

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о документе
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 01.10.2026 16:00:20
Уникальный программный ключ:
3beb265d5d589e7ff4c954946f3ad99a1e70a

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тюменский индустриальный университет»
Технологический институт

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины (модуля): Материаловедение

Программа аспирантуры: Материаловедение

Научная специальность: 2.6.17. Материаловедение

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Материаловедение и технология конструкционных материалов», протокол от « 27 » апреля 2026 г. № 12.

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины (модуля): формирование компетенций, позволяющих осуществлять планирование и проведение научных исследований в области материаловедения на основе углубленного изучения закономерностей формирования структуры и свойств материалов; изучение теоретических и практических основ технологических методов формообразования и их получения.

Задачи дисциплины (модуля):

- формирование и структурирование знаний в области теории и практики материаловедения;
- раскрытие физической сущности явлений, происходящих в материалах при воздействии на них многочисленных технологических и эксплуатационных факторов;
- установление зависимости между составом, строением и основными свойствами материалов;
- изучение теории и практики производства и технологической переработки материалов, обеспечивающих высокую надёжность и долговечность конструкций;
- навыков выбора материалов с учётом конкретных условий работы машин, агрегатов и конструкций.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина (модуль) «Материаловедение» относится к образовательному компоненту учебного плана.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих: знаний:

- теоретических и практических основ по созданию инновационных и ресурсоэффективных технологий разработки, производства и использования современных материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами;

умений:

- самостоятельно осваивать и применять новые системы компьютерного математического моделирования, компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга в области материаловедения;
- интерпретировать экспериментальные и практические данные и создавать новые технологические процессы и производства получения новых металлических и неметаллических материалов;

навыков:

- владения методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;
- разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области материаловедения.

4. Объём дисциплины (модуля)

Общий объём дисциплины (модуля) составляет 12 зачётных единиц, 432 часа.

Таблица 1

Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.		Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практические занятия		
2/4	16	32	132	Зачёт с оценкой
3/5	16	32	204	Кандидатский экзамен

5. Структура и содержание дисциплины (модуля)

5.1. Структура дисциплины (модуля).

Таблица 2

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.		СР, час.	Всего, час.	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.			
2 курс / 4 семестр							
1	1	Теоретические основы материаловедения	4	6	50	60	Устный опрос
2	2	Методы исследования структуры и физических свойств материалов	6	12	32	50	Устный опрос
3	3	Механические свойства материалов и методы их определения	6	14	50	70	Устный опрос
4	Зачёт с оценкой		—	—	—	—	Вопросы для зачёта с оценкой
Итого:			16	32	132	180	
3 курс / 5 семестр							
5	4	Технология термической, химико-термической, термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов	4	10	48	62	Устный опрос
6	5	Металлы и сплавы в машиностроении	6	10	48	64	Устный опрос
7	6	Неметаллические материалы в машиностроении	4	6	48	58	Устный опрос
8	7	Эффективность применения материалов в машиностроении с учетом экономичности, долговечности, безопасности и экологической чистоты	2	6	24	32	Устный опрос
9	Кандидатский экзамен		—	—	36	36	Вопросы для кандидатского экзамена

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.		СР, час.	Всего, час.	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.			
Итого:			16	32	204	252	

5.2. Содержание дисциплины (модуля).

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (модуля).

Раздел 1. Теоретические основы материаловедения

1.1. Строение и свойства материалов.

Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Электронная структура. Типы межатомных связей в кристаллах.

Кристаллическое строение твёрдых тел. Типы кристаллических решеток металлов и их характеристика. Реальное строение металлических и неметаллических кристаллов. Анизотропия свойств кристаллов. Дефекты кристаллического строения: точечные, линейные, поверхностные и объемные. Дислокационная структура и прочность металлов.

Фуллерены и нанотрубки. Наноструктурное строение веществ. Процессы самоорганизации дислокационной и фрактальной структур материалов с позиций синергетики.

1.2. Основы электронной теории твердых тел.

Зонная теория твердых тел. Связь физических свойств с поведением электронов. Теплопроводность, электропроводность и электронная теплоемкость металлов. Термоэлектронная эмиссия. Сверхпроводимость. Электронное строение полупроводников и диэлектриков.

Магнитные свойства материалов. Диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм.

1.3. Формирование структуры металла при кристаллизации.

