

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра высшей математики и физики

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.1.01 Материаловедение

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки
(сетевая форма реализации)

03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность (профиль):

«Физические исследования инновационных материалов»

Уровень

Магистратура

Форма обучения

Очная

Согласовано

Руководитель ОПОП

Бобкова Т.И.

Дьяченко Н.В.

Утверждаю

Проректор по учебной работе

Н.О. Верещагина

Рекомендована решением

Ученого совета института Информационных
систем и геотехнологий

28.09.2022, протокол № 10

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
08.09.2022, протокол № 2

Зав. кафедрой _____ Зайцева И.В.

Авторы-разработчики:

д.т.н., Дьяченко Н.В.,

д.т.н., Потапова И.А.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2024/2025 учебный год без изменений*

Протокол заседания кафедры Высшей математики и физики от 30.08.2024 №1

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2025/2026 учебный год без изменений*

Протокол заседания кафедры Высшей математики и физики от 27.08.2025 №1

*Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё не внесены изменения

1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины - сформировать профессиональную компетентность, а также необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков, необходимыми для понимания представления в области металлургии и материаловедения, включая тенденции развития исследования и анализа процессов получения современных металлических материалов.

Задачи:

1. Сформировать знание:

- практического применения углубленных фундаментальных знаний, полученных в области естественных и гуманитарных наук;
- методы осуществления научного поиска и разработки новых перспективных подходов и решений профессиональных задач;
- практического применения в области физики для освоения профильных физических дисциплин.
- основные принципы построения моделей и их компьютерных реализаций.

2. Сформировать умение:

- организовать информационный поиск, самостоятельный отбор и качественную обработку научной информации и эмпирических данных;
- применять практические углубленные фундаментальные знания, полученные в области естественных наук;
- применять специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;
- описывать процессы, происходящие в твердом теле, с помощью уравнений;
- выбирать оптимальные методики для моделирования различных физических процессов.

3. Сформировать владение:

- навыками классификации, систематизации, дифференциации фактов, явлений, объектов, систем, методов, решения, задачи и т.д.;
- навыками описывать результаты, формулировать выводы;
- методами обобщения, интерпретации полученных результатов по заданным или определенным критериям;
- умением использования прикладных программных средств для моделирования процессов в твердых телах;

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, изучается в 1 семестре.

Изучается параллельно в 1 семестре с такими дисциплинами как: «Философия науки и техники», «Физические процессы в твердых телах», «Иностранный язык (продвинутый уровень)», «Современные методы исследования конструкционных и композитных материалов».

Дисциплина является базовой для освоения дисциплин: «Современные проблемы физики», «Компьютерное моделирование процессов в твердых телах», «Методы экспериментальной физики». Практика, для которой освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее, является Учебная практика (научно-исследовательская работа, технологическая).

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: ПК-1.

Таблица 1. Компетенция

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Результаты обучения
ПК-1. Способен использовать специализированные знания о выбранных объектах исследований для проведения научных исследований с использованием современных информационных технологий	ПК-1.1 Применяет специальные знания для анализа и исследования структуры и свойств инновационных материалов.	Знать: – практическое применение углубленных фундаментальных знаний, полученных в области естественных и гуманитарных наук; – методы осуществления научного поиска и разработки новых перспективных подходов и решений профессиональных задач; – практическое применение в области физики для освоения профильных физических дисциплин; Уметь: – организовать информационный поиск, самостоятельный отбор и качественную обработку научной информации и эмпирических данных; – применять практические углубленные фундаментальные знания, полученные в области естественных наук; – применять специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин. Владеть: – навыками классификации, систематизации, дифференциации фактов, явлений, объектов, систем, методов, решения, задачи и т.д.; – навыками описывать результаты, формулировать выводы; – методами обобщения, интерпретации полученных результатов по заданным или определенным критериям.
	ПК-1.2	Знать:

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Результаты обучения
	Разрабатывает и планирует исследования инновационных материалов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств.	– основные принципы построения моделей и их компьютерных реализаций Уметь: – описывать процессы, происходящие в твердом теле, с помощью уравнений; – выбирать оптимальные методики для моделирования различных физических процессов; Владеть: – умение использования прикладных программных средств для моделирования процессов в твердых телах

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часов.

