Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 09.09.2025 11:14:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

_____ /Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы определения свойств материалов»

Направление подготовки
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль
«Перспективные материалы и технологии»

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

к.т.н. /С.В. Смирнов/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Материаловедение»,
д.т.н, профессор /В.В. Овчинников/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 6
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 6
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины 6
   - 3.3. Содержание дисциплины 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 10
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) **Ошибка! Закладка не определена.**
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы ..... 10**Ошибка! Закладка не определена.**
   - 4.2. Основная литература 11
   - 4.3. Дополнительная литература 11
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы 11
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 12
5. Материально-техническое обеспечение 12
6. Методические рекомендации 113
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 13
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 14
7. Фонд оценочных средств 15
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 15
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 16
   - 7.3. Оценочные средства 16

   Приложение 1……18

   Приложение 2……...28

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью изучения дисциплины «Методы определения свойств материалов» является получение студентами необходимой подготовки по вопросам комплексных исследований, испытаний и оценки свойств современных и перспективных металлических и неметаллических материалов, используемых в инновационной технике.

Задачами изучения дисциплины являются:

-приобретение студентами знаний по современным теоретическим представлениям о свойствах материалов, методам определения и оценки свойств, способам воздействия на свойства материалов с целью их оптимизации;

- освоение навыков определения и изучения свойств материалов и изделий с использованием технических средства измерения и контроля, испытательного и лабораторного оборудования.

Планируемые результаты обучения– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование фундаментального материаловедческого мировоззрения студента о процессах разработки и исследования материалов с заданным комплексом свойств.

Обучение по дисциплине «Методы определения свойств материалов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК – 4. Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ИОПК-4.1. Знает устройство приборов, оборудования и методики проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности ИОПК-4.2. Умеет проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные ИОПК-4.3. Имеет навыки проведения измерений и наблюдений в сфере профессиональной деятельности, обработки и представления экспериментальных данных
ОПК – 5. Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	ИОПК-5.1. Знает способы решения научно-исследовательских задач в профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий; ИОПК-5.2. Умеет решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной

	деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств ИОПК-5.3. Имеет навыки проведения научно-исследовательских работ в профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств
ОПК – 6. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ИОПК-6.1. Знает способы принятия технических решений в профессиональной деятельности, эффективные и безопасные технические средства и технологии; ИОПК-6.2. Умеет применять обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии ИОПК-6.3. Имеет навыки принятия обоснованных технических решений в профессиональной деятельности, выбора эффективных и безопасных технических средств и технологий
ОПК – 7. Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в соответствующей отрасли	ИОПК-7.1. Знает основные стандарты оформления технической документации, связанной с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами; ИОПК-7.2. Умеет анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в отрасли; ИОПК-7.3. Имеет навыки анализа, составления и применения технической документации, связанной с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами в отрасли

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части/части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дается описание междисциплинарных связей с обеспечивающими и последующими дисциплинами и практиками.

Взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части:

- Физика;
- Метрология, стандартизация и сертификация.

В части, формируемой участниками образовательных отношений:

- Металлические материалы;
- Неметаллические материалы;
- Композиционные материалы.
- Порошковые материалы;
- Перспективные материалы;
- Функциональные материалы;
- Наноматериалы;
- Покрытия и методы их испытаний.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры		
			3	4	5
	Аудиторные занятия	**126**	36	54	36
	В том числе:				
1	Лекции	54	18	18	18
2	Семинарские/практические занятия				
3	Лабораторные занятия	72	18	36	18
	Самостоятельная работа	**162**	36	54	72
	Промежуточная аттестация				
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Зачет/экзамен	зачет	зачет	экзамен
	Итого	**288**			

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

Третий семестр

Механические свойства материалов и методы их определения

Понятие напряжение и деформация. Нормальные и касательные, условные и истинные напряжения. Тензоры напряжений. Основные схемы напряженно- деформированного состояния при различных схемах нагружения.

Раздел 1. Свойства при статических испытаниях

Тема 1. Испытания на растяжение

Тема 2. Образцы и машины для испытания на растяжение

Тема 3. Прочностные характеристики при растяжении

Тема 4. Характеристики пластичности при растяжении

Тема 5. Работа пластической деформации при растяжении

Тема 6. Испытания на сжатие

Тема 7. Испытания на изгиб

Тема 8. Влияние легирования и структуры на механические свойства металлов при статических испытаниях гладких образцов

Тема 9. Растворное упрочнение

Тема 10. Влияние выделений избыточных фаз

Тема 11. Применение концентраторов напряжений при статических испытаниях

Тема 12. Испытания образцов с надрезом

Тема 13. Испытания на вязкость разрушения

Тема 14. Зависимость трещиностойкости от состава и структуры материала

Раздел 2. Свойства при динамических испытаниях

Тема 1. Особенности пластической деформации и разрушения при динамическом нагружении

Тема 2. Динамические испытания на изгиб образцов с надрезом

Раздел 3Твердость

Тема 4. Твердость по Бринеллю

Тема 5. Твердость по Виккерсу

Тема 6. Твердость по Роквеллу

Тема 7 Микротвердость

Раздел 4. Деформация

Тема 1. Упругая деформация и модули упругости

Тема 2. Неполная упругость металлов

Тема 3. Пластическая деформация и деформационное упрочнение

Тема 4. Низкотемпературная пластическая деформация металлов скольжением и деформационное упрочение