Агрегатные состояния веществ. Энергетические условия и термодинамика процесса кристаллизации. Самопроизвольная и несамопроизвольная кристаллизация. Форма кристаллических образований. Строение слитка. Полиморфизм. Магнитные превращения. Аморфное состояние металлов. Аморфные сплавы.

1.4. Строение пластически деформированных металлов.

Структурные изменения в металлах в условиях холодной и горячей пластической деформации. Температура рекристаллизации. Строение металлов после возврата и рекристаллизации. Механизм и стадии процесса рекристаллизации. Условия реализации направленной кристаллизации.

1.5. Типы сплавов. Основы теории сплавов.

Условия термодинамического равновесия. Определение системы, фазы, структуры. Смеси, химические соединения, твердые растворы, промежуточные фазы. Правило фаз.

Основные типы диаграмм состояния двойных сплавов и методы их построения. Эвтектическое и перитектическое превращения. Виды ликвации. Фазовые и структурные превращения в твердом состоянии. Эвтектоидное превращение. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния.

Диаграммы состояния железо-цементит и железо-графит. Влияние легирующих компонентов на критические точки железа и стали, свойства феррита и аустенита.

Фазовые превращения в стали при нагреве и охлаждении. Процесс образования аустенита при нагреве. Механизм превращений переохлажденного аустенита. Изотермические и термокинетические диаграммы. Влияние состава стали на процесс распада аустенита. Критическая скорость охлаждения при закалке. Мартенситное превращение, механизм и кинетика. Структура и свойства мартенсита. Влияние деформации на мартенситное превращение. Превращения при отпуске стали. Термодинамика и процесс коагуляции. Изменение структуры и свойств при отпуске. Отпускная хрупкость и способы ее предотвращения.

Раздел 2. Методы исследования структуры и физических свойств материалов

2.1. Методы исследования структуры и фазового состава.

Металлографические и фрактографические методы исследования, оптическая и электронная, в том числе дифракционная микроскопия (просвечивающий и сканирующий электронные микроскопы). Рентгеновские методы исследования: структурный и спектральный методы анализа.

2.2. Методы исследования физических свойств и фазовых превращений в металлах и сплавах.

Магнитный и электрический методы анализа фазовых и структурных превращений. Метод термо- Э.Д.С. Метод ядерного магнитного резонанса. Метод ядерного гаммарезонанса.

2.3. Физические методы неразрушающего контроля дефектов материалов.

Ультразвуковая дефектоскопия. Рентгеновская и гамма-дефектоскопия. Метод вихревых токов. Магнитная и тепловая дефектоскопия.

Раздел 3. Механические свойства материалов и методы их определения

3.1. Схемы напряженного и деформированного состояний материалов.

Плоское и объемное напряженные состояния. Плоская деформация. Концентрация напряжений. Остаточные напряжения, определение, классификация.

3.2. Упругие свойства материалов.

Модуль упругости и его зависимость от кристаллической структуры материала. Упругое последствие, упругий гистерезис, внутреннее трение.

3.3. Пластическая деформация и деформационное упрочнение.

Процессы скольжения и двойникования. Краевые, винтовые и смешанные дислокации. Вектор Бюргерса. Скольжение и переползание дислокаций. Взаимодействие дислокаций между собой и с примесями. Особенности деформации монокристаллов и поликристаллов. Влияние границ зерен на пластическую деформацию поликристаллов. Дислокации. Сверхпластичность. Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов. Механизм упрочнения. Деформационное упрочнение. Упрочнение твердых растворов при взаимодействии дислокаций с примесями внедрения. Дисперсионное твердение.

3.4. Разрушение материалов.

Виды разрушения материалов. Механизмы зарождения трещин. Силовые, деформационные и энергетические критерии локального разрушения. Трещиностойкость. Подходы механики разрушения к выбору конструкционных материалов, расчету размера допустимого дефекта и прогнозированию долговечности. Фрактография как метод количественной оценки механизма разрушения.

3.5. Механические свойства материалов и методы их определения.

Классификация методов механических испытаний. Значение механических характеристик в материаловедении.

Механические свойства, определяемые при статическом нагружении. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение, трещиностойкость. Влияние легирования, структуры концентраторов напряжений и масштабного фактора на характеристики механических свойств.

Механические свойства, определяемые при динамическом нагружении. Влияние скорости деформирования на характеристики прочности и пластичности. Динамические испытания на изгиб образцов. Ударная вязкость. Методы определения ударной вязкости и ее составляющих.