Таблица 2. Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объем дисциплины	Очная форма обучения	
	Семестр	Итого
	1 семестр	
Зачётные единицы	4	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	42
в том числе:	42	42
– лекции:	20	20
– занятия семинарского типа:	22	22
практические занятия	20	20
лабораторные занятия	-	0
консультации	2	2
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	100,8	100,8
в том числе:	-	-
– курсовая работа	-	-
– контрольная работа	-	-
Контроль:		
Промежуточная аттестация	0,2	0,2
Текущий контроль успеваемости (ТКУ)	1	1
ВСЕГО ЧАСОВ:	144	144
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	

4.2. Содержание тем дисциплины

Таблица 3. Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/ п	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достиже- ния компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Тема 1. Введение.	1	0	3	Устный опрос	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
2	Тема 2. Актуальные проблемы цветной металлургии и основные направления их решения.	1	0	8,8	Устная за- щита выпол- нения практи- ческой работы №1	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
3	Тема 3. Пути повышения прочности	2	6	9	Расчетно-гра- фическая ра- бота № 1	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
4	Тема 4. Актуальные проблемы материаловедения и основные направления их решения.	2	4	9	Устный опрос	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
5	Тема 5. Материалы со специальными свойствами	2	6	9	Устная за- щита выпол- нения практи- ческой работы №2	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
6	Тема 6. Перспективные конструкционные материалы	2	0	15	Устная за- щита выпол- нения практи- ческой работы №3	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
7	Тема 7. Высокоазотистые стали	2	2	12	Расчетно-гра- фическая ра- бота №2	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
8	Тема 8. Перспективы развития материалов со специальными свойствами	2	0	10	Устная за- щита выпол- нения практи- ческой работы №4	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
9	Тема 9. Перспективные аморфные материалы	2	0	9	Устная за- щита выпол- нения практи- ческой работы №5	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2

№ п/ п	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достиже- ния компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
10	Тема 10. Объемные наноматериалы	2	2	9	Устная за- щита выпол- нения практи- ческой работы №6	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
	Текущий контроль успеваемости (ТКУ)			1	Тест в Moodle	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
11	Тема 11. Модифицированные поверхностные слои и покрытия	2	0	7	Тестирование. Устная за- щита выпол- нения практи- ческой работы №7	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
	Итого по всей дисциплине	20	20	100,8			

4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 4. Содержание тем дисциплины

№	Наименование тем	Содержание	Компетенция
1	Тема 1. Введение.	Тенденции развития человеческого общества и их связь с проблемами минерально-сырьевого комплекса. Влияние технических решений в металлургии и материаловедении на показатели научно-технического прогресса, развитие экономики и обороноспособности страны. Государственное регулирование при решении актуальных проблем народного хозяйства.	ПК-1
2	Тема 2. Актуальные проблемы цветной металлургии и основные направления их решения.	Сырьевая база цветной металлургии и ведущие тенденции её изменения применительно к основным группам цветных и редких металлов. Вовлечение в сферу производства забалансового и нетрадиционного сырья, вторичного сырья и сырья техногенного происхождения. Особенности минерально-сырьевой базы энергетического и вспомогательного сырья и актуальные проблемы её развития.	ПК-1