Тема 5. Пластическая деформация металлов двойникование

Тема 6. Влияние различных факторов на пластическую деформацию металлов и их деформационное упрочнение

Тема 7. Влияние энергии дефектов упаковки

Тема 8. Влияние схемы напряженного состояния

Тема 9. Влияние температуры деформации
Тема 10. Влияние скорости деформации
Тема 11. Влияние примесей и легирования на пластическую деформацию и упрочнение

Раздел 5. Разрушение
Тема 1. Виды разрушения металлов
Тема 2. Механизмы зарождения трещин
Тема 3. Развитие трещины с позиций механики разрушения
Тема 4. Вязкое разрушение
Тема 5. Хрупкое разрушение

Четвертый семестр

Механические свойства материалов и методы их определения (продолжение)

Раздел 6. Жаропрочность.
Тема 1. Явление ползучести.
Тема 2. Испытания на ползучесть.
Тема 3. Третья стадия ползучести и разрушение.
Тема 4. Испытания на длительную прочность.
Тема 5. Влияние легирования на длительную прочность.
Тема 6. Влияние легирования и структуры на длительную прочность.
Раздел 7. *Циклические испытания материалов*.
Тема 1. Усталость и выносливость материалов.
Тема 2. Механизмы усталостного разрушения.
Тема 3. Структурные изменения при циклических испытаниях материалов.
Тема 4. Определение предела выносливости.
Тема 5. Влияние различных факторов на характеристики выносливости.
Тема 6. Испытания на усталость, схемы нагружения, образцы.
Тема 7. Машины для испытания на усталость.

Технологические свойства материалов

Раздел 1. Литейные свойства.
Тема 1. Жидкотекучесть.
Тема 2. Склонность к образованию усадочных пустот.
Тема 3. Герметичность.
Тема 4. Линейная усадка.
Тема 5. Склонность к образованию горячих трещин.

Тема 6. Влияние состава и структуры на горячеломкость. Сопротивляемость сплавов образованию горячих трещин.

Ликвационные явления в слитках и отливках.

Раздел 2. Свариваемость.

Тема 1. Разновидности сварки.

Тема 2. Дефекты сварных соединений и оценка свариваемости.

Тема 3. Химическая неоднородность.

Тема 4. Пористость металла шва.

Тема 5. Холодные трещины.

Тема 6. Выявление дефектов сварки. Горячие (кристаллизационные) трещины.

Раздел 3. Оценка паяемости.

Тема 1. Общая характеристика процессов пайки.

Тема 2. Образование спаев.

Тема 3. Удаление оксидной пленки с поверхности паяемых деталей.

Тема 4. Влияние структуры на прочность паяного соединения.

Тема 5. Смачивание, растекание и капиллярное течение при пайке.

Тема 6. Припои. Оценка паяемости и свойств паяных соединений.

Раздел 4. Обрабатываемость давлением

Тема 1. Оценки технологической пластичности при горячей деформации.

Тема 2. Оценки технологической пластичности при холодной деформации

Пятый семестр

Физические свойства

Раздел 1. Металлическая связь и общие особенности металлического состояния.

Тема 1. Металлическая связь и общие особенности металлического состояния.

Тема 2. Распределение Ферми-Дирака

Тема 3. Поверхность Ферми

Раздел 2. Теплоемкость

Тема 1. Фононы

Тема 2. Закон Дебая. Интерполяционная модель Дебая

Раздел 3. Коэффициент теплового расширения

Тема 1. Явление теплового расширения.

Тема 2. Ангарманизм колебаний

Тема 3. Определение коэффициента линейного расширения

Тема 4. Эффект магнитострикции

Раздел 4. Электропроводность и теплопроводность

Тема 1. Закон Ома. Закон Видемана-Франца

Тема 2. Формула Друде.

Тема 3. Влияние температуры на электропроводность.

Тема 4. Влияние температуры на теплопроводность.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.2.Лабораторные занятия

Механические свойства

1. Статические испытания на растяжение
2. Испытания материалов на сжатие
3. Определение ударной вязкости материалов
4. Твердость материалов и методы ее определения
5. Испытание материалов на усталость

Технологические свойства

1. Определение реологических свойств порошковых материалов
2. Определение температуры плавления материалов
3. Определение гранулометрического состава порошковых материалов
4. Определение коэффициента трения и скорости изнашивания материала
5. Определение шероховатости поверхности

Физические свойства

1. Определение открытой и кажущейся плотности материалов
2. Определение пикнометрической (Истинной) плотности материалов
3. Определение теплоемкости материалов
4. Определение теплопроводности материалов
5. Определение температурного коэффициента линейного расширения материалов.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1. И.И. Новиков, В.С. Золоторевский, В.К. Портной, Н.А. Белов, Д.В. Ливанов, С.В. Медведева, А.А. Аксенов, Ю.В. Евсеев. Металловедение. Учебник. В 2-ч томах. Т.I./ Под общей редакцией В.С. Золоторевского – М.: Издательский дом МИСиС, 2009. – 496 с.

2. Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов М.: Металлургия, 1980, 412 с. .

3. Золотаревский В.С. Механические свойства металлов: учеб. для вузов. - М.: Металлургия, 1983, 398 с.

4. Бобович, Б.Б. Неметаллические конструкционные материалы: учебное пособие для вузов / Б.Б. Бобович. – М.: МГИУ, 2009. – 383 с.

4.2 Дополнительная литература

1. Механические и физические свойства материалов. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Электронная версия. МАМИ, 2015,31с

2. Материаловедение. Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г. М. Волков, В. М. Зуев – М. : издательство Академия, 2011, 400 с.

3. Демин Ю.Н. Физика металлов: учеб. пособие. - М.: МГИУ, 298 с.

4.3 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка на курс
Методы определения свойств материалов	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=8894

4.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Внутривузовская учебная и учебно-методическая литература	http://lib.mami.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений

Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Указывается перечень учебных аудиторий для проведения лекций, семинарских/практических и лабораторных занятий, самостоятельной работы обучающихся с указанием лабораторного оборудования, демонстрационных приборов, оборудования для практических занятий, мультимедийных средств, тренажеров, симуляторов, наглядных пособий, используемых для освоения дисциплины.

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	**Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1313.	Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул; проектор, экран, компьютер. Учебное и лабораторное оборудование: твердомер ТР 5006; шкафы для хранения с учебно-методической и научной литературой, наглядные пособия (плакаты).
Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1316 .	Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул, проектор, экран. Учебное лабораторное оборудование: микроскоп АЛЬТАМИ; твердомер ТКС-1М, наглядные пособия
Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1304.	Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул Учебное лабораторное оборудование: микроскопы ZASILACZMIKPOSKOPOWYtypTVO 6/20.; твердомер ТР 5006 , микротвердомеры ПМТ-3М; лупы Бринелля.; микроскопы АЛЬТАМИ; комплект образцов для лабораторных работ; шкафы для хранения оборудования и расходных материалов, наглядные пособия
Аудитория для лабораторных	Учебное лабораторное оборудование:

занятий ав.1307.	электропечь (Набертерм 1280°).; электропечь (Снол 1100°).; электропечь (ПК-РК–10/12 1280°); полировальный станок StruersTegraPol- 11.; отрезной станок StruersLaboton – 3; установка для торцевой закалки; установка для электротравления StruersLectroPol -5. Шкафы для хранения химических реактивов, образцов, инструментов и расходных материалов. Верстак с инструментами; рабочее место для травления, оборудованное вытяжкой
Аудитория для лекционных, лабораторных и практических занятий №Ав1318.	Столы учебные со стульями, аудиторная доска, переносной проектор, экран, наглядные пособия. Рабочее место преподавателя: стол, стул. Учебное лабораторное оборудование: штангенциркули; пресс для запрессовки образцов; лупа Бринелля .; микрометры.; твердомер ТР 5006-М ; твердомер ТР5006-02.; микротвердомер ПМТ-3М.; микроскоп Метам-РВ. Подсобные помещения: рабочее место инженера –стол, стулья, шкафы для хранения образцов и методических пособий, комплекты образцов.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к лабораторному и практическому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомиться с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха) как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;

- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (зачет, экзамен).

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации, предусмотренная учебным планом: 3,4,5 семестры – зачет; 6 семестр - экзамен.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Шкала оценивания	Критерии оценивания

Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях обычной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Не удовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.1 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Лабораторные работы	Оформленные отчеты лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы. Перечень лабораторных работ представлен в пункте 3.4.2 настоящей рабочей программы.

Если студентом не пройден один или более видов текущего контроля, преподаватель имеет право выставить ему оценку «не зачтено» или «неудовлетворительно» на промежуточной аттестации.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация - (зачет) проводится по билетам в устной форме в случае, Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы не более 40 мин.;
- время на ответ на заданные вопросы не более 15 мин.

Билет состоит из трех вопросов.

Пример вопросов билета к зачету по семестрам приведен в приложении 2 к рабочей программе

Экзамен - проводится по билетам в устной форме в случае, если студент не решил и не защитил предложенные на практических занятиях задачи.

Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы не более 40 мин.;
- время на ответ на заданные вопросы не более 15мин.

Билет состоит из трех или четырех вопросов.

Примеры вопросов билета к экзамену приведен в приложении 2 к рабочей программе

Приложение 1

Тематический план дисциплины «Методы определения свойств материалов» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
(бакалавр)

п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.	Лекция. Раздел 1. Свойства при статических испытаниях Испытания на растяжение. Образцы и машины для испытания на растяжение. Характеристики при растяжении. Испытания на сжатие.	3	1	2			4								
2.	Лабораторная работа. Статические испытания на растяжение.	3	2			2	2								
3.	Лекция. Раздел 1. Свойства при статических испытаниях Испытания на изгиб. Влияние легирования и структуры на механические свойства	3	3	2			4								