Механические свойства, определяемые при циклическом нагружении. Усталость, диаграммы усталости, предел выносливости. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Природа усталостного разрушения. Влияние различных факторов на сопротивление усталости.

Испытания на твердость вдавливанием и царапанием. Триботехнические испытания.

3.6. Хладостойкость. Синеломкость. Жаростойкость и жаропрочность.

Поведение материалов под нагрузкой при охлаждении от комнатных температур до криогенных. Хладостойкость и критическая температура хрупкости, методы определения.

Поведение материалов под нагрузкой при нагреве от комнатных температур до температуры рекристаллизации и выше. Синеломкость и тепловая хрупкость. Жаростойкость и жаропрочность. Ползучесть, диаграммы ползучести, предел ползучести. Теория

рекристаллизационной ползучести. Длительная прочность, диаграммы длительной прочности, предел длительной прочности. Механизм хрупкого разрушения при ползучести. Релаксация напряжений, диаграммы релаксации, релаксационная стойкость. Влияние легирования и структуры на характеристики жаропрочности материалов.

3.7. Коррозия металлов и сплавов.

Адсорбционные процессы при деформации и разрушении металлов. Эффект Ребиндера. Влияние поверхностноактивных сред на прочность металлов и сплавов.

Закономерности окисления металлов. Коррозия металлов и сплавов под напряжением. Коррозионное растрескивание. Межкристаллитная коррозия. Сопrotивляемость материалов кавитационному и эрозионному разрушению. Влияние радиационного облучения на строение и свойства материалов.

Раздел 4. Технология термической, химико-термической, термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов

4.1. Термическая обработка металлов и сплавов

Термическая обработка стали. Основные виды термической обработки стали. Выбор вида термической обработки в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации. Влияние термической обработки на свойства конструкционных сталей и сварных соединений.

4.2. Химико-термическая обработка металлов и сплавов

Химико-термическая обработка. Общие закономерности. Цементация с последующей термической обработкой. Азотирование. Влияние легирующих компонентов на толщину, твердость и износостойкость азотированного слоя. Структура и свойства азотированной стали. Нитроцементация стали. Диффузионная металлизация: алитирование, хромирование, силицирование и т.п. Многокомпонентные покрытия. Диффузионное насыщение в ионизированных газовых средах.

4.3. Термомеханическая обработка

Термомеханическая обработка. Основные виды: предварительная высокотемпературная, низкотемпературная. Структура и свойства материалов после термомеханической обработки.

4.4. Поверхностно-пластическая деформация металлов и сплавов

Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия концентрированных потоков энергии. Поверхностное легирование и термическая обработка при лазерном и электронно-лучевом нагреве. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия пластической деформации. Физическая сущность процесса. Роль остаточных напряжений. Области применения.

Деформация изделий при их обработке и способы ее предупреждения.

Раздел 5. Металлы и сплавы в машиностроении

5.1. Конструкционная прочность материалов.

Критерии прочности, надежности, долговечности и износостойкости. Методы повышения конструкционной прочности.

5.2. Конструкционные углеродистые и легированные стали.

Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. Металлургическое качество сталей. Классификация углеродистых сталей по качеству, структуре и областям применения. Влияние углерода и примесей на свойства углеродистых сталей. Углеродистые качественные стали. Автоматные стали. Углеродистые инструментальные стали.

Легированные стали. Влияние легирующих компонентов и примесей на дислокационную структуру и свойства сталей. Классификация и маркировка легированных сталей. Цементуемые (нитроцементуемые) легированные стали. Улучшаемые легированные стали. Пружинные стали общего назначения. Шарикоподшипниковые стали. Износостойкие стали.

5.3. Высокопрочные мартенситностареющие стали.

Принципы легирования. Мартенситное превращение. Влияние легирующих элементов на кинетику фазовых превращений и особенности термической обработки. Экономнолегированные мартенситностареющие стали. Свойства мартенситностареющих сталей и области применения.

5.4. Конструкционные и коррозионностойкие стали.

Общие принципы легирования и структура коррозионностойких сталей. Хромистые, хромоникелевые, хромомарганцевоникелевые и хромотистые аустенитные стали. Высоколегированные кислотостойкие стали. Жаростойкие и окалиностойкие стали.

5.5. Жаропрочные стали и сплавы и их типы.