№	Наименование тем	Содержание	Компетенция
		Повышение качества производимой продукции и расширение её ассортимента обладающей высокими потребительскими свойствами.	
3	Тема 3. Пути повышения прочности	Механизмы упрочнения металлических материалов. Упрочнение в результате образования твердых растворов. Эффект размера зерна. Влияние частиц второй фазы. Получение сплавов на основе полиморфных модификаций чистых компонентов. Повышение прочности металлических сплавов с позиций дислокационной теории – реализация теоретической прочности в бездефектных кристаллах и получение материалов с предельной плотностью дефектов кристаллического строения. Чистые по неметаллическим включениям стали и сплавы как материалы с высокой конструкционной прочностью и специальными свойствами. Современные достижения и тенденции развития высокопрочных сталей. Современные достижения и тенденции развития высокопрочных конструкционных мартенситно-старееющих сталей. Высокопрочные эливарные сплавы. Особенности деформации сверхпрочных материалов. Гидроэкструзия. Явление сверх пластичности и ее использование при технологических методах обработки металлов давлением. Масштабные уровни деформирования твердых тел: мезо- и микро-уровни, Получение нанокристаллической структуры. Разработка новых сплавов с высокой удельной прочностью (до 23 км) на основе систем Al-Mg и Al-Li, а также сплавов на основе титана с дополнительным легированием упрочнителями, микролегированием РЗМ и текстурным упрочнением.	ПК-1
4	Тема 4. Актуальные проблемы материаловедения и основные направления их решения.	Современное состояние и ведущие тенденции развития материаловедения в интересах обеспечения потребностей человечества в высокоэффективных материалах. Применение современных методов исследования и испытаний материалов, металлов и сплавов, с целью прогнозирования их строения и свойств. Основные проблемы металлургии и материаловедения чёрных металлов: экономия раскислителей, ферросплавов и лигатур; увеличения ресурса работы футеровки; экономии материальных и энергетических ресурсов; повышение интенсивности работы оборудования; снижение отсортировки металла по дефектам поверхности и результатам УЗК; исключение аварийных ситуаций на УНРС; необходимость ремонта поверхности непрерывнолитых заготовок и проката из них;	ПК-1

№	Наименование тем	Содержание	Компетенция
		обеспечение стабильности свойств и снижение отсортировки проката по механическим характеристикам до 80–90%; снижение затрат на разработку новых сталей и технологий; существенное повышение качества металлопродукции различного назначения. Основные проблемы металлургии и материаловедения цветных металлов: повышение качества цветных металлов и сплавов; получение дисперсноупрочнённых сплавов. Современные достижения в области поверхностного упрочнения металлоизделий, повышения их коррозионной устойчивости и придания материалам антифрикционных свойств.	
5	Тема 5. Материалы со специальными свойствами	Материалы для службы при высоких температурах. Тенденции научно-технического прогресса в разработке материалов для службы при высоких температурах (авиация, и космическая техника, энергетика). Требования к жаропрочным и жаростойким сплавам. Суперсплавы. Повышение стабильности и уровня физико-механических и служебных свойств для рабочих температур 1100–1600 °С. Создание монокристаллических сплавов. Разработка новых интерметаллических сплавов с упорядоченной структурой на основе Ni₃Al(Fe) и Ni₃Al(Co), TiAl, Ti₃Al, а также тугоплавких металлов с жаростойкими покрытиями. Материалы с особыми электромагнитными свойствами. Разработка новых специальных парамагнитных и антиферромагнитных сплавов с заданными физико-механическими свойствами (сталей со сверхравновесной концентрацией азота, безхромистых аустенитных сталей). Проблема создания нового поколения материалов для постоянных магнитов с магнитной энергией более 310 кДж/м³, обеспечивающих снижение материалоемкости, себестоимости и увеличение срока службы. Получение материалов с аморфной и микрокристаллической структурой (величиной зерна менее 1 мкм), обладающих особыми физико-механическими свойствами и коррозионной стойкостью. Магнито-мягкие сплавы со смешанной аморфно-кристаллической структурой, высокопрочные и высокопластичные сплавы со специальными физическими и служебными характеристиками. Материалы с особыми механическими свойствами.	ПК-1

