

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Фазовые превращения при получении металлов и соединений

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль Физико-химия процессов и материалов

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	108	Формы контроля в семестрах: экзамен 2 курсовая работа 2
в том числе:		
аудиторные занятия	34	
самостоятельная работа	38	
часов на контроль	36	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18			
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):

*дтн, Доцент, Конюхов Юрий Владимирович*

Рабочая программа

**Фазовые превращения при получении металлов и соединений**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-22-6.plx Физико-химия процессов и материалов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Физико-химия процессов и материалов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов**

Протокол от 16.06.2021 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Научить методам исследования эволюции гетерофазной структуры во времени в зависимости от внешних условий и возможных метастабильных состояний
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.2	Методы исследования характеристик и свойств материалов	
2.1.3	Спектроскопические (и зондовые) методы исследования материалов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Аморфные и нанокристаллические материалы, полученные закалкой из расплавов	
2.2.2	Магнитные свойства функциональных материалов	
2.2.3	Физико-химия и технология композиционных материалов	
2.2.4	Физико-химия получения и обработки материалов	
2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Преддипломная практика	

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

<b>ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-2-31 Основные требования к оформлению научно-технической документации, ее структуру и правила оформления	
<b>ПК-6: Углубленно знает основные типы неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, владеет навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-6-31 Основные проблемы и экономические, экологические и социальные ограничения в области в области материаловедения и технологии материалов	
<b>ПК-5: Способен формировать совместно с технологом и конструктором предложения по изменению технологического регламента получения нанометаллов, сплавов и композитов на их основе с улучшенными свойствами в соответствии с требованиями потребителя, а также реализовывать получение и исследование свойств пробных партий образцов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-5-31 Модели, характеризующие связь между эксплуатационными, технологическими и инженерными свойствами и параметрами состава и структуры материала.	
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-1-31 фундаментальные основы в области материаловедения и технологии материалов	
<b>ПК-5: Способен формировать совместно с технологом и конструктором предложения по изменению технологического регламента получения нанометаллов, сплавов и композитов на их основе с улучшенными свойствами в соответствии с требованиями потребителя, а также реализовывать получение и исследование свойств пробных партий образцов</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-5-У1 Разрабатывать, вносить и согласовывать рекомендации и предложения по изменению технологического регламента производства нанопродукции.	
<b>ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки</b>	
<b>Уметь:</b>	

ОПК-2-У1 Оформлять отчеты о проведенной научно-исследовательской работе в форме научно-технических отчетов, обзоров и публикаций.
<b>ПК-6: Углубленно знает основные типы неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, владеет навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-6-У1 Решать прикладные инженерные проблемы с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений, участие в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 решать производственные и исследовательские задачи в области материаловедения
<b>ПК-6: Углубленно знает основные типы неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, владеет навыками самостоятельного выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-6-В1 Методами моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 методами решения производственных и исследовательских задач в области материаловедения и технологии материалов
<b>ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-2-В1 Навыками сбора, хранения и обработки информации с использованием современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов
<b>ПК-5: Способен формировать совместно с технологом и конструктором предложения по изменению технологического регламента получения нанометаллов, сплавов и композитов на их основе с улучшенными свойствами в соответствии с требованиями потребителя, а также реализовывать получение и исследование свойств пробных партий образцов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-5-В1 Навыками проектирования технологического процесса производства материала и изделий из него с заданными характеристиками, расчета и конструирования технологической оснастки с использованием современных наборов прикладных программ и компьютерной графики, сетевых технологий и баз данных

#### 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. Теория зарождения и роста новой фазы</b>							
1.1	Введение в теорию фазовых превращений. Движущая сила фазовых превращений /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-2-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.2	Классификация фазовых превращений. Механизм и характерные особенности основных типов фазовых превращений. /Лек/	2	2	ПК-5-31 ПК-6-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1

1.3	Гомогенное и гетерогенное образование зародышей новой фазы. Работа образования критического зародыша. /Лек/	2	2	ОПК-2-31 ПК-6-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.4	Теории роста новой фазы. Модель Косселя-Странского. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ПК-5-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.5	Дислокационная теория роста. /Лек/	2	1	ОПК-2-31 ПК-5-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.6	Влияние условий получения новой фазы на размер критического радиуса зародыша. /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-2-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.7	Расчет работы образования критического зародыша для различных условий получения. /Пр/	2	2	ПК-5-У1 ПК-6-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.8	Определение стабильности нанодисперсных систем. /Пр/	2	2	ОПК-2-У1 ПК-6-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.9	Определение температуры начала фазовых превращений. /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.10	Определение тепловых эффектов превращений по данным сканирующей калориметрии. /Пр/	2	1	ОПК-1-31 ПК-6-31	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.11	Проработка материалов лекций, практических занятий и выполнение курсовой работы. /Ср/	2	14	ОПК-1-В1 ОПК-2-В1 ПК-5-В1 ПК-6-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2			
	<b>Раздел 2. Теория термически активируемого роста</b>							
2.1	Классическая теория скоростей фазовых превращений. Кинетика твердофазных реакций. /Лек/	2	2	ПК-5-31 ПК-6-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
2.2	Механизмы перемещения межфазных границ. /Лек/	2	2	ОПК-2-31 ПК-6-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
2.3	Эмпирическая кинетика. Модели диффузионной кинетики. /Лек/	2	2	ПК-5-31 ПК-6-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
2.4	Использование теории необратимых процессов. Неустойчивость плоской границы раздела. /Лек/	2	2	ОПК-2-31 ПК-6-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
2.5	Классическая теория скоростей фазовых превращений. Кинетика твердофазных реакций. /Пр/	2	2	ПК-5-У1 ПК-6-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
2.6	Эмпирическая кинетика. Модели диффузионной кинетики. /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
2.7	Механизмы перемещения межфазных границ /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ПК-6-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1