	металлов при статических испытаниях гладких образцов. Испытания образцов с надрезом														
4.	Лабораторная работа. Испытания материалов на сжатие	3	4			2	2								
5.	Лекция. Раздел 1. Статические испытания на растяжение. Испытания на вязкость разрушения. Зависимость трещиностойкости от состава и структуры материала. Свойства при динамических испытаниях.	3	5	2			4								
6.	Лабораторная работа. Определение ударной вязкости материалов	3	6			2	2								
7.	Лекция. Раздел 3. Твердость. Твердость. Твердость по Бринеллю Твердость по Виккерсу. Твердость по Роквеллу. Микротвердость.	3	7	2			4								

8.	Лабораторная работа. Твердость материалов и методы ее определения	3	8			2	2								
9.	Лекция. Раздел 4. Деформация Низкотемпературная пластическая деформация металлов скольжением и деформационное упрочение.	3	9	2			4								
10.	Лабораторная работа. Испытание материалов на усталость	3	10			2	2								
11.	Лекция. Раздел 5. Разрушение Виды разрушения металлов.	3	11	2			4								
12.	Лекция. Раздел 6. Жаропрочность. Явление ползучести. Испытания на ползучесть.	3	12	2			4								
13.	Лабораторная работа 1 (повтор первый семестр). Статические испытания на растяжение	3	13			2	2								

14.	Лекция. Раздел 6. Жаропрочность. Третья стадия ползучести и разрушение. Испытания на длительную прочность. Влияние легирования на длительную прочность.	3	14	2			4								
15.	Лабораторная работа 1 (повтор первый семестр). Испытания материалов на сжатие	3	15			2	2								
16.	Лабораторная работа 1 (повтор первый семестр). Определение ударной вязкости материалов	3	16			2	2								
17.	Лабораторная работа 1 (повтор первый семестр). Твердость материалов и методы ее определения	3	17			2	2								
18.	Лекция. Раздел 7. Циклические испытания материалов. Усталость и выносливость материалов. Механизмы усталостного разрушения.	3	18	2			4								

19.	***Форма аттестации***	**3**	**19-21**	**18**		**18**	**54**							**3**
20.	Лекция. Раздел 6. Жаропрочность. Явление ползучести. Испытания на ползучесть. Третья стадия ползучести и разрушение.	4	1	2			2							
21.	Лабораторная работа Определение реологических свойств порошковых материалов	4	2			4	4							
22.	Лабораторная работа Определение температуры плавления материалов	4	3			4	4							
23.	Лекция. Раздел 6. Испытания на длительную прочность. Влияние легирования на длительную прочность. Влияние легирования и структуры на длительную прочность.	4	4	2			2							
24.	Лабораторная работа Определение гранулометрического состава	4	5			4	4							

	порошковых материалов														
25.	Лабораторная работа Определение коэффициента трения и скорости изнашивания материала	4	6-7			4	4								
26.	Лекция Раздел 7. Циклические испытания материалов. Усталость и выносливость материалов. Механизмы усталостного разрушения	4	7	2			2								
27.	Лабораторная работа Определение шероховатости поверхности	4	8			4	4								
28.	Лекция. Раздел 7. Структурные изменения при циклических испытаниях материалов. Определение предела выносливости. Влияние различных факторов на характеристики выносливости.	4	9	2			2								
29.	Лабораторная работа.	4	10			2	2								

	Определение открытой и кажущейся плотности материалов														
30.	Лабораторная работа. Определение пикнометрической (истинной) плотности материалов	4	11			2	2								
31.	Лекция. Раздел 7. Испытания на усталость, схемы нагружения, образцы. Машины для испытания на усталость.	4	11	2			2								
32.	Лабораторная работа Определение теплоемкости материалов	4	12			4	4								
33.	Лекция. Технологические свойства материалов. Литейные свойства. Влияние состава и структуры на горячеломкость. Сопротивляемость сплавов	4	13	2			2								

	образованию горячих трещин.														
34.	Лабораторная работа Определение теплопроводности материалов	4	14			4	4								
35.	Лекция. Свариваемость. Дефекты сварных соединений и оценка свариваемости.	4	15	2			2								
36.	Лабораторная работа. Определение температурного коэффициента линейного расширения материалов	4	16-17			4	4								
37.	Лекция. Оценка паяемости. Обрабатываемость давлением.	4	18	4			4								
38.	***Форма аттестации***	**4**		**18**		**36**	**54**								***З***
39.	Лекция. Физические свойства. Раздел 1. Металлическая связь и общие особенности	5		4			8								

	металлического состояния.														
40.	Лабораторная работа. Металлическая связь и общие особенности металлического состояния.	5				4	6								
41.	Лекция. Раздел 2. Теплоемкость	5		4			8								
42.	Лабораторная работа. Теплоемкость	5				4	6								
43.	Лекция Раздел 3. Коэффициент теплового расширения	5		6			6								
44.	Лабораторная работа. Коэффициент теплового расширения.	5				4	6								
45.	Лекция. Раздел 4. Электропроводность и теплопроводность	5		4			8								
46.	Лабораторная работа. Электропроводность и теплопроводность	5				6	6								
47.	**Форма аттестации**	**5**		**18**		**18**	**54**							***Э***	