№	Наименование тем	Содержание	Компетенция
		обеспечение стабильности свойств и снижение отсортировки проката по механическим характеристикам до 80–90%; снижение затрат на разработку новых сталей и технологий; существенное повышение качества металлопродукции различного назначения. Основные проблемы металлургии и материаловедения цветных металлов: повышение качества цветных металлов и сплавов; получение дисперсноупрочнённых сплавов. Современные достижения в области поверхностного упрочнения металлоизделий, повышения их коррозионной устойчивости и придания материалам антифрикционных свойств.	
5	Тема 5. Материалы со специальными свойствами	Материалы для службы при высоких температурах. Тенденции научно-технического прогресса в разработке материалов для службы при высоких температурах (авиация, и космическая техника, энергетика). Требования к жаропрочным и жаростойким сплавам. Суперсплавы. Повышение стабильности и уровня физико-механических и служебных свойств для рабочих температур 1100–1600 °С. Создание монокристаллических сплавов. Разработка новых интерметаллических сплавов с упорядоченной структурой на основе Ni₃Al(Fe) и Ni₃Al(Co), TiAl, Ti₃Al, а также тугоплавких металлов с жаростойкими покрытиями. Материалы с особыми электромагнитными свойствами. Разработка новых специальных парамагнитных и антиферромагнитных сплавов с заданными физико-механическими свойствами (сталей со сверхравновесной концентрацией азота, безхромистых аустенитных сталей). Проблема создания нового поколения материалов для постоянных магнитов с магнитной энергией более 310 кДж/м³, обеспечивающих снижение материалоемкости, себестоимости и увеличение срока службы. Получение материалов с аморфной и микрокристаллической структурой (величиной зерна менее 1 мкм), обладающих особыми физико-механическими свойствами и коррозионной стойкостью. Магнито-мягкие сплавы со смешанной аморфно-кристаллической структурой, высокопрочные и высокопластичные сплавы со специальными физическими и служебными характеристиками. Материалы с особыми механическими свойствами.	ПК-1

№	Наименование тем	Содержание	Компетенция
		Проблемы создания и применения сплавов с памятью формы и высокого демпфирования. Конструирование на базе сплавов с памятью формы принципиально новых устройств и механизмов современной техники и медицины. Особенности деформации сверхпрочных материалов. Гидроэкструзия. Использование явления сверхпластичности при технологических операциях ОМД. Методы получения ультрамелкого зерна. Синтез неравновесных фаз при деформации (эффект механического легирования). Композиционные материалы как один из приоритетных направлений материаловедения XXI века. Принципы конструирования композиционных материалов с металлической и полимерной матрицами; биметаллические, слоистые и порошковые материалы конструкционного и функционального назначения. Высокопрочные и высокомодульные композиционные материалы.	
6	Тема 6. Перспективные конструкционные материалы	Новые конструкционные стали в автомобилестроении. Современные трубные стали. Перспективные материалы в судостроении. Перспективные материалы и технологии для авиакосмической техники.	ПК-1
7	Тема 7. Высокоазотистые стали	Физические основы азотистых сталей: влияние азота и углерода на межатомное взаимодействие в железе; ближний атомный порядок; термодинамическая стабильность твердых растворов; механизмы упрочнения и механические свойства. Классификация способов создания высокоазотистых сталей и сплавов. Высокопрочные коррозионностойкие стали аустенитного класса. Высоко-азотистые стали мартенситного класса. Двухфазные высокохромистые стали, легированные азотом. Комплексно легированные азотом и углеродом стали широкого спектра назначения. Область применения высокоазотистых сталей. Перспектива развития высокоазотистых сталей.	ПК-1
8	Тема 8. Перспективы развития материалов со специальными свойствами	Металлические проводниковые материалы. Полупроводниковые материалы. Магнитные стали и сплавы. Сплавы с высоким электрическим сопротивлением. Стали и сплавы с особыми упругими свойствами. Сплавы с заданным коэффициентом теплового расширения. Новые интеллектуальные материалы с памятью формы и технологии их получения.	ПК-1
9	Тема 9. Перспективные аморфные материалы	Понятие аморфного состояния твердого тела. Структура аморфных материалов. Механические свойства. Специальные свойства. Области и перспективы применения	ПК-1

