. Кристаллизация. Понятие о структуре металлов.

Дефекты кристаллического строения и их влияние на свойства материалов.

Понятие о сплавах и возможностях получения на их основе материалов с комплексов заданных свойств.

Механизм изменения структуры и свойств материалов при пластической деформации и рекристаллизации.

Вопросы для самоконтроля.

1. В чём состоят различия во взаимном расположении элементарных частиц в кристаллических и аморфных телах и как эти различия сказываются на особенностях свойств этих групп материалов?
2. Почему тип кристаллической решётки металлов позволяет судить о комплексе основных свойств металла?
3. В чем причина, что некоторые кристаллические тела обладают способностью существовать в различных типах кристаллических решеток?
4. Чем обусловлено существование кристаллического тела в жидком и твердом состоянии?
5. Что такое анизотропия свойств? В какой степени она проявляется в поликристаллических телах и монокристаллических?
6. Что такое кристаллографическая текстура и при каких условиях она может быть достигнута?
7. Что собой представляют дефекты кристаллического строения в реальных телах и какое влияние они оказывают на их свойства?
8. При каких условиях возникает тот или иной вид взаимодействия компонентов при образовании сплавов?
9. Что собой представляют диаграммы состояния сплавов? Какой метод положен в основу их построения?
10. Что собой представляют диаграммы «состав - свойства» Н.С. Курнакова? В чем состоит их практическая ценность?
11. К каким изменениям структуры и свойств металлов приводит их пластическая деформация?
12. Чем отличаются по своему воздействию на металлы холодная и горячая пластические деформации?

Раздел 2. КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СПЛАВЫ.

Цель работы над разделом состоит в изучении смысла основных свойств, которыми обладают конструкционные материалы, широко применяемые в авиационной технике.

Особенное внимание необходимо уделять изучению свойств железоуглеродистых сплавов (сталей и чугунов), традиционно применяемых для создания различных конструкций, и которые являются основой для производства легированных сталей широкого применения.

На примере изучения сталей надо познакомиться с практическим применением диаграмм состояния для исследования свойств сплавов, выбора режимов их термической обработки с целью получения необходимого комплекса свойств.

Изучая раздел, важно обратить внимание на свойства и применение алюминиевых, магниевых, титановых и бериллиевых сплавов в авиационных ЭС и ПНК.

Лекция 2. (2 часа).

Тема 2.1. Механические свойства металлов и сплавов.

Характеристики прочности и пластичности при хрупком и замедленном разрушении материалов. Прочность, твёрдость, пластичность, вязкость.

Литература: [1 с.40 – 44; 2 с.337 – 342; 3 с.118 – 153; 4 с.50 - 54]

Самостоятельная работа студента (4 часа).

Усталость металлов. Остаточные напряжения. Способы оценки склонности материалов к хрупкому разрушению.

Литература: [1 с.40 – 44; 2 с.337 – 342; 3 с.118 – 153; 4 с.50 - 54]

Самостоятельная работа студента (20 часов).

Тема 2.2. Углеродистые стали

Железоуглеродистые сплавы. Свойства железа и углерода. Фазы и структурные составляющие железоуглеродистых сплавов. Диаграмма состояния «железо-углерод». Классификация железоуглеродистых сплавов. Система маркировки углеродистых сталей.

Литература: [1 с.45 – 55, 95 – 98; 2 с.356 – 365, 372 – 376; 3 с.170 - 196]

Тема 2.3. Теория и технология термической обработки сталей.

Превращения в стали при нагреве и охлаждении. Структура закалённой стали. Отжиг. Нормализация. Закалка. Отпуск. Обработка холодом. Термомеханическая обработка. Поверхностная закалка. Химико-термическая обработка стали. Цементация. Азотирование.

Литература: [1 с.72 – 87; 2 с.365 – 371; 3 с.197 – 237; 4 с.39 - 43]

Тема 2.4. Жаропрочные, износостойкие и инструментальные сплавы.

Влияние легирующих элементов на строение и свойства сталей. Классификация и свойства жаропрочных сталей. Жаропрочные сплавы на основе никеля и тугоплавких систем. Жаропрочные сплавы для лопаток и дисков авиационных двигателей. Стали для режущих инструментов. Быстрорежущие стали. Стали для измерительных инструментов. Штамповочные стали. Система маркировки легированных сталей.

Литература: [1 с.55 – 61, 99 – 110; 2 с.376 – 379; 3 с.251 – 283, 326 -337]

Тема 2.5. Цветные авиационные сплавы и сплавы с особыми физико-

механическими свойствами.

Алюминиевые сплавы и их классификация. Основы теории термической обработки алюминиевых сплавов. Магний, титан и бериллий и сплавы на их основе; свойства и применение в авиационной технике. Магний, титан и бериллий и сплавы на их основе; свойства и применение в авиационной технике.

Литература: [1 с.111 – 126; 2 с.430 – 442; 3 с.284 – 325; 4 с.54 - 66]

Центральные вопросы раздела

Основные характеристики конструкционных материалов и области их применения в авиационной технике.

Диаграмма «железо - углерод» и ее практическое применение.

Основы легирования, способы получения сталей с специальными свойствами.

Основы термической обработки на примере сталей.

Свойство и области применения авиационных сплавов и сплавов со специальными свойствами.

Цели и способы специальной поверхностной обработки материалов.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные характеристики конструкционных материалов и укажите их физический смысл.
2. Перечислите основные свойства железа и углерода, как основных компонентов железоуглеродистых сплавов.
3. Пользуясь диаграммой состояния «железо - углерод» укажите области существования фаз сплавов.
4. С помощью диаграммы «железо - углерод» дайте определение сталям и чугунам.
5. Перечислите требования, предъявляемые к конструкционным материалам, применяемым в авиационной технике.
6. Назовите основные свойства алюминия и сплавов на его основе.
7. Назовите основные свойства цветных сплавов, применяемых в авионике.
8. Перечислите основные задачи, решаемые термической обработкой конструкционных материалов.
9. В чем состоит отличие термических обработок, связанных с фазовыми превращениями и не связанных с фазовыми превращениями?

Раздел 3. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ АВИАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОСИСТЕМ И ПНК.

Цель раздела -изучить особенности свойств электротехнических материалов, применяемых в авиационных ЭС и ПНК.

Все предоставленные в этом разделе материалы изучаются примерно по одной и той же схеме.

Вначале необходимо понять особенности свойств каждой группы материалов, которые определяют сферы их применения в авиационной технике и понять, почему они такими свойствами обладают. Изучить их классификацию. Затем усвоить физический смысл характеристик, оценивающих свойства изучаемой группы. Понять характер изменения свойств материалов под воздействием эксплуатационных факторов. В заключение усвоить содержание основных проблем, связанных с правильным выбором, эксплуатацией и заменой изделий авионики из рассматриваемых материалов.

Самостоятельная работа студента (8 часов).

Тема 3.1. Проводниковые материалы

Классификация и назначение проводниковых материалов. Характеристики проводниковых материалов. Проводниковые материалы с высокой электропроводностью. Проводниковые материалы с высоким электрическим сопротивлением. Сверхпроводящие материалы. Материалы электрических контактов, терморпар и датчиков.

