

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 16.11.2023 16:52:44

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Закреплена за подразделением

Научно-исследовательский центр "Термохимия материалов"

Направление подготовки

00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

38

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 20			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	38	38	38	38
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.т.н., Директор, Хван А.В.; к.т.н., с.н.с., Чеверикин В.В.; PhD, с.н.с., Кондратьев А.В.*

Рабочая программа

### **Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Металловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Металловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Научно-исследовательский центр "Термохимия материалов"**

Протокол от 21.06.2023 г., №41

Руководитель подразделения Хван Александра Вячеславовна, д.х.н.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Обобщить знания аспирантов в области материаловедения с использованием термодинамического моделирования в реальных многокомпонентных химических системах, а также показать применения данных методов для решения различных научно исследовательских и производственных задач
-----	--

## 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:	2.1.3
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	3D-моделирование машин, агрегатов и процессов
2.1.2	Биоматериаловедение
2.1.3	Высокотемпературные и сверхтвердые материалы
2.1.4	Геолого-маркшейдерское обеспечение горных работ
2.1.5	Геотехнологии освоения месторождений полезных ископаемых
2.1.6	Диагностика, экспертиза и коррозионный мониторинг состояния металлических материалов
2.1.7	Инновационные конструкционные материалы
2.1.8	Инновационные литейные технологии
2.1.9	Инновационные технологии и конструкции оборудования для производства труб, деталей и специальных изделий
2.1.10	Композиционные наноматериалы
2.1.11	Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород
2.1.12	Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород
2.1.13	Логистика и экодизайн технологий черной металлургии
2.1.14	Материаловедение и технологии материалов электроники
2.1.15	Материаловедение функциональных материалов
2.1.16	Металловедение и технологии легких сплавов
2.1.17	Методология проектирования горных предприятий
2.1.18	Механика подземных сооружений
2.1.19	Обеспечение безопасного применения электроэнергии на предприятиях минерально-сырьевого комплекса
2.1.20	Оптика и физика лазеров
2.1.21	Организация и обеспечение качества аналитического контроля
2.1.22	Порошковые, композиционные, аддитивные материалы и покрытия
2.1.23	Приборы твердотельной электроники и микроэлектроники
2.1.24	Проблемы надежности горных машин и оборудования
2.1.25	Процессы и технологии обогащения и глубокой переработки минерального сырья
2.1.26	Ресурсосбережение и комплексное использование сырья в металлургии цветных, редких и благородных металлов
2.1.27	Строительная геотехнология
2.1.28	Теоретические исследования и моделирование перспективных сталеплавильных и ферросплавных процессов
2.1.29	Теоретические основы и средства компьютерного моделирования процессов ОМД
2.1.30	Теория и практика решения металлургических задач
2.1.31	Термохимия материалов и термодинамическое моделирование
2.1.32	Технологические основы получения материалов макро-, микро- и наноэлектроники
2.1.33	Физика конденсированного состояния
2.1.34	Физика конденсированного состояния и квантовые технологии
2.1.35	Физика конденсированного состояния функциональных материалов
2.1.36	Физика наноразмерных материалов и структур
2.1.37	Физика полупроводников и диэлектриков
2.1.38	Физико-технологические основы получения материалов и элементов макро-, микро- и наноэлектроники
2.1.39	Физико-химия наноматериалов
2.1.40	Физико-химия процессов и материалов
2.1.41	Химия и технология переработки твердых горючих ископаемых
2.1.42	Академическое письмо
2.1.43	Иностранный язык
2.1.44	История и философия науки
2.1.45	Физико-химические и химические процессы обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья

<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.2	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.3	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.4	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.5	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.6	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.7	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.8	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.9	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.10	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.11	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.12	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.13	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.14	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.15	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.16	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.17	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.18	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.19	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.20	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.21	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.22	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.23	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.24	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.25	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.26	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.27	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.28	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.29	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.30	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.31	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.32	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.33	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.34	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.35	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.36	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.37	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.38	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.39	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.40	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.41	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.42	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты**