№	Наименование тем	Содержание	Компетенция
10	Тема 10. Объемные наноматериалы	Понятие и классификация наноматериалов. Виды современных наноматериалов. Объемные наноматериалы. Классификация по Гляйтеру. Методы получения объемных наноматериалов. Фуллерены и нанотрубки. Современные тенденции в развитии методов интенсивной пластической деформации. Высокие механические свойства наноструктур, сверхпластичность. Стратегия повышения механических свойств наноматериалов, полученных ИПД: получение бимодальной структуры; использование наночастиц в ультрамелкозернистой матрице; формирование неравновесных границ зерен. Наноструктурные материалы как конструкционные и функциональные материалы нового поколения: полупроводниковые и диэлектрические материалы, высокотемпературные сверхпроводники, магнитные, интеллектуальные материалы, материалы с рекордной усталостной прочностью; для криогенного применения; с повышенным сопротивлением радиации; вязкие тугоплавкие металлы. Развитие методов ИПД для получения объемных наноструктурных материалов. Структурные особенности наноструктурных ИПД металлов. Стратегия повышения свойств наноматериалов. Наноструктурные металлы и сплавы для перспективных применений. Барокриодеформирование. Нанокompозитные и нанопористые материалы.	ПК-1
11	Тема 11. Модифицированные поверхностные слои и покрытия	Ионная имплантация. Лазерное легирование. Интенсивная пластическая деформация трением (ИПДТ) сталей. Нанокристаллическая структура. Накопление пластической деформации и повреждаемость поверхностных слоев. Упрочнение поверхности при ИПДТ. Изменение химического состава поверхностных слоев. Влияние ИПДТ на механические свойства и разрушение сталей. Комбинированная деформационно-термическая обработка. Перспективы использования ИПДТ в инновационных технологиях. Цели создания покрытий и тонких пленок на поверхности материала. PVD- и CVD-методы получения покрытий.	ПК-1

4.4. Содержание практических занятий семинарского типа

Таблица 5. Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Количество часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
2	Практическая работа №1. Химический анализ алюминия и его сплавов	2	10,4
5	Практическая работа №2. Плавка алюминия и алюминиевых сплавов	2	9,4
3	Определение содержания углерода в чугунах и сталях. Расчетно-графическая работа № 1	2	10,9
6	Практическая работа №3. Комплексная переработка нефелинового концентрата на глинозём и попутную продукцию	2	10,4
8	Практическая работа №4. Использование металлургических процессов в металлургии лёгких и редких металлов	2	9,4
9	Практическая работа №5. Исследование новых сталей в автомобилестроении	2	10,8
10	Практическая работа №6. Анализирование перспективных материалов для авиакосмической техники	4	19,8
7	Изучение комбинированно легированных атомами внедрения материалы. Расчетно-графическая работа № 2	2	9,3
11	Практическая работа №7. Исследование объемных наноматериалов	2	10,4
	ВСЕГО	20	100,8

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Электронный учебный курс «Материаловедение» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: - <https://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=3692>

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

Таблица 6. Учет успеваемости обучающегося по дисциплине

Учет успеваемости	Количество баллов
Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр:	100
- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля	100
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации	30

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Перечень вопросов и критерии оценивания ответов на вопросы в билете по темам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен.

Форма проведения экзамена: устный ответ на два вопроса в билете.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7. Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Текущий контроль	0-100
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 7.1. Распределение баллов по текущему контролю успеваемости