Подготовка к лабораторной работе №2.

Литература: [2 с.409 – 429, 442 – 470; 4 с.73 – 93, 6 с.15 – 21]

Лабораторная работа №2. (4 часа).

Исследование удельного электрического сопротивления и его температурного коэффициента проводниковых материалов.

Литература: [6 с.15 – 21]

Самостоятельная работа студента (30 часов).

Тема 3.2. Диэлектрики. Основные свойства

Особенности свойств диэлектриков. Виды поляризации диэлектриков. Классификация диэлектриков по механизму поляризации. Относительная диэлектрическая проницаемость. Удельное электрическое сопротивление. Диэлектрические потери в диэлектриках. Электрическая прочность. Зависимость свойств диэлектриков от эксплуатационных факторов.

Литература: [2 с.43 – 62; 5 с.7 – 25]

Тема 3.3. Электроизоляционные материалы.

Пластические массы. Классификация, структура и свойства полимеров. Термореактивные и термопластичные смолы. Пресс-порошки и пресс-материалы. Слоистые пластмассы. Газонаполненные пластмассы. Электроизоляционные пластмассы - основные свойства и области их применения в авиационных электросистемах и ПНК. Керамические диэлектрики. Электроизоляционные стёкла.

Литература: [2 с.171 – 238; 5 с.25 – 51, 6 с.22 – 31]

Тема 3.4. Основные характеристики магнитных материалов.

Доменная структура ферромагнетиков. Основные параметры, характеризующие поведение магнитных материалов в магнитном поле и их

зависимость от структуры материала. Классификация магнитных материалов по областям их применения.

Литература: [2 с.471 – 494; 4 с.95 – 108, 6 с.53 – 63]

Тема 3.5. Магнитомягкие материалы.

Низкочастотные магнитомягкие материалы с высокой индукцией насыщения. Электротехническое железо и электротехнические стали. Магнитные материалы с высокой магнитной проницаемостью. Низко- и высоконикелевые пермаллои. Ферриты, особенности состава, структуры. Ферриты с прямоугольной петлёй гистерезиса.

Литература: [2 с.495 – 514; 4 с.108 - 120]

Тема 3.6. Магнитотвёрдые материалы.

Основные параметры постоянных магнитов. Сплавы, пластическидеформируемые в холодном состоянии. Материалы с особо высокой коэрцитивной силой. Тонкие магнитные плёнки. Элементы записи информации на цилиндрических магнитных доменах. Материалы магнитных проволок, лент и дисков.

Литература: [2 с.514 – 524; 4 с.120 - 141]

Тема 3.7. Полупроводниковые материалы.

Особенности состава и свойств полупроводниковых материалов. Основные характеристики полупроводников и их зависимость от структуры, наличия дефектов кристаллического строения и присутствия примесей. Роль легирующих элементов в придании полупроводникам определённого типа проводимости. Требования, предъявляемые к полупроводниковым материалам микроэлектроники.

Литература: [2 с.264 – 335; 5 с.52 – 926, с.43 – 52]

Центральные вопросы раздела.

Классификация электротехнических материалов и области их применения в авиационных ЭС и ПНК.

Основные характеристики проводниковых материалов, свойства материалов с высокой электропроводностью, с высоким электрическим сопротивлением для резисторов, потенциометров, реостатов и датчиков, а также для нагревательных элементов и электрических контактов.

Каким образом, управляя свойствами металлов и сплавов, можно реализовать требования, предъявляемые к материалам деталей и узлов в авиационных ЭС и ПНК.

Важнейшие представители проводниковых материалов, их свойства и характер изменения этих свойств в процессе длительной эксплуатации в авиационных ЭС и ПНК.

Физические основы возникновения доменной структуры в ферромагнетиках и процессы, происходящие в них при воздействии постоянных и переменных магнитных полей.

Основные характеристики ферромагнитных материалов и их физическая сущность.

Особенности свойств и применения магнитомягких материалов в авиационных ЭС и ПНК.

Особенности свойств и применения магнитотвердых материалов в авиационных ЭС и ПНК.

Свойства гонких магнитных пленок и ленточных и проволочных материалов записи информации. Области применения в ПНК.

Особенности свойств диэлектриков, их классификация и области применения в авиационных ЭС и ПНК.

Основные характеристики диэлектриков и их физический смысл.

Влияние эксплуатационных факторов, сопровождающих работу авиационных ЭС и ПНК, на основные характеристики диэлектриков.

Классификация и свойства пластических масс и зависимость их свойств от эксплуатационных факторов.

Свойства основных групп электроизоляционных диэлектриков с обоснованием их применения в авиационных ЭС и ПНК.

Особенности состава и свойств полупроводниковых материалов и области их применения в авионике.

Основные характеристики, оценивающие свойства полупроводниковых материалов и их физический смысл.

Требования, предъявляемые к полупроводниковым материалам микроэлектроники.

Особенности свойств основных групп полупроводниковых материалов, определяющие области применения в микроэлектронике.

Способы легирования полупроводниковых материалов в интересах формирования транзисторных структур.

Вопросы для самоконтроля

1. Какими характеристиками оцениваются свойства проводниковых материалов?
2. На какие группы делятся проводниковые материалы по своему назначению?
3. Какова физическая сущность удельного электрического сопротивления и от каких эксплуатационных факторов она зависит?
4. Как и какими факторами обусловлена зависимость удельного электрического сопротивления металлических проводников от температуры?
5. Какие факторы определяют разность потенциалов, возникающую в месте контакта двух металлов, и при каких условиях возникает термоэлектродвижущая сила? Какое практическое значение имеют указанные процессы?
6. Почему чистые металлы имеют меньшее значение удельного электрического сопротивления по сравнению с металлическими сплавами?
7. Какой физический смысл имеет температурный коэффициент удельного электрического сопротивления?
8. Почему в качестве проводниковых материалов с высоким электрическим сопротивлением используются сплавы, компоненты которых образуют неограниченные твердые растворы? За счет чего у этих сплавов может быть получено нулевое значение ТКР?
9. В чем состоят достоинства и недостатки основных проводниковых материалов меди и алюминия?