48.	***Всего часов по дисциплине***			**54**		**72**	**162**								

Приложение 2

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Методы определения свойств материалов»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Образовательная программа (профиль подготовки)

Перспективные материалы и технологии

Пример вопросов билета к зачету третий семестр

Студент	Вопросы
Билет 1	1. Каковы принципиальные различия между вязким и хрупким разрушением? 2. Что такое докритическое и закритическое развитие трещины? 3. Каков технический смысл модулей упругости?
Билет 2	1. Чем статические испытания отличаются от динамических? 2. Что такое первичная кривая растяжения? 3. Что такое предел пропорциональности?
Билет 3	1. Что такое твердость? 2. Какие Вы знаете методы определения твердости? 3. Что такое твердость по Бринеллю и как она определяется?
Билет 4	1. Каковы преимущества и недостатки метода Виккерса по сравнению с методом Бринелля? 2. Что такое микротвердость? Чем она отличается от твердости по Виккерсу? 3. Как надо готовить поверхность образцов при определении твердости разными методами?

Вопросы к зачету

1. Каковы принципиальные различия между вязким и хрупким разрушением?
2. Что такое докритическое и закритическое развитие трещины? Чем статические испытания отличаются от динамических?
3. Что такое первичная кривая растяжения?
4. Что такое предел пропорциональности?
5. Каков технический смысл модулей упругости?
6. Каков физический смысл модулей упругости?Что такое твердость?

7. Какие Вы знаете методы определения твердости?
8. Что такое твердость по Бринеллю и как она определяется?
9. Каковы преимущества и недостатки метода Виккерса по сравнению с методом Бринелля?
10. Что такое микротвердость? Чем она отличается от твердости по Виккерсу?
11. Как надо готовить поверхность образцов при определении твердости разными методами? Чем отличается условный предел текучести от предела упругости?
12. Какие материалы и почему чаще всего испытывают на сжатие?
13. Что такое микротвердость? Чем она отличается от твердости по Виккерсу?
14. Каков механизм упругой деформации?
15. Как меняется модуль упругости металлов с повышением температуры и почему?
16. Что характеризуют прочностные свойства материала?
17. Каковы достоинства и недостатки испытаний на изгиб?
18. Какие схемы нагружения используются при испытаниях на изгиб?
19. Какова методика испытания на изгиб?
20. Каковы особенности трех типов первичных кривых растяжения?
21. Что такое холодная, теплая и горячая деформация?
22. Что такое коэффициент деформационного упрочнения?
23. Что такое первичная кривая растяжения? Какие свойства определяются по ней.
24. Как проводятся испытания на ударную вязкость?
25. Как происходит "эстафетная" передача пластической деформации отmодного зерна к другому?
26. Проанализируйте процесс вязкого разрушения в шейке растягиваемого образца.
27. Каковы основные особенности фрактограмм хрупкого и вязкого разрушения?

28. Чем отличается структура излома при хрупком внутризеренном и межзеренном разрушении?
29. Что такое температура хрупко-вязкого перехода ($T_{хр}$), как она зависит от условий испытания?
30. Что такое твердость по Виккерсу и как она определяется?
31. Что такое истинное сопротивление разрыву? Что такое отрыв и срез при разрушении?
32. Каковы принципиальные различия между вязким и хрупким разрушением?
33. Почему энергоемкость вязкого разрушения больше, чем хрупкого?
34. Как идет пластическая деформация монокристаллов на стадии множественного скольжения?
35. Каковы стадии холодной пластической деформации и деформационного упрочнения монокристаллов?
36. Как меняется плотность дислокаций на стадии легкого скольжения?
37. Как идет пластическая деформация монокристаллов на стадии множественного скольжения?
38. Чем отличается структура излома при хрупком внутризеренном и межзеренно разрушении? Каков физический смысл модулей упругости?
39. В чем отличия структуры металла при разном характере кривых горячей деформации?

Пример вопросов билета к зачету четвертый семестр

Студент	Вопросы
Билет 1	1. Что такое жаропрочность и ползучесть? В чем состоят особенности пластической деформации при высокотемпературной ползучести? 2. Что такое предел ползучести и какова методика его определения? 3. Какие типы кривых горячей деформации Вы знаете? 4. Каковы механизмы и результаты влияния растворенных атомов на характеристики ползучести при высоких температурах?

Билет 2	1. Какие разновидности ползучести Вы знаете? 2. Как скорость установившейся ползучести зависит от температуры и напряжения? 3. Как проводятся испытания на высокоцикловую усталость, какие характеристики сопротивления усталости определяют по результатам этих испытаний? 4. Что такое первичная кривая растяжения? Какие свойства определяются по ней.
Билет 3	1. Что такое усталость металлов? Как строится диаграмма усталостного разрушения и какие характеристики по ней определяют? 2. Что такое диффузионная ползучесть? Каков ее механизм? 3. Модель диффузионной ползучести Набарро и Херринга. 4. Каков механизм упругой деформации? Как меняется модуль упругости металлов с повышением температуры и почему?
Билет 4	1. Что такое обратимая ползучесть? Каков механизм низкотемпературной ползучести? 2. Что такое предел длительной прочности и какова методика его определения? 3. Как частицы избыточных фаз влияют на характеристики ползучести? 4. Что такое температура хрупко-вязкого перехода ($T_{хр}$), как она зависит от условий испытания?
Билет 5	1. Каков механизм низкотемпературной ползучести? 2. Как и почему размер зерна влияет на скорость ползучести металла? 3. Что такое вязкое скольжение дислокаций? 4. Чем отличается структура излома при хрупком внутризеренном и межзеренно разрушении?