№	Вид работ	Min	Max
1. Обязательная часть			
1.1 Текущий контроль успеваемости по проверке форсированности остаточных знаний			
Текущий контроль успеваемости. Тест:		0	10
1.2 Выполнение практических работ:			
1.2.1	Практическая работа №1. Химический анализ алюминия и его сплавов	1	2
1.2.2	Практическая работа №2. Плавка алюминия и алюминиевых сплавов	1	2
1.2.3	Расчетно-графическая работа № 1 Определение содержания углерода в чугунах и сталях.	1	2
1.2.4	Практическая работа №3. Комплексная переработка нефелинового концентрата на глинозём и попутную продукцию	3	4
1.2.5	Практическая работа №4. Использование металлургических процессов в металлургии лёгких и редких металлов	3	4
1.2.6	Практическая работа №5. Новые стали в автомобилестроении	3	4
1.2.7	Практическая работа №6. Перспективные материалы для авиакосмической техники	3	4
1.2.8	Расчетно-графическая работа № 2 Комбинированно легированные атомами внедрения материалы.	3	4
1.2.9	Практическая работа №7. Объемные наноматериалы	2	4
Итого баллов по обязательной части		20	40
2. Вариативная часть			
2.1	Реферат по дисциплине «Материаловедение»	1	5
2.2	Участие в НИРС	10	25
2.3	Участник клуба МиФ	1	10
2.4	Участие в олимпиаде (физика, математика)	5	10
2.4.1	участие	5	5
2.4.2	призер	10	10
2.5	Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)	10	10
2.6	Акселерационная программа/ проект Росмолодежи	20	40
2.6.1	участие	20	20
2.6.2	грант	40	40

	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	30
Итого баллов по вариативной части		40	60
Итого баллов по дисциплине			100

Таблица 7.2. Конвертация баллов в итоговую оценку

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	64-84
Удовлетворительно	40-63
Неудовлетворительно	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации, представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Давыдова, И. С. Материаловедение : учебное пособие / И.С. Давыдова, Е.Л. Максина. — 2-е изд. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2020. — 228 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01222-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1062389>. – Режим доступа: по подписке.

2. Материаловедение : учебник / Г.Г. Сеферов, В.Т. Батиенков, Г.Г. Сеферов, А.Л. Фоменко ; под ред. В.Т. Батиенкова. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 151 с. — (Среднее профессиональное образование). — DOI 10.12737/978. - ISBN 978-5-16-016094-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2184529>. – Режим доступа: по подписке.

3. Литвинов, В. С. Материаловедение. Рекристаллизация металлов и сплавов : учебное пособие для вузов / В. С. Литвинов, С. В. Гриб ; под научной редакцией А. А. Попова. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 87 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21001-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559142>.

4. Черепяхин, А. А. Материаловедение: учебник / А.А. Черепяхин, А.А. Смолькин. — Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2023. — 288 с. — (Бакалавриат). - ISBN 978-5-906818-56-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1099251>. – Режим доступа: по подписке.

5. Капустин, В. И. Технология производства и контроль качества наноматериалов и наноструктур : учеб. пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 244 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015278-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1021725>. – Режим доступа: по подписке.

6. Рогов, В. А. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / В. А. Рогов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 174 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20502-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559157>.

Дополнительная литература:

1. Леушин, И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник / И.О. Леушин. - М. : Форум : НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 208 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-91134-732-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1012428>. - Режим доступа: по подписке.

2. Горенский, Б. М. Информационные технологии в цветной металлургии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. М. Горенский, О. В. Кирякова, С. В. Ченцов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 187 с. - ISBN 978-5-7638-2509-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/442092>. - Режим доступа: по подписке.

3. Методы переработки отходов металлического лома латуни и бронзы / С. Т. Ермуханова, А. И. Хацринов, С. В. Водопьянова, А. З. Сулейманова // Вестник Технологического университета. – 2024. – Т. 27, № 12. – С. 115-120. – DOI 10.55421/1998-7072_2024_27_12_115. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=79589940>.

4. Взоротов, С. А. Разработка технологии переработки медных отходов, содержащих драгоценные металлы / С. А. Взоротов, А. М. Ключников // Цветные металлы. – 2019. – № 8. – С. 90-96. – DOI 10.17580/tsm.2019.08.10. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54647823>.

5. Гречкин, П. В. Современные методы получения тонкодисперсных металлических порошковых материалов / П. В. Гречкин, Н. Е. Корниенко // Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы. Сварка : Сборник докладов 11-го Международного симпозиума. В 2-х частях, Минск, 10–12 апреля 2019 года. Том Часть 1. – Минск: Республиканское унитарное предприятие "Издательский дом "Белорусская наука", 2019. – С. 138-148. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42443646>

6. Химическое диспергирование как способ выделения ультра- и нанодисперсных порошков карбида титана / Т. И. Игнатьева, О. М. Милосердова, В. Н. Семенова, И. П. Боровинская // Перспективные материалы. – 2009. – № 3. – С. 82-87. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12953053>

7. Материаловедение и технология материалов : учебник для вузов / под редакцией Г. П. Фетисова. — 8-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 808 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18111-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568795>.