10. Какая разница в условиях работы маломощных (слаботочных) и мощных контактов и каким образом эти условия работы оказывают влияние на выбор материалов для этих групп контактов?
11. Что собой представляют домены в ферромагнетиках и как с их помощью можно объяснить процесс намагничивания магнитного материала внешним магнитным полем?
12. Почему в технических справочниках по магнитным материалам приводятся основные кривые намагничивания и придельные петли гистерезиса конкретных ферромагнетиков?
13. Почему сердечники трансформаторов не делают монолитными, а они состоят из тонких пластин магнитного материала, изолированных (электрически) друг от друга?
14. Почему в качестве материалов магнитопроводов электрических машин и трансформаторов используют электрическую сталь, а не чистое железо?
15. Как влияет наклеп магнитного материала на его магнитные свойства?
16. Почему при получении листов из электротехнической стали создают определенную ориентацию кристаллической решетки в зернах? Каким образом такая ориентация достигается?
17. Какими сочетаниями магнитных характеристик должны обладать магнитомягкие материалы исходя из области их применения?
18. Почему существуют низкочастотные и высокочастотные магнитные материалы, какими характеристиками они отличаются друг от друга?
19. В каких магнитных устройствах применяют магнитные материалы с высокой начальной магнитной проницаемостью?
20. Благодаря каким свойствам магнитные материалы-ферриты способны работать в высокочастотных магнитных устройствах?
21. Почему материалы, из которых изготавливают постоянные магниты, называются магнитотвердыми? Каким сочетанием магнитных характеристик они должны обладать? Какими особенностями структуры такие свойства достигаются?
22. В чем состоит принципиальное отличие диэлектриков от проводников, которое определяет комплекс их электрических свойств?
23. В чем заключается процесс поляризации диэлектриков под воздействием электрического поля? В каких случаях это явление полезно, а в каких вредно?
24. Какими параметрами отличаются между собой дипольная, ионная и электронная поляризация?
25. Какой физический смысл имеют абсолютная диэлектрическая проницаемость (ϵ_0) и относительная диэлектрическая проницаемость (ϵ)?
26. Чем отличаются по своему молекулярному строению полярные и нейтральные диэлектрики? Какие из них можно использовать в качестве изделий для работы только на низких частотах?
27. Что собой представляют диэлектрические потери в диэлектрике? Каким физическим процессом в диэлектрике они обусловлены? Какие характеристики показывают уровень потерь в диэлектриках?

28. Какой физический смысл заложен в понятие электрическая прочность диэлектриков? Как эта характеристика оказывает влияние на выбор материала для электрической изоляции и диэлектриков конденсаторов?
29. Как принадлежность пластических масс к числу термореактивных или термопластичных оказывает влияние на электрические характеристики этих материалов?
30. 3.30 Что будет, если изоляцию между центральной жилой и экраном в коаксиальном высокочастотном (телевизионном) кабеле изготовить из поливинилхлорида?
31. Почему сегнетозлектрики, которые относятся к классу диэлектриков, обладают относительной диэлектрической проницаемостью порядка $10^3 \dots 10^4$?
32. Перечислите основные параметры полупроводниковых материалов и укажите, какие свойства материалов они характеризуют.

Самостоятельная работа студента (10 часов)

Выполнение контрольной работы.

6. Методические указания по самостоятельному изучению курса «Материаловедения»

Учитывая то, что в процессе изучения материаловедения студенты встречаются с ранее известными им физическими представлениями и терминологией, рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы.

Перед изучением каждой темы необходимо с помощью опорного конспекта, помещенного в учебном пособии [4, 5], ознакомиться с основными проблемами, обсуждаемыми в данной теме, установить логические и смысловые связи между учебными вопросами, уяснить задачи на изучение данной темы, что является немаловажным фактором в преддверии самостоятельного углубленного изучения.

При самостоятельном изучении темы следует руководствоваться учебной программой, помещенной в данных методических указаниях. Через всю самостоятельную работу красной нитью должна проходить мысль о необходимости достижения понимания того, каким образом, владея современными знаниями о влиянии состава, структуры и эксплуатационных факторов на свойства отдельных групп материалов, можно управлять их свойствами и создавать материалы, которые бы обеспечивали надежную эксплуатацию авиационных ЭС и ПНК.

После изучения каждой темы нужно внимательно прочесть итоги, которые сформулированы в учебном пособии [4, 5] в конце каждой темы. Там содержится то главное, что должен вынести для себя студент, и то, что ему необходимо будет знать в будущей практической деятельности.

С целью развития у студента способности осмысленного обобщения прочитанного учебного материала и творческого мышления предлагается ответить на вопросы для самоконтроля. Вопросы сформулированы так, что осмысленные ответы на них можно дать только тогда, когда понято основное содержание изученной темы.

Работа с литературой.

Особое внимание в процессе подготовки, необходимо обратить на изучение рекомендованной литературы. При жестком ограничении аудиторных занятий с преподавателем, самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является единственным наиболее эффективным методом получения знаний. Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание на предметные и именные указатели.

Консультации.

В период лабораторно-экзаменационной сессии обучающиеся могут получить консультации у педагогов университета. Консультации, проводимые преподавателями, дают возможность получить ответы на все интересующие их вопросы, на которые они не смогли найти ответ в процессе самостоятельного изучения материала, как при подготовке контрольного задания, так и при подготовке к итоговому контролю знаний.

Работа с интернет-ресурсами.

Обучающемуся по заочной форме обучения в образовательном процессе не всегда удается использовать необходимую литературу, что может быть обусловлено ее отсутствием в библиотеках. Помимо этого, информация может быть разбросана по разным источникам, что затрудняет доступ к ней. В этом случае может помочь Интернет. Обучающийся получает уникальную возможность для самообразования, поскольку образовательные Интернет-ресурсы активизируют познавательную деятельность, формируют информационную культуру, навыки исследовательской и аналитической деятельности, а также, формируют умения самостоятельно принимать решения.

Проведение лабораторной работы.

Лабораторные работы проводятся с целью закрепления теоретических знаний и получения навыков исследования свойств материалов и их зависимости от воздействия эксплуатационных факторов. Лабораторные работы проводятся в период итоговой сессии в ходе подготовки к сдаче зачета по материаловедению.

При подготовке к выполнению лабораторной работы студент изучает учебный материал, рекомендуемый преподавателем. Знакомится с правилами техники безопасности и получает допуск к выполнению работы. По результатам лабораторной работы составляется отчет, который просматривается и подписывается руководителем занятия. Полностью оформленный отчет по лабораторной работе необходимо защитить у преподавателя.

7. Методические указания по выполнению контрольной работы

После изучения теоретической части курса студент выполняет контрольную работу в соответствии с вопросами заданий, варианты которых приведены в приложении 1 «Пособия по изучению дисциплины и выполнению контрольных работ». Вариант задания на контрольную работу выбирается студентом по двум последним цифрам номера его зачетной книжки (шифр студента). Каждый вариант контрольного задания содержит 5 вопросов, на каждый из которых студент должен дать письменный ответ. Содержание вариантов вопросов контрольных заданий представлено в приложении 2 «Пособия...»

При выполнении контрольной работы порядок изложения вопросов должен соответствовать нумерации, приведенной в вариантах контрольного задания. Ответы на поставленные вопросы должны быть полными, четкими, ясными и по существу. Приветствуется, когда при изложении студент использует опыт своей практической деятельности. Недопустимо механическое переписывание текста из рекомендованной литературы.

При ответе на вопрос текст иллюстрировать рисунками, таблицами, графиками, математическими формулами, поясняющими изложение, которые желательно подвергнуть смысловому анализу. Рисунки, схемы, чертежи желательно выполнять самостоятельно в той программе с которой можете работать, но в текст помещать как растровое изображение в формате TIFF или BMP с разрешением изображения не менее 300 dpi.

Нумерация таблиц, рисунков и формул должна быть сквозной внутри каждого ответа и иметь двухпозиционный номер, в котором первая цифра соответствует номеру вопроса, а вторая соответствует номеру формулы, таблицы, рисунка и отделяется от первой точкой.

После каждого ответа ссылка на источник, откуда получен данный материал.

В конце работы необходимо привести список литературы, которая была использована при выполнении контрольного задания, поставить свою подпись и дату выполнения задания.