Вопросы к зачету четвертый семестр

1. Что такое жаропрочность и ползучесть? В чем состоят особенности пластической деформации при высокотемпературной ползучести?
2. Что такое предел ползучести и какова методика его определения?

3. Какие типы кривых горячей деформации Вы знаете?
4. Каковы механизмы и результаты влияния растворенных атомов на характеристики ползучести при высоких температурах? Как скорость установившейся ползучести зависит от температуры и напряжения?
5. Как проводятся испытания на высокоцикловую усталость, какие характеристики сопротивления усталости определяют по результатам этих испытаний?
6. Что такое первичная кривая растяжения? Какие свойства определяются по ней.
7. -Что такое усталость металлов? Как строится диаграмма усталостного разрушения и какие характеристики по ней определяют?
8. Что такое диффузионная ползучесть? Каков ее механизм?
9. Модель диффузионной ползучести Набарро и Херринга.
10. Каков механизм упругой деформации? Как меняется модуль упругости металлов с повышением температуры и почему?
11. Что такое обратимая ползучесть? Каков механизм низкотемпературной ползучести?
12. Что такое предел длительной прочности и какова методика его определения?
13. Как частицы избыточных фаз влияют на характеристики ползучести?
14. Что такое температура хрупко-вязкого перехода ($T_{хр}$), как она зависит от условий испытания?
15. Каков механизм низкотемпературной ползучести?
16. Как и почему размер зерна влияет на скорость ползучести металла?
17. Что такое вязкое скольжение дислокаций?
18. Чем отличается структура излома при хрупком внутризеренном и межзеренно разрушении?
19. В чем состоят особенности пластической деформации при циклическом нагружении? Как происходит зарождение усталостной трещины?
20. Как идет пластическая деформация монокристаллов на стадии множественного скольжения?

21.Как определяют предел усталости? Что нужно делать для повышения сопротивления усталости?

22.Каковы преимущества и недостатки метода Виккерса по сравнению с методом Бринелля?

23. В чем заключаются особенности испытаний на малоцикловую усталость?

24. Что такое коэффициент деформационного упрочнения?

25.- Какие разновидности ползучести Вы знаете? Что такое обратимая ползучесть?

26.- Как характеристики структуры матричного твердого раствора влияют на скорость ползучести?

27.- Каким образом происходит разрушение в условиях высокотемпературной ползучести?

28.-Как проводятся испытания на ударную вязкость?

29.-Каковы стадии развития усталостного разрушения?

30.- Как характеристики сопротивления усталости связана с другими механическими свойствами материала?

31.-Каков физический смысл модулей упругости?

32.-Что такое предел ползучести и какова методика его определения?

33.-Как скорость установившейся ползучести зависит от температуры и напряжения?

34.- Что такое твердость по Виккерсу и как она определяется?

35.- Что такое жаропрочность и ползучесть? Какие разновидности ползучести Вы знаете?

36.- Как определяют предел усталости? Что нужно делать для повышения сопротивления усталости?

37. Каковы стадии холодной пластической деформации и деформационного упрочнения монокристаллов?

38. Что нужно делать для повышения сопротивления усталости?

39. Каковы достоинства и недостатки испытаний на изгиб? Какие схемы нагружения используются при испытаниях на изгиб?

40.-Что такое вязкость разрушения и критическая длина трещины?

41.- Как происходит "эстафетная" передача пластической деформации от одного зерна к другому?

42.-Каковы основные особенности фрактограмм хрупкого и вязкого разрушения?

43.- Особенности влияния легирования на сопротивление ползучести. Способы повышения жаропрочности металлических материалов.

44.Как характеристики сопротивления усталости связана с другими механическими свойствами материала?

45. Развитие трещины с позиции механики разрушения

Пример вопросов билета к зачету четвертый семестр

Билет №	Список вопросов
1	1. Какие диффузионные процессы идут при кристаллизации расплава? Какой из них самый медленный и какой – самый быстро идущий? 2. В чем отличия заполнения литейной формы для узкоинтервального сплава от сплава с широким интервалом кристаллизации? 3. Что такое герметичность отливки, от чего она зависит? Как герметичность зависит от состава в двойной системе эвтектического типа?
2	1. Что такое неравновесный солидус системы? Чем различаются функции равновесного и неравновесного солидуса? 2. Как зависит жидкотекучесть от состава в системе эвтектического типа при заливке формы с одинаковой для всех сплавов температуры? 3. Что такое свободная, и что такое затрудненная линейная усадка кристаллизации? Как определяют величину линейной усадки кристаллизации?
3	1. Чем отличается метастабильный вариант фазовой диаграммы от равновесной диаграммы состояния? 2. Что такое объемная усадка кристаллизации? Каким образом проявляется в отливках объемная усадка кристаллизации? 3. Как влияет ширина интервала кристаллизации на характер образующейся усадочной пористости?
4	1. Как оценивают герметичность сплавов? 2. Что такое линейная усадка и какое значение она имеет в производстве отливок? 3. Что такое горячеломкость, чем она вызвана? Какие пробы используют для оценки горячеломкости сплавов?