Принципы легирования жаропрочных сталей и сплавов. Упрочняющие фазы. Жаропрочные стали перлитного и мартенситного классов. Жаропрочные стали аустенитного класса с карбидным и интерметаллидным упрочнением. Жаропрочные и жаростойкие никелевые сплавы. Термическая обработка жаропрочных никелевых сплавов. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе. Области применения в машиностроении.

5.6. Инструментальные стали.

Классификация инструментальных сталей по теплостойкости, структуре и областям применения. Быстрорежущая сталь и особенности ее термической обработки. Штамповые стали для деформирования в горячем и холодном состоянии. Стали для форм литья под давлением и прессования.

5.7. Чугуны.

Свойства и назначение чугунов, принципы классификации. Белые, серые, высокопрочные и ковкие чугуны. Фазовые превращения при термической обработке чугуна. Применение в машиностроении

5.8. Цветные металлы и сплавы.

Алюминий и его сплавы. Классификация алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы. Литейные алюминиевые сплавы. Особенности термической обработки. Спеченные алюминиевые сплавы. Технологические и механические свойства. Области применения алюминия и его сплавов.

Магний и его сплавы. Классификация магниевых сплавов. Деформируемые и литейные сплавы. Термическая обработка магниевых сплавов. Защита магниевых сплавов от коррозии.

Медь и ее сплавы. Влияние примесей на структуру и свойства меди. Классификация медных сплавов. Латунь, их свойства. Строение и свойства оловянных, алюминиевых, свинцовых, марганцовистых и бериллиевых бронз. Медноникелевые сплавы. Области применения меди и ее сплавов.

Титан и его сплавы. Классификация легирующих элементов и типы сплавов титана. Механические, технологические и коррозионные свойства титановых сплавов. Водородная хрупкость титановых сплавов. Конструкционные и жаропрочные сплавы титана. Особенности термической обработки.

Цинк, свинец, олово и их сплавы. Припой на оловянистой и свинцовой основах. Антифрикционные сплавы.

5.9. Металлы и сплавы с особыми свойствами.

Магнитные материалы. Классификация материалов по магнитным свойствам. Кривая намагничивания. Процессы, происходящие при намагничивании монокристалла. Низкочастотные и высокочастотные магнитомягкие материалы. Магнитотвердые деформируемые, литые и спеченные материалы.

Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Сплавы с заданными коэффициентом теплового расширения и модулем упругости.

Проводниковые и полупроводниковые материалы. Электропроводность твердых тел. Материалы высокой проводимости: проводниковые, припой, сверхпроводники. Сплавы повышенного электросопротивления. Контактные материалы. Полупроводниковые материалы. Строение и свойства. Кристаллофизические методы получения сверхчистых материалов. Легирование полупроводников.

Материалы атомной техники. Конструкционные материалы. Ядерное горючее. Теплоносители.

Материалы, обладающие эффектом памяти формы. Классификация, структура, физико-механические свойства. Применение в машиностроении.

Раздел 6. Неметаллические материалы в машиностроении

6.1. Полимеры и пластические массы.

Классификация и структура полимерных материалов. Молекулярная структура полимеров. Теории роста полимерных кристаллов. Особенности механических свойств полимеров, обусловленные их строением. Релаксационные свойства. Вязкое течение растворов и расплавов полимеров. Старение и стабилизация полимеров. Типы разрушения полимеров. Влияние внешних факторов на процесс разрушения. Физико-механические, адгезионные, фрикционные, антикоррозионные, диэлектрические свойства полимеров, методы исследования этих свойств.

Состав, классификация и свойства пластических масс. Пластмассы на основе термопластичных и термореактивных полимеров. Отвердители, наполнители, пластификаторы, катализаторы, пигменты, ингибиторы. Методы переработки пластмасс в изделия. Материалы, технология и оборудование для получения полимерных покрытий.

6.2. Композиционные материалы.

Принципы создания и основные типы композиционных материалов. Композиционные материалы с нуль-мерными и одномерными наполнителями. Эвтектические композиционные материалы. Композиционные материалы на неметаллической основе. Механические свойства композиционных материалов, моделирование на ЭВМ разрушения композиционных материалов с использованием свойств армирующих волокон, объемной доли и свойств матрицы. Механизм разрушения. Основы расчета на прочность изделий из композиционных материалов. Способы компьютерного моделирования состава, структуры, свойств и процесса разрушения композиционных материалов. Области и перспективы применения композиционных материалов в машиностроении.

6.3. Резиновые материалы.