8. Гуреева, М. А. Металловедение: макро- и микроструктуры литейных алюминиевых сплавов : учебник для вузов / М. А. Гуреева, В. В. Овчинников, И. Н. Манакон. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 254 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10223-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564307>.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Образовательная платформа Нетология [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://netology.ru/>

2. Образовательная платформа Яндекс Практикум [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://practicum.yandex.ru/>

3. Образовательная платформа GeekBrains [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gb.ru/>

4. Образовательная платформа Skillbox [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://skillbox.ru/>

5. Образовательная платформа SkillFactory [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://skillfactory.ru/>

6. Образовательная платформа Открытое образование [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://openedu.ru/>

7. Образовательная платформа Лекториум [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.lektorium.tv/>

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Операционная система: Astra linux [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://astralinux.ru/>

2. Операционная система: Alt linux [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bascalt.ru/alt-education/>

3. Программное обеспечение географической информационной системы (ГИС) QGIS (триал/демо версия). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://qgis.org/>

4. Браузер: Яндекс браузер [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://browser.yandex.ru/>

5. Файловый архиватор: 7-zip [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.7-zip.org/>

6. Файловый менеджер: Far-manager [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://farmanager.com/>

7. Офисный пакет: OpenOffice [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.openoffice.org/ru/>

8. Разработка 2D и 3D визуализации данных [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.goldensoftware.com/>

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Веб-геоинформационная платформа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kosmosnimki.ru/>

2. Веб-портал в области ГИС и ДЗЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gis-lab.info/>

3. Веб-портал в области свободного программного обеспечения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.opennet.ru/>

4. Веб-портал в области современных технологий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.computerra.ru/>

5. Информационный портал «ГИС-ассоциация: Межрегиональная общественная организация содействия развитию рынка геоинформационных технологий и услуг» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gisa.ru/>

6. Информационный портал «Научная Россия» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scientificrussia.ru/>

7. Сетевое издание «CNews» («СиНьюс») [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cnews.ru/>

8. Сетевое издание «IT-World: Мир цифровых и информационных технологий» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.it-world.ru/>

9. Справочно-информационный портал «Грамота.ру» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gramota.ru/>

10. Справочно-правовая система «Гарант» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/>

11. Справочно-правовая система «Консультант плюс» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru/>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. База данных исследований Центра стратегических разработок [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.csr.ru/ru/research/>

2. База данных международных индексов научного цитирования Scopus [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.scopus.com/>
3. База данных международных индексов научного цитирования Web of Science [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://webofscience.com/>
4. База данных НП «Международное Исследовательское Агентство «Евразийский Монитор» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://eurasiamonitor.org/issliedovaniia>
5. База книг и публикаций электронной библиотеки «Наука и Техника» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://n-t.ru/>
6. Базы данных официальной статистики Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistic>
7. Геопортал данных ДЗЗ Роскосмоса [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gptl.ru/>
8. Электронная библиотечная система «Znanium» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://znanium.ru/>
9. Электронная библиотечная система «Юрайт» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://urait.ru/>
10. Электронная научная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
11. Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>
12. Национальное управления океанических и атмосферных исследований NOAA [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iaea.org/>
13. ЕСИМО – межведомственная федеральная информационная система. Единая государственная система информации об обстановке в мировом океане [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://esimo.ru/>
14. Федеральная служба государственной статистики (Профессиональная база данных) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/>
15. Официальная статистика РФ ЕМИСС [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория, оснащенная специализированным оборудованием, аудитория 215 (пр. Metallistov, д. 3, лит. А, корп. 2) – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерами, служащими для работы с информацией.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.