5	1. Какие трещины в отливках называют горячими? 2. Что такое холодные трещины в отливках, в каких условиях они возникают и чем отличаются от горячих трещин? 3. Как зависит горячеломкость от состава в системе эвтектического типа?

Вопросы к зачету четвертый семестр

1. Какие диффузионные процессы идут при кристаллизации расплава? Какой из них самый медленный и какой – самый быстро идущий?
2. В чем отличия заполнения литейной формы для узкоинтервального сплава от сплава с широким интервалом кристаллизации?
3. Что такое герметичность отливки, от чего она зависит? Как герметичность зависит от состава в двойной системе эвтектического типа? 1. Как в теории литейных подразделяется интервал кристаллизации, и что такое «эффективный» интервал кристаллизации?
2. Как зависит ширина эффективного интервала кристаллизации от состава?1. Что такое неравновесный солидус системы? Чем различаются функции равновесного и неравновесного солидуса?
3. Как зависит жидкотекучесть от состава в системе эвтектического типа при заливке формы с одинаковой для всех сплавов температуры?
4. Что такое свободная, и что такое затрудненная линейная усадка кристаллизации? Как определяют величину линейной усадки кристаллизации? 1. Чем отличается метастабильный вариант фазовой диаграммы от равновесной диаграммы состояния?
5. Что такое объемная усадка кристаллизации? Каким образом проявляется в отливках объемная усадка кристаллизации?

1. Как влияет ширина интервала кристаллизации на характер образующейся усадочной пористости? 1. Как оценивают герметичность сплавов?

1. Что такое линейная усадка и какое значение она имеет в производстве отливок?

2. Что такое горячеломкость, чем она вызвана? Какие пробы используют для оценки горячеломкости сплавов? 1. Какие трещины в отливках называют горячими?

1. Что такое холодные трещины в отливках, в каких условиях они возникают и чем отличаются от горячих трещин?

2. Как зависит горячеломкость от состава в системе эвтектического типа? 1. Из каких составляющих образуется сварочная ванна?

6. Чем отличаются условия кристаллизации сварочной ванны от условий кристаллизации слитка при литье?
7. Какие виды дефектов сварки встречаются в сварных швах?
8. Какие методы испытаний применяют для выявления дефектов сварных швов?

9. В чем сходство и различия причин образования горячих трещин при сварке и при литье?

10. В чем состоят преимущества пайки, отличающие ее от сварки?

4. Какие физико-химические процессы включает образование паяного соединения?

11. Из каких элементов, различающихся по структуре состоит паяное соединение?

12. Что такое бездиффузионный спай?

13. Что такое коэффициент смачивания и как его можно оценить при пайке?

14. Какие виды механических испытаний используют для оценки качества паяных соединений?

15. Перечислите причины возникновения деформаций и напряжений, возникающих при сварке плавлением 1. Как зависит размер дендритной ячейки от скорости охлаждения при кристаллизации?

16. Как выявляют пористость сварных швов, и какими способами снижают их пористость?

17. Какими мероприятиями можно повысить сопротивляемость сплава образованию горячих трещин?

18. Какие изменения структуры и свойств могут происходить в зоне термического влияния при сварке?

19. Как могут влиять на жидкотекучесть теплота кристаллизации, поверхностное натяжение и вязкость расплава?

20. Что такое свободная, и что такое затрудненная линейная усадка кристаллизации?

21. Что такое условный запас пластичности в твердо-жидком состоянии и каким образом можно его использовать для снижения горячеломкости?

22. Что такое неравновесный солидус системы? Чем различаются функции равновесного и неравновесного солидуса?

23. Что такое температурный интервал хрупкости (ТИХ)?

Пример вопросов билета к экзамену пятый семестр

Билет №	Список вопросов
1	1. Дайте качественное объяснение связи между энергией межатомной связи и температурой плавления в металлических кристаллах. 2. Объясните, какие механизмы рассеяния электронов в металле являются преобладающими при очень низкой температуре и при высокой температуре. 3. Объясните, как связаны между собой явления