Состав и классификация резин. Технология приготовления резиновых смесей и формирования деталей из резины. Физико-механические свойства резины. Влияние условий эксплуатации на свойства резин. Применение резиновых материалов в машиностроении.

6.4. Строение, свойства ситаллов, керамических и других неорганических материалов.

Строение, свойства и виды технического стекла, ситаллов, фарфора и фаянса. Тугоплавкие соединения, основные типы, состав, структура, свойства, методы получения (в том числе, СВС – самораспространяющийся высокотемпературный синтез). Нанокристаллические материалы. Стекланные смазки и защитные покрытия. Эмали для защиты металлов. Техническая керамика. Огнеупорные и конструкционные керамические материалы. Применение керамики в машиностроении. Графит и его модификации в качестве конструкционных материалов.

6.5. Лакокрасочные и клеящие материалы.

Состав и классификация лакокрасочных материалов. Особенности кремнийорганических покрытий. Технологические методы нанесения лакокрасочных покрытий. Технология нанесения лакокрасочных покрытий. Сравнительные свойства лакокрасочных покрытий и их применение в машиностроении.

Клеящие материалы, состав и классификация. Физико-химическая природа. Конструкционные клеи. Состав клеевых соединений. Методы получения клеевых соединений и их испытания. Применение клеевых соединений в машиностроении.

Раздел 7. Эффективность применения материалов в машиностроении с учётом экономичности, долговечности, безопасности и экологической чистоты

7.1. Экономическая эффективность выбранного материала

Методика расчёта экономического эффекта за счёт рационального выбора и применения машиностроительных материалов. Сравнительные данные по стоимости углеродистых сталей и сплавов, цветных металлов и сплавов, неметаллических материалов и области их эффективного применения. Себестоимость различных операций термической и химико-термической, термомеханической обработки материалов.

7.2. Технологическая эффективность выбранного материала

Повышение надёжности, долговечности и безопасности изделий машиностроения за счёт применения новых материалов, обладающих уникальными физико-механическими,

технологическими и эксплуатационными свойствами, а также экологической чистотой. Совершенствование технических требований к материалам в нормативно-технической документации.

5.2.2. Содержание разделов дисциплины (модуля) по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 3.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины (модуля)	Объём, час.	Тема лекции
2 курс / 4 семестр			
1	1	4	1. Строение и свойства материалов
			2. Основы электронной теории твердых тел
			3. Формирование структуры металла при кристаллизации
			4. Строение пластически деформированных металлов
			5. Типы сплавов. Основы теории сплавов
2	2	6	1. Методы исследования структуры и фазового состава
			2. Методы исследования физических свойств и фазовых превращений в металлах и сплавах
			3. Физические методы неразрушающего контроля дефектов материалов
3	3	6	1. Схемы напряженного и деформированного состояний материалов
			2. Упругие свойства материалов
			3. Пластическая деформация и деформационное упрочнение
			4. Разрушение материалов
			5. Механические свойства материалов и методы их определения
			6. Хладостойкость. Синеломкость. Жаростойкость и жаропрочность
			7. Коррозия металлов и сплавов
Итого		16	
3 курс / 5 семестр			
4	4	4	1. Термическая обработка металлов и сплавов
			2. Химико-термическая обработка металлов и сплавов
			3. Термомеханическая обработка
			4. Поверхностно-пластическая деформация металлов и сплавов
5	5	6	1. Конструкционная прочность материалов
			2. Конструкционные углеродистые и легированные стали
			3. Высокопрочные мартенситностареющие стали
			4. Конструкционные и коррозионностойкие стали
			5. Жаропрочные стали и сплавы и их типы
			6. Инструментальные стали
			7. Чугуны
			8. Цветные металлы и сплавы
			9. Металлы и сплавы с особыми свойствами
6	6	4	1. Полимеры и пластические массы
			2. Композиционные материалы
			3. Резиновые материалы

№ п/п	Номер раздела дисциплины (модуля)	Объём, час.	Тема лекции
			4. Строение, свойства силикатов, керамических и других неорганических материалов
			5. Лакокрасочные и клеящие материалы
7	7	2	1. Экономическая эффективность выбранного материала
			2. Технологическая эффективность выбранного материала
Итого		16	