Требования к оформлению контрольной работы:

Титульный лист обязательно. Параметры страницы: Поля верхнее 2см., нижнее 2см., левое, правое 2см. Размер бумаги: А4 (21 x 29,7). Ориентация страницы: книжная (за исключением крупных таблиц и рисунков). Форматирование: по ширине. Параметры шрифта Times New Roman, обычное, кегель 14. Межстрочное расстояние одинарное. Абзац 1.25. При наборе не допускать лишних пробелов.

Выполненная контрольная работа заблаговременно высылается преподавателю в Университет на рецензию. После получения рецензии работа предъявляется при сдаче дифференцированного зачета по курсу. Для более быстрой проверки готовые работы можно отправить на электронную почту преподавателя o.zubov@mstuca.aero/.

В результате изучения дисциплины Материаловедение обучаемый должен приобрести элементарные навыки и умения, которые будут способствовать становлению и развитию профессиональной компетентности, необходимые современному специалисту, обучающемуся по направлению подготовки 25.03.02 – *Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов*. Кроме того, обучаемому крайне важно помнить, что качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого студента в учебном процессе.

Варианты контрольного задания по материаловедению.

Вариант	Номера контрольных вопросов					Вариант	Номера контрольных вопросов				
00	1	45	143	89	235	50	44	48	193	137	219
01	2	46	144	90	261	51	43	85	194	138	220
02	3	47	145	91	234	52	42	49	195	139	221
03	4	48	146	92	260	53	41	84	196	140	222
04	5	49	147	93	233	54	40	50	197	141	223
05	6	50	148	94	259	55	39	83	198	142	224
06	7	51	149	95	232	56	38	51	199	115	225
07	8	52	150	96	258	57	37	82	20	114	226
08	9	53	151	97	231	58	36	52	201	116	227
09	10	54	152	98	257	59	35	81	202	113	228
10	11	55	153	99	230	60	34	53	203	117	229
11	12	56	154	100	256	61	33	80	204	112	230
12	13	57	155	101	229	62	32	54	205	118	231
13	14	58	156	102	255	63	31	79	206	111	232
14	15	59	157	103	228	64	30	55	207	119	233
15	16	60	158	104	254	65	29	78	208	110	234
16	17	61	159	105	227	66	28	56	209	120	235
17	18	62	160	106	253	67	27	77	210	109	236
18	19	63	161	107	226	68	26	57	211	121	237
19	20	64	162	108	252	69	25	76	212	108	238
20	21	65	163	109	225	70	24	58	213	122	239
21	22	66	164	110	251	71	23	75	214	107	240
22	23	67	165	111	224	72	22	59	215	123	241
23	24	68	166	112	250	73	21	74	216	106	242
24	25	69	167	113	223	74	20	60	217	124	243
25	26	70	168	114	249	75	19	73	218	105	244
26	27	71	169	115	222	76	18	61	143	125	245
27	28	72	170	116	248	77	17	72	200	104	246
28	29	73	171	117	219	78	16	62	144	126	247
29	30	74	172	118	247	79	9	71	199	103	248
30	31	75	173	119	220	80	8	63	145	127	249
31	32	76	174	120	246	81	7	70	198	102	250
32	33	77	175	121	245	82	6	64	144	128	251
33	34	78	176	122	244	83	5	69	197	101	252
34	35	79	177	123	243	84	4	65	143	129	253
35	36	80	178	124	242	85	3	68	196	100	254
36	37	81	179	125	241	86	2	66	142	130	255
37	38	82	180	126	240	87	1	67	195	99	256
38	39	83	181	127	239	88	44	45	141	131	257
39	40	84	182	128	238	89	42	50	194	98	258
40	41	85	183	129	237	90	40	53	148	132	259
41	42	86	184	119	236	91	38	63	193	97	260
42	43	87	185	115	235	92	36	46	149	133	261
43	44	88	186	130	260	93	34	55	192	96	232
44	22	45	187	131	258	94	10	48	168	134	219
45	1	88	188	132	252	95	11	53	191	95	220
46	43	46	189	133	248	96	12	43	187	135	221
47	21	87	190	134	244	97	13	68	172	94	228
48	5	47	191	135	230	98	14	75	182	136	238
49	41	86	192	136	250	99	15	88	152	93	248

Вопросы контрольного задания:

1. В чем состоит различие во взаимном расположении элементарных частиц друг относительно друга в кристаллических и аморфных телах?
2. В чем особенность структуры кристаллических тел? Какое место в описании этой структуры занимает понятие элементарной кристаллической решетки?
3. Можно ли и почему, если можно, зная тип кристаллической решетки материала, прогнозировать комплекс его свойств?
4. Какие факторы влияют на появление того или иного типа решетки в кристаллических телах? Почему этот тип решетки у некоторых тел может перейти в другой при нагреве материала? Как называется этот процесс?
5. В чем причина того, что металлы ниже какой-то определенной температуры находятся в твердом состоянии, а при превышении этой температуры становятся жидкостью?
6. Как вы себе представляете процесс образования при кристаллизации поликристаллического тела? Что нужно предпринять, чтобы получить из расплава монокристалл?
7. При каких условиях можно получить аморфный металл? Чем его свойства отличаются от обычного металла, и при каких условиях он будет сохранять свои свойства?
8. Что такое анизотропия свойств? Появляется ли она у поликристаллических тел, у монокристаллов и аморфных материалов?
9. Каким путем можно добиться анизотропии свойств у поликристаллических материалов?
10. Какую роль играют для кристаллических тел дефекты их строения? Каким образом с их помощью можно менять свойства этих материалов?
11. Какие виды взаимодействия возможны в сплавах? При каких условиях возникает тот или иной вид взаимодействия компонентов?
12. Что собой представляют диаграммы состояния сплавов и какой метод положен в основу их построения?
13. Как связаны между собой вид взаимодействия компонентов в сплаве и тип диаграммы состояния?
14. Какую информацию несут диаграммы «состав - свойства» Н.С. Курнакова, как они связаны с видом взаимодействия компонентов в сплаве и типом диаграммы состояния?
15. В чем состоит практическое значение диаграмм «состав - свойства» Н.С. Курнакова?
16. Что такое наклеп и в чем состоит механизм изменения свойств материалов при холодной пластической деформации?
17. В чем состоит сущность рекристаллизации, и к каким комплексным изменениям свойств материалов она приводит?
18. В каких случаях пластическая деформация считается «холодной», а в каких «горячей»?