	ангармонизма колебаний и теплового расширения кристаллов. Найдите коэффициент линейного теплового расширения кристалла в гармоническом приближении.
2	1. Объясните, почему для электронного газа в металле можно использовать приближение идеального ферми-газа при нулевой температуре. 2. Объясните, почему различные вещества проявляют свойства металлов, полупроводников, диэлектриков. 3. Из чего складывается полная теплопроводность металлов. Что такое длинна свободного пробега фононов и электронов? Как зависит от температуры электропроводность и решетчатая теплопроводность в области высоких и низких температур?
3	1. Укажите причину широкого распространение полиморфизма в металлах. Объясните, почему для металлов характерно образование плотноупакованных структур. 2. Поясните, в чем состоит физическая причина высоких значений электропроводности и теплопроводности металлов. Формула Друде. Зависимость между тепло- и электропроводностью по закону Видемана-Франца. 3. Опишите постановку физического эксперимента, который необходимо провести для оценки вкладов в теплоемкость металла, обусловленных кристаллической решеткой и электронами проводимости.
4	1. Объясните, как связана симметрия кристаллической решетки металла с симметрией обратной решеткой и с симметрией зоны Бриллюэна этого металла. 2. Поясните, какие процессы рассеяния фононов вносят основной вклад в теплопроводность решетки при низких температурах и при высоких температурах. 3. Распределение Ферми-Дирака. Влияние температуры на распределение Ферми-Дирака. Перечислите сходства и различия свойств идеального ферми-газа и электронной системы в металлах. Сфера ферми.
5	1. Что такое коэффициент теплового расширения. Опишите механизм возникновения инварного эффекта в сплавах. 2. Укажите отличие в свойствах акустических и оптических фононов. Дайте объяснение того факта, что модель Дебая хорошо описывает экспериментальные данные по теплоемкости только примитивных кристаллических решеток. 3. Из чего складывается полная теплопроводность металлов. Что такое длинна свободного пробега фононов? Как зависит от температуры решетчатая теплопроводность в области высоких температур?

Вопросы к экзамену

1. Дайте качественное объяснение связи между энергией межатомной связи и температурой плавления в металлических кристаллах.
2. Объясните, какие механизмы рассеяния электронов в металле являются преобладающими при очень низкой температуре и при высокой температуре.
3. Объясните, как связаны между собой явления ангармонизма колебаний и теплового расширения кристаллов. Найдите коэффициент линейного теплового расширения кристалла в гармоническом приближении.
4. Объясните, почему для электронного газа в металле можно использовать приближение идеального ферми-газа при нулевой температуре.
5. Объясните, почему различные вещества проявляют свойства металлов, полупроводников, диэлектриков.
6. Из чего складывается полная теплопроводность металлов. Что такое длинна свободного пробега фононов и электронов? Как зависит от температуры электропроводность и решетчатая теплопроводность в области высоких и низких температур?
7. Укажите причину широкого распространение полиморфизма в металлах. Объясните, почему для металлов характерно образование плотноупакованных структур.
8. Поясните, в чем состоит физическая причина высоких значений электропроводности и теплопроводности металлов. Формула Друде. Зависимость между тепло- и электропроводностью по закону Видемана-Франца.
9. Опишите постановку физического эксперимента, который необходимо провести для оценки вкладов в теплоемкость металла, обусловленных кристаллической решеткой и электронами проводимости.
10. Объясните, как связана симметрия кристаллической решетки металла с симметрией обратной решеткой и с симметрией зоны Бриллюэна этого металла.
11. Поясните, какие процессы рассеяния фононов вносят основной вклад в теплопроводность решетки при низких температурах и при высоких температурах.
12. Распределение Ферми-Дирака. Влияние температуры на распределение Ферми-Дирака. Перечислите сходства и различия свойств идеального ферми-газа и электронной системы в металлах. Сфера ферми.
13. Что такое коэффициент теплового расширения. Опишите механизм возникновения инварного эффекта в сплавах.
14. Укажите отличие в свойствах акустических и оптических фононов. Дайте объяснение того факта, что модель Дебая хорошо описывает экспериментальные данные по теплоемкости только примитивных кристаллических решеток.

15. Из чего складывается полная теплопроводность металлов. Что такое длинна свободного пробега фононов? Как зависит от температуры решетчатая теплопроводность в области высоких температур?

16. Поясните физический смысл энергии Ферми в металле. Зависимость сопротивления металла от температуры, обусловленная рассеянием электронов на фононах.

17. Чему равно полная энергия кристаллической решетки, обусловленная тепловыми колебаниями атомов. Как данная энергия зависит от температуры.

18. Что такое теплоёмкость? Какие составляющие кристаллической структуры вносят в нее вклад и как решетчатая теплоёмкость зависит от температуры в области высоких температур?

19. Зависимость теплопроводности от химического состава сплавов в эвтектической системе с ограниченной растворимостью компонентов друг в друге

20. Примеры материалов с высокой электропроводностью и электросопротивлением, а также с высокой теплопроводностью, и примеры конкретного применения.

21. На какие подсистемы можно разделить металлическую связь. Что такое электронный газ и электронная жидкость? Какие допущения используются при моделировании металлического состояния?

22. Что такое температура Дебая и что она отражает? Как зависит электропроводность от температуры в области высоких температур в случае рассеяния электронов на фононах?

23. Влияние энергии межатомной связи на физические свойства металлов: температура плавления, коэффициент термического расширения, тепло- и электропроводность.

24. Объясните, почему различные вещества проявляют свойства металлов, полупроводников, диэлектриков.

25. Зависимость электропроводности от химического состава сплавов в эвтектической системе с ограниченной растворимостью компонентов друг в друге.

26. Как влияют на теплопроводность и электропроводность сплавов следующие факторы: деформационная обработка, температура, химический состав. Расположите факторы в порядке убывания эффекта влияния.

27. Чему равно полная энергия кристаллической решетки, обусловленная тепловыми колебаниями атомов. Как данная энергия зависит от температуры.