Практические занятия

Таблица 4.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины (модуля)	Объём, час.	Тема занятия
2 курс / 4 семестр			
1	1-3	10	Определение механических свойств
2	1-3	8	Определение эксплуатационных характеристик
3	1-3	8	Определение технологических свойств
4	1-3	6	Определение физических и химических характеристик
Итого:		32	
3 курс / 5 семестр			
5	4-7	20	Микроскопические методы исследования
6	4-7	10	Рентгеноструктурный анализ
7	4-7	12	Определение химического состава металлов и сплавов методом эмиссионного спектрального анализа
Итого:		32	

Самостоятельная работа

Таблица 5.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины (модуля)	Объём, час.	Тема	Вид СР
2 курс / 4 семестр				
1	1	50	Теоретические основы материаловедения	Подготовка к практическим занятиям
2	2	32	Методы исследования структуры и физических свойств материалов	Подготовка к практическим занятиям
3	3	50	Механические свойства материалов и методы их определения	Подготовка к практическим занятиям
Итого:		132		

№ п/п	Номер раздела дисциплины (модуля)	Объём, час.	Тема	Вид СР
3 курс / 5 семестр				
4	4	48	Технология термической, химико-термической, термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов	Подготовка к практическим занятиям
5	5	48	Металлы и сплавы в машиностроении	Подготовка к практическим занятиям
6	6	48	Неметаллические материалы в машиностроении	Подготовка к практическим занятиям
7	7	24	Эффективность применения материалов в машиностроении с учетом экономичности, долговечности, безопасности и экологической чистоты	Подготовка к практическим занятиям
8	1-7	36		Подготовка к кандидатскому экзамену
Итого:		204		

5.2.3. Преподавание дисциплины (модуля) ведётся с применением следующих видов образовательных технологий:

- лекционно-семинарская система обучения (лекционные и практические занятия);
- информационно-коммуникационные технологии (лекционные и практические занятия).

6. Перечень тем рефератов/Требования к письменному переводу

Учебным планом не предусмотрены.

7. Перечень вопросов для подготовки к зачёту с оценкой

1. Металлический, ионный и ковалентный типы связи.
2. Характерные свойства металлов и чем они определяются.
3. Элементарная ячейка. Виды, характеристики и параметры.
4. Полиморфизм. Практическое применение явления.
5. Термодинамические условия фазового превращения.
6. Точечные несовершенства кристаллического строения. Их влияние на свойства металлов и сплавов.
7. Линейные несовершенства кристаллического строения. Строение и влияние на свойства металлов и сплавов. Плотность дислокаций.
8. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами. Атмосферы Коттрелла, Снука и Сузуки.
9. Поверхностные несовершенства кристаллического строения. Их влияние на свойства металлов и сплавов.
10. Несовершенства строения аморфных тел.
11. Мозаичная (блочная) структура металла.

12. Физическая сущность и механизм процесса кристаллизации. Параметры процесса кристаллизации.
13. Кристаллизация чистых металлов. Кривые охлаждения. Скрытая теплота кристаллизации.
14. Переохлаждение. Связь между величиной зерна, скоростью зарождения, скоростью роста кристаллов и степенью переохлаждения.
15. Формы кристаллов и влияние реальной среды на процесс кристаллизации. Образование дендритной структуры. Сущность модифицирования.
16. Ликвация. Виды ликвации, причины возникновения и способы устранения.
17. Дендрит. Образование дендритной структуры при кристаллизации реального слитка.
18. Условия получения мелкозернистой структуры металла при самопроизвольно развивающейся кристаллизации (кривые Тамманна).
19. Сущность явления наклепа и примеры его практического использования.
20. Изменение свойств деформированного металла при нагреве.
21. Сущность процесса возврата.
22. Сущность процессов первичной и вторичной рекристаллизации.
23. Влияние состава сплава и степени пластической деформации на температуру рекристаллизации.
24. Критическая степень деформации.
25. Изменение строения и свойств металла при горячей пластической деформации.
26. Рекристаллизационный отжиг.
27. Диаграмма состояния для случая неограниченной растворимости компонентов в твердом виде. Структурные составляющие и строение типичных сплавов различного состава.
28. Диаграммы состояния. Правило фаз. Правило отрезков.
29. Диаграмма состояния для случая образования устойчивого химического соединения. Структурные составляющие и строение типичных сплавов различного состава.
30. Диаграмма состояния для случая образования непрерывного ряда твёрдых растворов. Структурные составляющие и строение типичных сплавов различного состава.
31. Диаграмма состояния для случая образования эвтектики, состоящей из ограниченных твёрдых растворов. Структурные составляющие и строение типичных сплавов различного состава.
32. Диаграмма состояния для случая полной нерастворимости компонентов в твёрдом виде. Структурные составляющие и строение типичных сплавов различного состава.
33. Виды твёрдых растворов. Химические соединения.
34. Необходимые условия образования неограниченных твёрдых растворов.
35. Методы исследования структуры материалов. Оптическая микроскопия.
36. Методы исследования структуры материалов. Просвечивающая электронная микроскопия.
37. Методы исследования материалов. Растровая электронная микроскопия.
38. Рентгеноструктурный анализ. Рентгенофазовый анализ.
39. Методы определения химического состава материалов.
40. Упрочнение металла при пластической деформации.
41. Наклёп и его влияние на эксплуатационные свойства.
42. Различие между хрупким и вязким разрушением.
43. Изменение плотности дислокаций при пластической деформации металлов. Влияние дислокаций на свойства металла.
44. Изменение строения металла в процессе пластического деформирования. Текстура деформации.
45. Различие теоретической и практической прочности материалов.
46. Характерные механические свойства материалов.
47. Показатели механических свойств, определяемые при испытании на растяжение.
48. Показатели механических свойств, определяемые при испытании на ударный изгиб.