19. Объясните общий физический механизм изменения свойств материалов при их термической обработке.
20. Какие сплавы могут подвергаться термической обработке, связанной с фазовыми превращениями, а какие нет?
21. Назовите основные различия по механизму влияния на свойства материалов между отжигом, закалкой и отпуском. Можно ли их назначать чистым металлам?
22. Что такое полиморфизм кристаллических материалов? В чем его практическое значение для управления свойствами материалов?
23. Приведите классификацию дефектов строения кристаллических материалов и дайте описание этих видов дефектов.
24. Какую роль играют материалы в обеспечении высокой эксплуатационной надежности авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов?
25. Опишите процесс кристаллизации металла из расплавленного состояния. Изобразите строение металлического слитка.
26. В чем состоят особенности упругой и пластической деформации металлов?
27. Опишите механизм разрушения металлов. В чем заключается явление сверхпластичности?
28. Что такое диаграммы состояния сплавов? Каким способом их можно построить и какие возможности они дают для анализа структуры и свойств сплавов?
29. Назовите основные характеристики, оценивающие свойства конструкционных материалов и укажите их физический смысл.
30. Усталость металлов. Способы оценки склонности металлов к хрупкому разрушению.
31. Железоуглеродистые сплавы. Свойства железа и углерода. Диаграмма состояния «железо - углерод» и ее анализ.
32. Классификация железоуглеродистых сплавов. Система маркировки железоуглеродистых сплавов.
33. Влияние легирующих элементов на строение и свойства сталей.
34. Жаропрочные сплавы. Особенности их свойств и применения.
35. Инструментальные стали. Особенности их свойств и применения.
36. Система маркировки легированных сталей.
37. Превращение в сталях при их нагреве и охлаждении в соответствии с диаграммой состояния «железо - углерод». Фазовый и структурный состав стали при отжиге 2 рода. Что такое нормализация стали?
38. Термическая обработка - закалка сталей. Структура закаленной стали. Цель операции отпуска.
39. Поверхностная обработка стальных деталей: поверхностная закалка, цементация, азотирование. Цепь их проведения.
40. Алюминиевые сплавы и их классификация по диаграмме состояния «алюминий - легирующий элемент».
41. Алюминиевые сплавы типа дуралюмин. Особенности их термической обработки, основные свойства и применение в авиационной технике.
42. Магниево-алюминиевые сплавы. Их свойства и применение в авиационной технике.

43. Титановые сплавы. Их свойства и применение в авиационной технике.
44. Бериллиевые сплавы. Их свойства и применение в авиационной технике.
45. Какими характеристиками оцениваются свойства проводниковых материалов?
46. На какие группы делятся проводниковые материалы по своему назначению?
47. Какова физическая сущность удельного электрического сопротивления, и от каких факторов она зависит?
48. Как и какими факторами обусловлена зависимость удельного электросопротивления металлических проводников от температуры?
49. Какие факторы определяют контактную разность потенциалов двух металлов и в каких условиях возникает термоЭДС? Какое практическое значение и применение имеет термоЭДС?
50. Почему чистые металлы имеют меньшее значение удельного электросопротивления по сравнению металлическими сплавами?
51. В чем состоят достоинства и недостатки основных проводниковых материалов с высокой проводимостью меди и алюминия?
52. Почему место контакта медного и алюминиевого проводов необходимо защищать от влаги?
53. Почему в качестве проводниковых материалов с высоким электросопротивлением используются сплавы, компоненты которых образуют твердые растворы?
54. Какие области применения сплавов манганин, константан и почему?
55. Почему для неподвижных контактов мягкие металлы являются предпочтительнее твердых?
56. Какая разница в условиях работы маломощных (слаботочных) и мощных контактов и каким образом условия их работы оказывают влияние на выбор материалов этих групп контактов?
57. Какие требования предъявляются для материалов подвижных контактов?
58. Чем отличаются энергетические зоны проводника, полупроводника и диэлектрика? Как это влияет на основные свойства этих материалов?
59. Как влияет температура на концентрацию свободных электронов в металле?
60. Почему удельное сопротивление металлов увеличивается с повышением температуры?
61. Что называется температурным коэффициентом удельного сопротивления? Является ли его значение константой для данного металла?
62. Как влияют примеси на удельное сопротивление металла? Сформулируйте правило Матиссена.
63. Как меняется длина свободного пробега электронов в идеально чистом металле и в металле с примесями при увеличении температуры (от абсолютного нуля)?
64. Почему металлические сплавы типа твердых растворов обладают более высоким удельным сопротивлением, чем чистые компоненты, образующие сплав?

65. Объясните, как меняется удельное сопротивление двухкомпонентного металлического сплава, представляющего неограниченный твердый раствор, в зависимости от его состава.
66. Качественно изобразите график зависимости удельного сопротивления от состава бинарного сплава, компоненты которого обладают ограниченной взаимной растворимостью в твердой фазе.
67. Почему при термической закалке удельное сопротивление металлов возрастает, а при термическом отжиге - уменьшается? Почему металлоидные примеси сильнее влияют на удельное сопротивление металлов, чем примеси металлических элементов?
68. Как и почему изменяется удельное сопротивление металлов при плавлении?
69. Объясните зависимость удельного сопротивления тонких металлических пленок от их толщины.
70. Как и почему изменяется удельное сопротивление металлов при механических воздействиях (сжатие, растяжение, изгиб, пластическая деформация)?
71. Объясните, почему тонкие металлические пленки могут иметь отрицательный температурный коэффициент удельного сопротивления.
72. Почему разность потенциалов, возникающую при контакте двух различных металлов, нельзя измерить с помощью вольтметра?
73. В каких условиях возможно появление термоЭДС в замкнутой цепи? Назовите основные механизмы, ответственные за возникновения термоЭДС.
74. Какие основные виды проводников электрического тока вам известны?
75. Какие свойства меди обуславливают ее широкое применение в электронной технике?
76. Какими преимуществами и недостатками по сравнению с медью обладает алюминий как проводниковый материал?
77. Назовите неметаллические проводниковые материалы и приведите примеры их применения.
78. Опишите структуру тонкой пленки, применяемой в резисторах, и поясните отличие механизма протекания тока в тонких пленках по сравнению с обычными металлическими проводниками.
79. В каких случаях используется спиральная форма резисторного элемента из тонких пленок в резисторах?
80. Каким образом формируются тонкие проводящие и резистивные пленки и как зависят свойства этих пленок от толщины?
81. Почему для оценки удельного электрического сопротивления пленки часто вводят понятие удельного сопротивления единицы поверхности R_s ?
82. В чем состоят особенности микроструктуры резистивных композиций, используемых в объемных композиционных резисторах?
83. Какое применение находят резисторы специального назначения?
84. Какими параметрами оцениваются свойства постоянных резисторов?
85. Дайте анализ схемы замещения постоянного резистора.

