

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра высшей математики и физики

Рабочая программа дисциплины

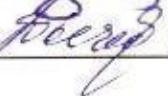
Б1.В.1.01 Материаловедение

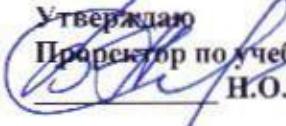
Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки
(сетевая форма реализации)

03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность (профиль):
«Физические исследования инновационных материалов»
Уровень
Магистратура

Форма обучения
Очная


Согласовано
Руководитель ОПОП
Бобкова Т.И.

Д'яченко 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., Д'яченко 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 дисциплинам, формируемым участниками образовательных отношений, изучается в 1 семестре.

Изучается параллельно 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 для проведения научных исследований с использованием современных информационных технологий	ПК-1.1. Применяет специальные знания для исследования структуры и свойств новых материалов	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. Проводит математи-	Знать:

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Результаты обучения
	ческое моделирование и оптимизацию параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств	<ul style="list-style-type: none"> - основные принципы построения моделей и их компьютерных реализаций <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - описывать процессы, происходящие в твердом теле, с помощью уравнений; - выбирать оптимальные методики для моделирования различных физических процессов; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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

Объём 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 защита выполнения практической работы №1	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
3	Тема 3. Пути повышения прочности	2	6	9	Расчетно- графическая работа № 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 защита выполнения практической работы №2	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
6	Тема 6. Перспективные конструкционные материалы	2	0	15	Устная защита выполнения практической работы №3	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
7	Тема 7. Высокоазотистые стали	2	2	12	Расчетно- графическая работа №2	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
8	Тема 8. Перспективы развития материалов со специальными свойствами	2	0	10	Устная защита выполнения практической работы №4	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
9	Тема 9. Перспективные аморфные материалы	2	0	9	Устная защита выполнения практической работы №5	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
10	Тема 10. Объемные наноматериалы	2	2	9	Устная защита выполнения практической 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

№ 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			
11	Тема 11. Модифицированные поверхностные слои и покрытия	2	0	7	Тестирование. Устная защита выполнения практической 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. Повышение качества производимой продукции и расширение её ассортимента обладающей высокими потребительскими свойствами.	ПК-1
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	ПК-1

№	Наименование тем	Содержание	Компетенция
		<p>и получение материалов с предельной плотностью дефектов кристаллического строения.</p> <p>Чистые по неметаллическим включениям стали и сплавы как материалы с высокой конструкционной прочностью и специальными свойствами.</p> <p>Современные достижения и тенденции развития высокопрочных сталей.</p> <p>Современные достижения и тенденции развития высокопрочных конструкционных мартенситно-стареющих сталей. Высокопрочные элинварные сплавы.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	
4	Тема 4. Актуальные проблемы материаловедения и основные направления их решения.	<p>Современное состояние и ведущие тенденции развития материаловедения в интересах обеспечения потребностей человечества в высокоэффективных материалах.</p> <p>Применение современных методов исследования и испытаний материалов, металлов и сплавов, с целью прогнозирования их строения и свойств.</p> <p>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; 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.</p> <p>Основные проблемы металлургии и материаловедения цветных металлов: повышение качества цветных металлов и сплавов; получение дисперсноупрочнённых сплавов.</p> <p>Современные достижения в области поверхностного</p>	ПК-1

№	Наименование тем	Содержание	Компетенция
		упрочнения металлоизделий, повышения их коррозионной устойчивости и придания материалам антифрикционных свойств.	
5	Тема 5. Материалы со специальными свойствами	<p>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.</p> <p>Материалы с особыми электромагнитными свойствами.</p> <p>Разработка новых специальных парамагнитных и антиферромагнитных сплавов с заданными физико-механическими свойствами (сталей со сверхновесной концентрацией азота, безхромистых аустенитных сталей).</p> <p>Проблема создания нового поколения материалов для постоянных магнитов с магнитной энергией более 310 кДж/м³, обеспечивающих снижение материоемкости, себестоимости и увеличение срока службы.</p> <p>Получение материалов с аморфной и микрокристаллической структурой (величиной зерна менее 1 мкм), обладающих особыми физико-механическими свойствами и коррозионной стойкостью.</p> <p>Магнито-мягкие сплавы со смешанной аморфно-кристаллической структурой, высокопрочные и высокопластичные сплавы со специальными физическими и служебными характеристиками.</p> <p>Материалы с особыми механическими свойствами.</p> <p>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.</p> <p>Особенности деформации сверхпрочных материалов. Гидроэкструзия. Использование явления сверхпластичности при технологических операциях ОМД. Методы получения ультрамелкого зерна. Синтез неравновесных фаз при деформации (эффект механического легирования).</p> <p>Композиционные материалы как один из</p>	ПК-1

№	Наименование тем	Содержание	Компетенция
		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
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.	ПК-1

№	Наименование тем	Содержание	Компетенция
		<p>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.</p> <p>Развитие методов ИПД для получения объемных наноструктурных материалов. Структурные особенности наноструктурных ИПД металлов. Стратегия повышения свойств наноматериалов. Наноструктурные металлы и сплавы для перспективных применений.</p> <p>Барокриодеформирование.</p> <p>Нанокомпозитные и нанопористые материалы.</p>	
11	Тема 11. Модифицированные поверхностные слои и покрытия	<p>Ионная имплантация. Лазерное легирование.</p> <p>Интенсивная пластическая деформация трением (ИПДТ) сталей. Нанокристаллическая структура.</p> <p>Накопление пластической деформации и повреждаемость поверхностных слоев. Упрочнение поверхности при ИПДТ. Изменение химического состава поверхностных слоев. Влияние ИПДТ на механические свойства и разрушение сталей.</p> <p>Комбинированная деформационно-термическая обработка. Перспективы использования ИПДТ в инновационных технологиях.</p> <p>Цели создания покрытий и тонких пленок на поверхности материала. PVD- и CVD-методы получения покрытий.</p>	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 металлотермических процессов в	2	9,4

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Количество часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
	металлургии лёгких и редких металлов		
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 металлотермических 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. Черепахин, А. А. Материаловедение: учебник / А.А. Черепахин, 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. Взородов, С. А. Разработка технологии переработки медных отходов, содержащих драгоценные металлы / С. А. Взородов, 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. Манаков. — 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.basealt.ru/alt-education/>

3. Программное обеспечение географической информационной системы (ГИС) QGIS (trial/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 аудитории 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. Металлистов, 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.