49. Показатели механических свойств, определяемые при испытании на кручение.
50. Показатели механических свойств, определяемые при испытании на сжатие и изгиб.
51. Показатели механических свойств, определяемые при испытании на усталость.
52. Методы определения твёрдости материалов.
53. Конструкционная прочность материалов. От чего зависит и как определяется.
54. Методы определения эксплуатационных характеристик.
55. Факторы, определяющие изменение структуры и свойств материалов.
56. Влияние отрицательных температур на структуру и свойства материалов.

Хладостойкость.

57. Влияние высоких температур на структуру и свойства материалов. Жаростойкость и жаропрочность.

58. Ползучесть и длительная прочность.

59. Виды коррозии. Факторы, влияющие на процесс коррозии.

60. Сопrotивляемость материалов коррозионному разрушению. Коррозионная стойкость и пути её повышения.

8. Перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену

Список вопросов к кандидатскому экзамену, как результату освоения дисциплины в рамках промежуточной аттестации, и критерии оценивания степени полноты и качества освоения программы, регламентируются программой кандидатского экзамена.

9. Оценка результатов освоения дисциплины (модуля)

Критерии оценивания степени полноты и качества освоения в соответствии с планируемыми результатами обучения для зачёта с оценкой

Оценка	Критерии оценки
«Отлично»	Аспирант демонстрирует глубокое и прочное усвоение программного материала, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняясь с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения заданий
«Хорошо»	Аспирант достаточно твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при выполнении заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения
«Удовлетворительно»	Аспирант излагает основное содержание учебного материала, но раскрывает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновать свои суждения
«Неудовлетворительно»	Аспирант демонстрирует разрозненные бессистемные знания, не выделяет главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно, неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач в соответствии с требованиями программы или вообще отказывается от ответа

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

10.1. Перечень рекомендуемой литературы в Приложении 1.

10.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ (<https://jirbis.tyuiu.ru>);
 - База данных «ЭБС ЛАНЬ» (www.e.lanbook.com);
 - «Образовательная платформа ЮРАЙТ» «Электронного издательства ЮРАЙТ» (www.urait.ru);
 - Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» (<http://elibrary.ru>);
 - Цифровой образовательный ресурс IPRsmart (<http://www.iprbookshop.ru>);
 - Научно-техническая библиотека ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина» (<http://elib.gubkin.ru>);
 - Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (<http://bibl.rusoil.net>);
 - Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет» (<http://lib.ugtu.net/books>);
 - Электронно-библиотечная система «Консультант студента» (<http://www.studentlibrary.ru>);
 - Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru>).
- 10.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:
- Microsoft Office Professional Plus;
 - Microsoft Windows.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 6

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины (модуля)	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (модуля) (демонстрационное оборудование)
1.	Лабораторное оборудование: Твердомер ЕМСО-TEST N3A Твердомер ТШ-2М Твердомер Роквелла LKR4150 Твердомер Виккерса LKV6030 Микротвердомер ПМТ-3М Отсчётные микроскопы МПБ-2, МПБ-3 Оборудование для приготовления металлографических шлифов Struers A/S (пробоподготовка) Разрывная машина 1Р-20 (И1185М) Маятниковый копёр JB-300В Машина трения ИИ5018 Биноклярный микроскоп БМ-2 Микроскопы световые РВ-21, РВ-22, ЛВ-31, ЛВ-32	Учебная мебель: столы, стулья. Компьютер в комплекте (или моноблок), проектор, видео- и аудио аппаратура