**Знать:**

А-3-31 расчетно-теоретические и экспериментальные методы исследований в области металловедения

**А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата**

**Знать:**

А-2-31 принципы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных исследований с применением компьютерных технологий
<b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>
<b>Знать:</b>
А-1-31 принципы интегрирования знаний естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения
<b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>
<b>Уметь:</b>
А-3-У1 обрабатывать результаты научно-исследовательской работы, оформлять научно-технические отчеты, готовить к публикации научные статьи и доклады
<b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>
<b>Уметь:</b>
А-2-У1 выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования с применением компьютерных технологий
<b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>
<b>Уметь:</b>
А-1-У1 использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии
<b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>
<b>Владеть:</b>
А-3-В1 навыками использования различных расчетно-теоретических и экспериментальных методов исследований в области материаловедения
<b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>
<b>Владеть:</b>
А-2-В1 навыками выполнения расчетно-теоретических и экспериментальных исследований в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий
<b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>
<b>Владеть:</b>
А-1-В1 навыками использования на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Применение вычислительной термодинамики для оптимизации свойств материалов</b>							
1.1	Применение вычислительной термодинамики для оптимизации свойств материалов /Лек/	7	6	А-3-31 А-2-31 А-2-У1 А-3-У1 А-1-31	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2			
	<b>Раздел 2. Применение вычислительной термодинамики для оптимизации процессов производства материалов и разработки новых материалов</b>							

2.1	Применение вычислительной термодинамики для оптимизации процессов производства материалов и разработки новых материалов /Лек/	7	11	A-3-31 A-3-У1 A-2-31 A-2-У1 A-1-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
<b>Раздел 3. Разработка новых термодинамических моделей для описания особых физических и технологических свойств материалов</b>								
3.1	Самостоятельная работа №1 Разработка новых термодинамических моделей для описания особых физических и технологических свойств материалов /Ср/	7	16	A-3-В1 A-3-У1 A-1-В1 A-1-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.2	Практическая работа №1 Разработка новых термодинамических моделей для описания особых физических и технологических свойств материалов /Пр/	7	6	A-3-У1 A-3-В1 A-2-У1 A-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
<b>Раздел 4. Управление многокомпонентными (6 и более компонентов) термодинамическими базами данных и их применение для разработки новых материалов</b>								
4.1	Самостоятельная работа №2 Управление многокомпонентными (6 и более компонентов) термодинамическими базами данных и их применение для разработки новых материалов /Ср/	7	22	A-1-В1 A-1-У1 A-2-У1 A-2-В1 A-3-У1 A-3-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
4.2	Практическая работа №2 Управление многокомпонентными (6 и более компонентов) термодинамическими базами данных и их применение для разработки новых материалов /Пр/	7	11	A-1-В1 A-1-У1 A-3-У1 A-3-В1 A-2-У1 A-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Экзамен	A-3-31;A-3-У1;A-3-В1;A-2-31;A-2-У1;A-1-31;A-1-У1;A-1-В1;A-2-В1	<p>Вопросы для подготовки к экзамену</p> <p>Оборудование для получения термодинамических свойств?</p> <p>Какие датчики используются в калориметрах для определения данных в металлах?</p> <p>Какие приборы используются для определения данных в аморфных металлах?</p> <p>Как зависят свойства металлических изделий от механической обработки</p> <p>Как зависят свойства металлических изделий от термической обработки</p> <p>Какие основные типы приборов используются для получения термодинамических данных?</p> <p>Какие данные датчиков используются для получения корректных и некорректных термодинамических данных?</p> <p>Оборудование для построения диаграмм состояния</p> <p>Какие термодинамические данные используются для моделирования технологических процессов</p> <p>Как проводится оптимизация термодинамических данных с учетом международных классификаций.</p> <p>Как проводится оптимизация термодинамических данных для проведения термической обработки в мире</p> <p>Термодинамическое моделирование с использованием программных продуктов. Основные особенности</p> <p>Как можно управлять термодинамическими базами данных и их применение для разработки новых материалов</p> <p>Какие данные используются для получения особых свойств материалов?</p> <p>Как зависят механические свойства материалов от их термодинамических данных</p> <p>Какие термодинамические данные используются в сталеплавильном производстве?</p> <p>Какие термодинамические данные используются при производстве алюминиевых сплавов?</p> <p>От каких термодинамических данных зависит технология получения изделий?</p> <p>Как зависят термодинамические свойства металлов и сплавов от их структуры</p> <p>Какие термодинамические данные возможно интегрировать в технологический процесс</p>
-----	---------	--	--