86. В каких случаях возможна замена вышедшего из строя резистора резистором другого типа, отличающегося рассеиваемой мощностью?
87. Какую информацию потребителю дает следующая маркировка на резисторе: С2 1к5 $\pm 20\%$?
88. Какие процессы протекают в резисторах при длительном воздействии эксплуатационных факторов?
89. Назовите основные области применения магнитных материалов в авиационных ЭС и ПНК.
90. Чем объяснить, что все классические ферромагнетики являются по таблице Д.И. Менделеева переходными элементами с недостоенными электронными оболочками?
91. Что собой представляют домены в магнитном материале и как с их помощью можно объяснить процесс намагничивания ферромагнетика внешним магнитным полем?
92. Почему в технических справочниках по магнитным материалам приводятся основные кривые намагничивания и предельные петли гистерезиса?
93. Изобразите типовую петлю гистерезиса ферромагнитного материала и покажите на ней основные характеристики, определяющие свойства магнитных материалов.
94. В чем проявляются потери энергии внешнего поля в магнитопроводе трансформатора при его циклическом перемагничивании?
95. Почему сердечники трансформаторов не делают монолитными, а набирают из тонких изолированных друг от друга пластин магнитного материала?
96. Какой нужно выбирать магнитный материал, чтобы он имел малые потери энергии за счет вихревых токов?
97. Какой магнитный материал легче намагничивается: имеющий мелкозернистую или крупнозернистую структуру и почему?
98. Как будет вести себя трансформатор, рассчитанный на работу при промышленной частоте 50 Гц, если его использовать в бортовой электрической сети, имеющей частоту 400 Гц?
99. Почему в качестве магнитопроводов электрических машин и трансформаторов используют сплавы на основе железа, а не чистое железо?
100. Какое влияние оказывает изменение структуры магнитного материала при пластической деформации (наклепе) на его магнитные свойства (способность к перемагничиванию)?
101. Каким образом термообработка магнитных материалов может оказать влияние на их магнитные свойства?
102. Почему при изготовлении листов из магнитных материалов для магнитопроводов в трансформаторах и электрических машинах стараются достичь определенной ориентации кристаллической решетки ферромагнетика в каком-то одном направлении?

103. Какие магнитные материалы называются магнитомягкими и в каких устройствах авиационного радиоэлектронного оборудования они находят применение?
104. Почему существуют низкочастотные и высокочастотные магнитомягкие материалы? Чем они отличаются по своим свойствам друг от друга?
105. В каких устройствах применяются магнитомягкие материалы с высокой магнитной проницаемостью? Почему именно для этих материалов важна высокая начальная магнитная проницаемость?
106. Почему одним из основных требований к магнитным материалам при их работе на очень высоких частотах является необходимость иметь очень большое удельное электрическое сопротивление порядка $10^{12} - 10^{16}$ Ом.м?
107. Что такое ферриты? Это металлические или керамические материалы? Почему их применяют в качестве магнитного материала, способного работать в высокочастотных полях?
108. Почему ферриты, являясь по своим свойствам полупроводниками, обладают ферромагнитными свойствами?
109. Можно ли использовать ферритовый сердечник для намотки трансформатора, работающего в бортовой электросети с частотой 400 Гц?
110. Почему материалы, из которых изготавливаются постоянные магниты, называются магнитотвердыми?
111. Какие магнитные характеристики, вытекающие из формы петли гистерезиса для магнитотвердых материалов, являются наиболее важными?
112. Назовите основные представители магнитотвердых материалов, предназначенных для изготовления постоянных магнитов.
113. Какую роль играет анизотропия формы ферромагнитной фазы для улучшения характеристики магнитотвердых материалов?
114. С какой целью и где находят применение магнитные материалы с прямоугольной петлей гистерезиса?
115. С какой целью разрабатывают магнитные материалы с особо высокой коэрцитивной силой?
116. Какие требования предъявляются к магнитным материалам записи информации и каким образом эти требования удовлетворяются современными материалами?
117. Назовите основные механизмы намагничивания ферромагнетика, приводящие к нелинейной зависимости магнитной индукции от напряженности магнитного поля.
118. Почему в области магнитного насыщения ферромагнетика намагниченность материала практически не возрастает с увеличением напряженности магнитного поля? Как влияет температура на изменение намагниченности в области технического насыщения?
119. Объясните, как и почему изменяется индукция насыщения ферромагнетиков при повышении температуры.
120. Объясните, чем определяются направления векторов спонтанных намагниченностей в доменах и расположение доменных границ в отсутствие внешнего магнитного поля.

121. Чем отличается спиновое обменное взаимодействие в ферро- и антиферромагнетиках?
122. Как влияет температура на энергию магнитной кристаллографической анизотропии? Почему ферромагнетик разбивается на домены и чем определяются размеры толщины доменных стенок?
123. Какую форму петли гистерезиса должны иметь магнитные материалы, чтобы их магнитная проницаемость не зависела от напряженности магнитного поля?
124. Каким образом можно измерить намагниченность насыщенного ферромагнетика?
125. Качественно изобразите зависимость потерь на перемагничивание ферромагнитного сердечника от напряженности магнитного поля?
126. Чем и почему отличаются предельные петли гистерезиса металлических ферромагнетиков и ферритов? Изложите методику экспериментального определения петли гистерезиса и основной кривой намагничивания?
127. Назовите магнитомягкие и магнитотвердые ферромагнетики, на основе которых получают композиционные магнитные материалы - магнитодиэлектрики и магнитопласты. Почему применительно к магнитодиэлектрикам употребляют термин «эффективная магнитная проницаемость»?
128. Что понимают под константой магнитострикции? Какой физический смысл имеет знак константы магнитострикции? Чем отличается магнитострикция в монокристаллических и поликристаллических ферромагнетиках? Приведите примеры практического использования магнитострикции.
129. Какими технологическими приемами достигается текстурирование электротехнических сталей? Назовите основное требование, которому должна удовлетворять конструкция магнитопровода, чтобы эффективно проявлялись свойства текстурированных сталей.
130. Чем объясняется высокая магнитная проницаемость пермаллоев?
131. Укажите, как можно экспериментально определить напряженность магнитного поля в зазоре электромагнита. На каких физических эффектах основан принцип магнитных датчиков?
132. Как изменится добротность катушки индуктивности, если в ее тороидальном сердечнике перпендикулярно направлению магнитного потока образовалась трещина (тонкий воздушный зазор)?
133. Почему при изготовлении магнитных головок записи не применяют магнитодиэлектрики?
134. Почему катушки индуктивности с сердечниками из магнитодиэлектриков обычно обладают лучшей температурной стабильностью, чем катушки с ферритовыми сердечниками?
135. Расшифруйте обозначения пермаллоев промышленных марок: 76НХД, 65НП, 80НХС, 79НМ.
136. Какими параметрами характеризуют термостойкость, температурную стабильность и частотные свойства ферритов?

137. Расшифруйте обозначения ферритов марок: 20000НМ, 10000НН, 2000НМС, 10ВЧ.
138. От какого параметра магнитного материала зависит площадь поперечного сечения магнитопровода силового трансформатора?
139. Какие требования предъявляются к значениям остаточной индукции и коэрцитивной силе материалов, применяемых в устройствах магнитной записи в качестве носителей информации?
140. Объясните, почему полюсные наконечники сердечника электромагнитов и постоянных магнитов изготавливают в форме усеченного конуса.
141. Какие требования предъявляются к материалам, используемым для изготовления магнитных лент для компакт-кассет?
142. Объясните, как влияют магнитная анизотропия и магнитострикционная деформация на значение начальной магнитной проницаемости ферромагнитных материалов.
143. В чем состоит принципиальное отличие диэлектриков от проводников, определяющее комплекс их электрических свойств?
144. В чем заключается физическая сущность процесса поляризации диэлектриков под воздействием электрического поля? В каких случаях использования диэлектриков это явление полезно, а в каких вредно?
145. Какими параметрами отличаются между собой дипольная, ионная и электронная поляризация диэлектриков?
146. Какой физический смысл имеют абсолютная диэлектрическая проницаемость (ϵ_0) и относительная диэлектрическая проницаемость (ϵ)?
147. Чем отличается по своему строению полярные и нейтральные диэлектрики? Какие из них можно использовать в качестве изделий на низких частотах и почему?
148. Свойства полярных или нейтральных диэлектриков сильнее зависят от воздействия эксплуатационных факторов и почему?
149. В чем причина того, что при повышении температуры и увеличении влажности электрическое сопротивление диэлектриков уменьшается? Какие диэлектрики в большей степени подвержены этому влиянию?
150. Что такое диэлектрические потери в диэлектрике? Какими физическими процессами в диэлектрике они обусловлены? Какие характеристики показывают уровень потерь в диэлектрике?
151. Какие диэлектрики имеют наибольший уровень диэлектрических потерь, полярные или нейтральные? Как эта характеристика оказывает влияние на область практического применения указанных диэлектриков и почему?
152. Что понимают под электрической прочностью диэлектриков? Как эта характеристика оказывает влияние на выбор материалов для электрической изоляции проводов и диэлектриков конденсаторов?
153. Какую физическую сущность имеет электрический пробой диэлектриков и какое влияние эти процессы оказывают на гарантийные сроки службы электротехнических устройств?
154. Какие технические требования предъявляются к электрическим характеристикам материалов для электрической изоляции кабелей, проводов, штепсельных разъемов и др.?