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины (модуля)	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (модуля) (демонстрационное оборудование)
	Микроскоп световой Olympus GX51F с ПАК Печи шахтные ПШ Печи лабораторные камерные ПМ-1.0-7 Электропечи NaberTherm L9/11/P320 Мультиметры Коэрцитиметр КИФМ-1 Дифрактометр рентгеновский ДРОН-7 Микроскоп электронный растровый JEOL JSM-6510A Спектрометр ДФС-71	

12. Методические указания

12.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

На практических занятиях теоретический материал закрепляется в результате обсуждения и анализа лекционного материала, а также при выполнении практических заданий. Подготовка к практическим занятиям проводится с использованием учебно-методической литературы и заключается в теоретической подготовке с пояснением сложных вопросов по изучению тем, а также в укреплении практических навыков в решение практических задач.

Практическое задание аспиранту выдается индивидуально.

12.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа аспирантов заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии даёт рекомендации, необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы аспиранты должны выполнить типовые задания и изучить теоретический материал по разделам дисциплины (модуля).

КАРТА обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина (модуль): Материаловедение

Научная специальность: 2.6.17. Материаловедение

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент аспирантов, использующих указанную литературу	Обеспеченность аспирантов литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1.	Материаловедение : учебник для вузов / В. В. Плошкин. - 4-е изд., пер. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2024. - 434 с. - (Высшее образование). - URL: https://urait.ru/bcode/545271 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Юрайт". - ISBN 978-5-534-18654-3 : 1729.00 р. - Текст : непосредственный. https://urait.ru/bcode/545271	ЭР	3	100	+
2.	Материаловедение в машиностроении : учебник для вузов: в 2 ч. Ч. 2 / А. М. Адаскин, Ю. Е. Седов, А. К. Онегина, В. Н. Климов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2023. - 291 с. - (Высшее образование). - URL: https://urait.ru/bcode/514008 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Юрайт". - ISBN 978-5-534-00040-5 : 99.66 р. - ISBN 978-5-534-00041-2 : 99.66 р. - Текст : непосредственный. https://urait.ru/bcode/514008	ЭР	3	100	+
3.	Материаловедение сталей и сплавов : учебник для вузов / Ю. Е. Седов, А. К. Онегина. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2024. - 166 с. - (Высшее образование). - ЭБС "Юрайт". - ISBN 978-5-534-20063-8 : 649.00 р. - Текст : непосредственный. https://urait.ru/bcode/557514	ЭР	3	100	+
4.	Суворов Э.В. Материаловедение: методы исследования структуры и состава материалов : учебник для вузов / Э. В. Суворов. - 2-е изд., пер. и доп. - Электрон. дан.col. - Москва : Юрайт, 2026. - 180 с. - (Высшее образование). -URL: https://urait.ru/bcode/585553 . - Режим доступа: для автор. пользователей. – ISBN 978-5-534-06011-9 : 849.00 р. - Текст : непосредственный. https://urait.ru/bcode/585553	ЭР	3	100	+
5.	Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин. - Электрон. дан. (1 файл)col. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2024. - 783 с. - URL: https://www.iprbookshop.ru/132913.html . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "IPR BOOKS". – ISBN 978-5-93808-416-2 : Б. ц. - Текст : непосредственный. https://www.iprbookshop.ru/132913.html	ЭР	3	100	+

ЭР* - электронный ресурс доступный через электронный каталог / Электронную библиотеку ТИУ

Лист согласования 00ДО-0000938010

Внутренний документ "2.6.17. Материаловедение_2026"

Документ подготовил: Плеханов Владимир Иванович

Документ подписал: Пимнев Алексей Леонидович

Серийный номер ЭП	Должность	ФИО	ИО	Результат	Дата	Комментарий
	Заведующий кафедрой, имеющий ученую степень кандидата наук	Плеханов Владимир Иванович		Согласовано	27.03.2026	
	Начальник управления	Остапенко Мария Сергеевна		Согласовано	27.03.2026	
	Заместитель директора по научной работе	Пяльченков Дмитрий Владимирович	Щербакова Елена Николаевна	Согласовано	27.03.2026	
	Директор института	Халин Анатолий Николаевич		Согласовано	27.03.2026	