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Практическая работа №1 Разработка новых термодинамических моделей для описания особых физических и технологических свойств материалов	A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1	Построение и разработка новых термодинамических моделей для описания особых физических и технологических свойств материалов
Р2	Практическая работа №2 Управление многокомпонентными (6 и более компонентов) термодинамическими базами данных и их применение для разработки новых материалов	A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1;A-1-У1;A-1-В1	Изучение способов управления многокомпонентными (6 и более компонентов) термодинамическими базами данных и их применение для разработки новых материалов



P3	Самостоятельная работа №1 Разработка новых термодинамических моделей для описания особых физических и технологических свойств материалов	A-3-У1;A-3-В1;A-1-У1;A-1-В1	Разработка новых термодинамических моделей для описания особых физических и технологических свойств материалов на основе полученных данных
P4	Самостоятельная работа №2 Управление многокомпонентными (6 и более компонентов) термодинамическими базами данных и их применение для разработки новых материалов	A-1-В1;A-1-У1;A-2-В1;A-2-У1;A-3-У1;A-3-В1	Управление многокомпонентными (6 и более компонентов) термодинамическими базами данных и их применение для разработки новых материалов на основе полученных данных

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса из списка вопросов самостоятельной подготовки к экзамену.

Экзаменационные билеты хранятся в центре. Пример экзаменационного билета представлен в приложении.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний аспиранта на экзамене.

Предполагается следующая шкала оценок:

- а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;
- б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;
- в) «удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;
- г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Новиков И. И., Строганов Г. Б., Новиков А. И.	Металловедение, термообработка и рентгенография: Учебник для студ.металлург. и машиностроит. спец. вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1994

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Новиков И. И., Золоторевский В. С., Портной В. К., др., Золоторевский В. С.	Термическая обработка. Сплавы	Электронная библиотека	, 2014

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Белов Николай Александрович, Хван Александра Вячеславовна	Основы материаловедения: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Metallургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.2	Поздняков Андрей Владимирович, Чеверикин Владимир Викторович	Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Springer Materials The Landolt-Börnstein Database	<a href="http://www.springermaterials.com/docs/index.html">http://www.springermaterials.com/docs/index.html</a>
Э2	An Open Quantum Materials Databas	<a href="http://oqmd.org/">http://oqmd.org/</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ESET NOD32 Antivirus
П.2	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.3	ThermoCalc
П.4	CES EDUPack
П.5	MTDATA

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
313	Аудитория для проведения лекций, семинаров, для самостоятельной работы студентов:	комплект учебной мебели на 17 рабочих мест, оборудованных персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, проектор, экран, доска
314	Аудитория для самостоятельной работы студентов:	комплект учебной мебели на 7 рабочих мест, доска
309	Аудитория для проведения экспериментов по НИР, практических занятий:	оборудование для приготовления образцов для исследований, вытяжной шкаф
313	Аудитория для проведения лекций, семинаров, для самостоятельной работы студентов:	комплект учебной мебели на 17 рабочих мест, оборудованных персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, проектор, экран, доска
314	Аудитория для самостоятельной работы студентов:	комплект учебной мебели на 7 рабочих мест, доска
309	Аудитория для проведения экспериментов по НИР, практических занятий:	оборудование для приготовления образцов для исследований, вытяжной шкаф

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина требует большой самостоятельной работы. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе.