155. Как отношение пластмасс к числу термореактивных и термопластичных оказывает влияние на технологию изготовления деталей из этих материалов?
156. Какое влияние и почему оказывает наличие наполнителей в пластических массах на их электрические свойства?
157. В чем по уровню электрических характеристик состоит различие между низкокачественными и высококачественными пластмассами?
158. Что будет, если изоляцию между центральной жилой и экраном в коаксиальном высокочастотном кабеле изготовить из поливинилхлорида (низкочастотная пластмасса)?
159. Почему газонаполненные и пластические массы (пено- и поропласты) главным образом используются в качестве тепло- и звукоизоляции?
160. Перечислите основные свойства резин, предопределяющие их область применения в качестве электроизоляционных материалов.
161. Перечислите главные особенности свойств керамических диэлектриков, которые обуславливают область их применения?
162. В чем состоит особенность стекла как электроизоляционного материала?
163. В чем состоит особенность поляризации сегнетоэлектриков, которые объясняют у них значение относительной диэлектрической проницаемости (ϵ) порядка $10^3 \dots 10^4$?
164. Благодаря каким свойствам сегнетоэлектрики называют еще ферроэлектриками?
165. В чем физическая сущность пьезоэффекта в сегнетоэлектриках, благодаря которому они могут быть использованы в датчиках и каких?
166. Капельки воды находятся во взвешенном состоянии в трансформаторном масле. Что с ними произойдет, если масло поместить в постоянное электрическое поле?
167. При напряжении 2 кВ плоский конденсатор, изготовленный из высокочастотного диэлектрика, имеет заряд $3,5 \cdot 10^{-8}$ Кл. При этом же напряжении и при повышении температуры на 100К заряд возрастает на 1%. Определить диэлектрическую проницаемость материала и ее температурный коэффициент, если толщина диэлектрика между пластинами конденсатора $h=2$ мм, а площадь каждой пластины $S=5$ см². Какой вывод можно сделать о наиболее вероятном механизме поляризации этого диэлектрика?
168. Назовите носители зарядов, создающих токи утечки в газовых, жидких и твердых диэлектриках. Каков механизм электропроводности твердых диэлектриков? Как влияет температура на их удельную проводимость?
169. В каких единицах выражают удельное объемное и удельное поверхностное сопротивления диэлектриков? Дайте определения этих физических величин. Почему их экспериментальное определение рекомендуется проводить именно при постоянном напряжении, а также через 1 мин. после подачи напряжения на диэлектрик?
170. Что делают с обкладками высоковольтного конденсатора после выключения приложенного к нему напряжения во избежание опасности для человека? Какие процессы в диэлектрике создают эту опасность?

171. Почему в диэлектриках практически не обнаруживается эффект Холла?
172. Как объяснить, что гидрофобные диэлектрики обладают определенными по отношению к воде свойствами?
173. Почему удельное поверхностное сопротивление ионных и полярных диэлектриков существенно зависит от влажности окружающей среды?
174. При каких условиях для электроизоляционных материалов при возникновении в них тока под действием электрического поля соблюдается закон Ома?
175. В каких условиях металлы являются электроизоляционными материалами?
176. Объясните, почему полимеры с повышенным значением диэлектрической проницаемости имеют, как правило, пониженное удельное сопротивление?
177. В каких диэлектриках и при каких условиях существенную роль играют потери на ионизацию?
178. Изобразите (качественно) частотные зависимости коэффициентов диэлектрических потерь полярного и неполярного диэлектриков. Объясните различие в характере зависимостей.
179. Какие механизмы пробоя твердых диэлектриков вам известны? Каковы условия проявления каждого из них? Почему значение пробивного напряжения не характеризует электрическую прочность самого материала диэлектрика?
180. Почему электрическая прочность твердых диэлектриков больше, чем жидких, а жидких больше чем газообразных?
181. Как влияет давление газа на его электрическую прочность и ионизационные потери?
182. Почему более толстые слои диэлектриков, как правило, имеют меньшую электрическую прочность, чем тонкие?
183. Какие диэлектрики называют активными? Чем отличаются требования к активным и пассивным диэлектрикам?
184. Что такое прямой и обратный пьезоэффект? В каких диэлектриках можно наблюдать эти явления? Приведите примеры практического использования пьезоэффекта.
185. От каких факторов зависит резонансная частота кварцевых пьезорезонаторов? Какое практическое применение находят кварцевые пьезоэлементы высокой добротности?
186. В чем различие между жидким состоянием обычного вещества и «жидким кристаллом»? Как классифицировать жидкие кристаллы по виду симметрии? Какие из них находят наиболее широкое применение в электронной технике, и для каких целей?
187. Что понимают под линейными и нелинейными, полярными и неполярными диэлектриками? Какие из перечисленных видов диэлектриков могут быть использованы на высоких частотах?
188. Почему применение корпусов и покрытий из органических электроизоляционных материалов обеспечивает лишь временную влагозащиту изделий электронной техники? Как обеспечить длительную влагозащиту?

189. Почему для изоляции обмоточных проводов трансформаторов и электродвигателей используют терморезистивные, а не термопластичные лаки?
190. С какой целью производят пропитку электроизоляционными жидкостями пористых диэлектриков?
191. Для каких целей, и какими способами производят изделия из композиционных пластмасс?
192. Укажите, какие требования предъявляются к диэлектрическим материалам, применяемым в высокочастотных конденсаторах. Какие из перечисленных материалов могут быть использованы для этих целей: кварцевое стекло, поливинилхлорид, сегнетокерамика, слюда, полистирол, лавсан, политетрафторэтилен, керамика?
193. Какие электрические параметры (диэлектрическую проницаемость, удельные объемные и поверхностные сопротивления, тангенс угла диэлектрических потерь, электрическую прочность) должны иметь диэлектрики, используемые в качестве подложек в гибридных интегральных схемах? Приведите примеры наиболее распространенных диэлектриков, применяемых для этой цели. Охарактеризуйте их теплофизические и физико-механические свойства, химическую и радиационную устойчивость.
194. Какие показатели свойств для электроизоляционных диэлектрических материалов являются важнейшими?
195. В чем внешне проявляется поляризация диэлектрика?
196. Какие механизмы поляризации существуют в диэлектриках?
197. Почему и по каким признакам диэлектрические материалы делят на полярные и неполярные? Какая между ними разница?
198. В каких диэлектриках, как и почему относительная диэлектрическая проницаемость зависит от частоты переменного электрического поля?
199. За счет чего образуются свободные носители зарядов в электроизоляционных материалах?
200. Каков механизм электропроводности газообразных электроизоляционных материалов?
201. Каков механизм электропроводности жидких электроизоляционных материалов?
202. Каков механизм электропроводности твердых электроизоляционных материалов?
203. Чем вызвана поверхностная электропроводность твердых электроизоляционных материалов?
204. Почему удельная электрическая проводимость полярных электроизоляционных материалов при равных условиях больше, чем у неполярных?
205. От каких факторов зависит удельная электрическая проводимость электроизоляционных материалов?
206. Почему диэлектрики в электрическом поле нагреваются?
207. Чем вызваны диэлектрические потери в диэлектриках?
208. Что такое электрическая прочность электроизоляционных материалов?

209. Что такое пробой электроизоляционных материалов?
210. Что такое чисто электрический пробой электроизоляционного материала?
211. Когда в электроизоляционных материалах наступает тепловой пробой?
212. Когда в электроизоляционных материалах наступает ионизационный пробой?
213. Когда в электроизоляционных материалах наступает электрохимический пробой?
214. От каких факторов зависит электрическая прочность электроизоляционных материалов?
215. Почему электрическая прочность твердых электроизоляционных материалов больше, чем жидких, а жидких больше чем газообразных?
216. Что такое строение электроизоляционных материалов? Какие факторы его вызывают?
217. Как попадает влага в электроизоляционные материалы?
218. Что такое сегнетоэлектрики и почему они считаются очень перспективными материалами? В каких областях?
219. Что отображает собой наличие энергетических зон в твердом теле? Почему энергетические зоны, соответствующие внутренним оболочкам атомов, перекрывают меньший интервал энергии, чем зона валентных электронов?
220. При комнатной температуре средняя энергия тепловых колебаний атомов существенно меньше ширины запрещенной зоны полупроводников. Каким образом электроны из валентной зоны могут переходить в зону проводимости в собственном полупроводнике?
221. Почему для изготовления большинства полупроводниковых приборов требуются монокристаллические материалы и не могут быть использованы поликристаллические образцы?
222. Как образом производится кристаллизационная очистка кремния и германия? Какой метод получил наиболее широкое распространение для выращивания крупных монокристаллов этих полупроводников?
223. Назовите основные операции технологического цикла получения кремния полупроводниковой чистоты. Что служит исходным сырьем при получении полупроводниковых кристаллов кремния и германия?
224. В чем заключается принципиальное отличие зонной плавки кремния и германия?
225. Какие преимущества кремния обуславливают его широкое применение при изготовлении транзисторов и интегральных схем?
226. Какой тип химической связи характерен для полупроводниковых соединений типа $A^{III} B^V$? Каковы закономерности изменения электрофизических свойств этих полупроводников?
227. Что такое электронно-дырочный переход (p-n переход)? Какие электронно-дырочные переходы называют симметричными, а какие несимметричными? Какие электронно-дырочные переходы называют резкими, а какие плавными?
228. Чем отличаются полупроводники от проводниковых и диэлектрических материалов?
229. Какие показатели свойств полупроводников являются важнейшими?

230. Когда полупроводник является вырожденным? Какая разница между вырожденными и невырожденными полупроводниками?
231. Когда электропроводность полупроводников является собственной, а когда примесной?
232. Почему в полупроводниковой технике применяются материалы наивысшей чистоты?
233. Какие физические явления в полупроводниках являются наиболее важными, и для каких целей они используются?
234. Каковы главные технологические проблемы изготовления полупроводников?
235. Какими методами осуществляется очистка полупроводников от примесей?
236. Чем отличаются энергетические диаграммы полупроводников от энергетических диаграмм проводников и диэлектриков?
237. Какие электроны называются свободными, и что подразумевается под термином «дырка»?
238. В каком случае примеси придают полупроводнику электронную, а в каком дырочную проводимость?
239. Каким образом в полупроводнике образуется р-п переход?
240. Перечислите основные параметры полупроводниковых материалов и укажите, какие свойства материала они характеризуют?
241. Как связаны между собой предельная рабочая температура полупроводникового прибора и ширина запрещенной зоны полупроводникового материала, из которого он изготовлен?
242. Какие носители электрических зарядов в полупроводнике являются основными: собственно полупроводника или созданные легирующими примесями?
243. Какое влияние на тип проводимости полупроводникового материала оказывает наличие в нем примесей и дефектов кристаллического строения?
244. Почему полупроводниковые материалы для полупроводниковых приборов и ИМС должны обладать сверхвысокой (прецизионной) чистотой?
245. С какой целью для изготовления полупроводниковых приборов и ИМС используют монокристаллические материалы? Почему не применяют поликристаллические материалы?
246. Почему для изготовления полупроводниковых ИМС пластины из монокристаллов вырезают по определенным кристаллографическим плоскостям?
247. В чем состоит принцип химической очистки полупроводникового материала от вредных примесей? Является ли эта операция очистки окончательной?
248. В чем заключается физический смысл очистки полупроводниковых материалов от примесей методом зонной плавки?
249. Возможна ли принципиально очистка полупроводникового материала методом зонной плавки от любых примесей или существуют какие-то ограничения?

250. Чем объяснить тот факт, что для оценки степени очистки полупроводниковых материалов от примесей в качестве критерия используют удельное электрическое сопротивление полупроводника?
251. Почему при зонной плавке примеси сосредотачиваются в части слитка, кристаллизовавшейся в последнюю очередь?
252. В чем состоит принципиальное различие между методом горизонтальной зонной очистки (в тигле) и бестигельным способом?
253. В чем заключается процесс выращивания монокристалла полупроводникового материала методом Чохральского?
254. Происходит ли дополнительная очистка полупроводникового материала от примесей при выращивании монокристалла методом его вытягивания из расплава и почему?
255. На какой стадии производства полупроводника осуществляется его общее легирование, и каким путем оно достигается?
256. Почему на данной стадии развития производства для изготовления полупроводниковых приборов и ИМС в основном используются германий и кремний?
257. Расширению каких возможностей полупроводниковых приборов способствует использование для их изготовления полупроводниковых химических соединений?
258. Перечислите основные требования, предъявляемые к материалам подложек, учитывая их назначение в пленочных интегральных микросхемах.
259. Какие принципиальные отличия в структуре и свойствах имеют тонкие пленки по сравнению с монокристаллическими материалами?
260. В чем заключаются требования, предъявляемые для тонких пленок, выполняющих роль внутрисхемных соединений? Почему эти пленки часто имеют многослойное строение?
261. С помощью выбора каких характеристик материала можно получить пленочный конденсатор большой удельной емкости?