Работа над конспектом лекции.

Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины. На лекциях особое внимание уделяется усвоению студентами изучаемых проблем, развитию их профессионально-значимых свойств и качеств. Лекции по учебной дисциплине проводятся в форме диалога, с использованием подготовленного материала – презентации. Работу над конспектом следует начинать с его доработки, желательно в тот же день, пока материал еще легко воспроизводим в памяти. С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать непринятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Подготовленный конспект и рекомендуемая литература используются при подготовке к практическим занятиям. Подготовка сводится к внимательному прочтению учебного материала, к выводу с карандашом в руках всех утверждений и формул, к решению примеров, задач, к ответам на вопросы. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля.

Подготовка к практическому занятию.

Для успешного освоения материала студентам рекомендуется сначала ознакомиться с учебным материалом, изложенным в

лекциях и основной литературе, затем выполнить самостоятельные задания, при необходимости обращаясь к дополнительной литературе. При подготовке к практическим занятиям можно выделить два этапа:

- организационный, на котором студент планирует свою самостоятельную работу,
- рабочий, на котором осуществляется непосредственная подготовка студента к занятию.

Самостоятельная работа с рекомендованной литературой.

При работе с основной и дополнительной литературой целесообразно придерживаться такой последовательности. Сначала прочитать весь заданный материал, чтобы составить представление об изучаемом материале, понять общий смысл прочитанного. Затем прочитать вторично, чтобы в ходе чтения понять и запомнить смысл каждой фразы, каждого положения и вопроса в целом. Продуктивно сопровождать чтение записями (план прочитанного текста, тезисы, выписки, конспектирование и др.) Если содержание материала несложное, легко усваиваемое, можно ограничиться составлением плана. Если материал содержит новую и трудно усваиваемую информацию, целесообразно его законспектировать.

В качестве вспомогательной литературы рекомендуются к использованию:

- 1 T. Iida, R.I.L. Guthrie, The physical properties of liquid metals, Clarendon Press, 1988
- 2 M. Allibert, H. Gaye, J. Geiseler, D. Janke, B.J. Keene, D. Kirner, M. Kowalski, J. Lehmann, K.C. Mills, etc., Slag Atlas, 2nd edition, Verlag Stahleisen GmbH, 1995
- 3 K.C. Mills, Recommended values of thermophysical properties for selected commercial alloys, Woodhead Publishing Limited, 2002
- 4 А.И. Рабухин, В.Г. Савельев, Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных соединений, ИНФРА-М, 2004
- 5 В.Е. Зиновьев, Теплофизические свойства металлов при высоких температурах, Metallurgia, 1989
- 6 С.Е. Вайсбурд, Физикохимические свойства и особенности строения сульфидных расплавов, Metallurgia, 1996
- 7 Y. Waseda, J.M. Toguri, The structure and properties of oxide melts, World Scientific, 1998
- 8 S. Seetharaman, A. McLean, R. Guthrie, S. Sridhar, Treatise on process metallurgy, vol. 1 "Process fundamentals", Elsevier, 2014

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний аспиранта на экзамене

Предполагается следующая шкала оценок:

- а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;
- б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;
- в) «удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;
- г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Дополнительная литература:

- H L Lukas, S G Fries, B Sundman Computational Thermodynamics, Cambridge university press, 2007  
K Hack, The SGTE casebook: Thermodynamics at work, Woodhead publishing in materials, 2008  
Г.Ф. Воронин Основы термодинамики МГУ 1987  
N Saunders, AP Miodownik, Calculation of Phase Diagrams. A comprehensive guide, Pergamon, 1998