2.8	Применение теории необратимых процессов. Неустойчивость плоской границы раздела. /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 ПК -6-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
2.9	Проработка материалов лекций, практических занятий и выполнение курсовой работы. /Ср/	2	24	ОПК-1-В1 ОПК-2-В1 ПК- 5-В1 ПК-6-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1

### 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	КР1	ОПК-2-31;ОПК-1-31;ПК-5-31;ПК-6-31	<p>В чем заключается процесс перекристаллизации? Приведите примеры.</p> <p>В чем основные отличия ТФП от ТФР?</p> <p>В чем отличие малоугловых от большеугловых границ зерен?</p> <p>Для чего используют уравнение Колмогорова?</p> <p>Как уменьшить работу образования зародыша критического размера при кристаллизации из расплава?</p> <p>Какие типы граней кристалла вы знаете?</p> <p>Какую функцию выполняет коэффициент n в уравнении Колмогорова?</p> <p>Кинетика образования новой фазы при конденсации из пара.</p> <p>Кинетика образования новой фазы при превращениях в конденсированных средах.</p> <p>Кинетика роста кристалла при дислокационном росте граней</p> <p>Кинетика роста кристалла при нормальном росте.</p> <p>Кинетика роста кристалла при образовании двумерного зародыша.</p> <p>Классификация межфазных границ.</p> <p>Механизм образования зародышей новой фазы.</p> <p>Нарисуйте и объясните ход кривой кристаллизации.</p> <p>Объясните механизм атермического роста зерен.</p> <p>Объясните механизм зарождения и роста новой фазы.</p> <p>Объясните механизм мартенситного превращения.</p> <p>Основные положения дислокационной теории роста.</p> <p>Основные положения молекулярно-кинетической теории.</p> <p>Перечислите основные механизмы роста граней кристалла.</p> <p>Почему гетерогенное зародышеобразование более энергетически выгодно по сравнению с гомогенным?</p> <p>Приведите кривую охлаждения для железа с температурами.</p> <p>Приведите примеры несомещающихся границ раздела фаз.</p> <p>Скорость образования новой фазы в расплаве.</p> <p>Сформулируйте правило Кюри-Вульфа.</p> <p>Что такое степень пересыщения? Приведите примеры.</p> <p>Что является движущей силой процесса кристаллизации из расплава?</p> <p>Что является предметом ТФП?</p>

КМ2	КР2	ОПК-2-31;ОПК-1-31;ПК-5-31;ПК-6-31	<p>В чем сущность модели Зингера?          В чем сущность эффекта Гиббса-Томсона?          Где больше скорость диффузии: в объеме или по границам зерен?          Для чего нужны феноменологические уравнения?          Зарождение в вершинах зерен          Какие типы термодинамических систем вы знаете?          Какие факторы влияют на скорость движения границы?          Кинетика движения искривленной границы.          Кинетика движения межфазной границы.          Нарисуйте энергетическую диаграмму при термически активируемом переходе атомов через границу раздела.          Неустойчивость плоской границы раздела.          Объясните влияние процессов на межфазной границе на рост новой фазы.          Основные отличия неравновесной термодинамики от равновесной?          Особенности механизмов роста новой фазы.          Перечислите возможные места зарождения новой фазы.          Понятие плотности термодинамических функций.          Превращения с параболическим законом роста.          Превращения, зарождающиеся на границе зерен.          Превращения, зарождающиеся на ребрах          Роль диффузии в процессах роста новой фазы.          Рост новой фазы, лимитируемый диффузией.          Сформулируйте основные положения теории переходного комплекса.          Сформулируйте основные положения теории роста Кана.          Сформулируйте принцип локального равновесия.          Типы межфазных границ.          Уравнение Авраами-Ерофеева.          Что такое парциальная энергия Гиббса?          Что такое производство энтропии?          Что является движущей силой для нормального и слоистого роста?</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	Курсовая работа Определение скорости охлаждения расплава при получении метастабильных сплавов закалкой из жидкого состояния	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-2-31;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-5-У1;ПК-5-31;ПК-5-В1;ПК-6-31;ПК-6-У1;ПК-6-В1	<p>Задания к теоретической части</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы закалки из жидкого состояния.</li> <li>2. Тепловые режимы охлаждения и кинетика кристаллизации.</li> <li>3. Морфологические изменения в сплавах при увеличении скорости охлаждения.</li> <li>4. Кристаллизация метастабильных промежуточных фаз.</li> <li>5. Влияния скорости охлаждения на состав твердых растворов и величину ликвационной неоднородности.</li> <li>6. Получение металлических стекол.</li> <li>7. Свойства быстроохлажденных сплавов.</li> <li>8. Диффузионные фазовые превращения в твердом теле.</li> <li>9. Бездиффузионные фазовые превращения.</li> <li>10. Сплавы, быстроохлажденные из расплава.</li> <li>11. Критические явления при фазовых превращениях.</li> <li>12. Модели для фазовых переходов в жидкостях и магнетиках.</li> <li>13. Феноменологические теории фазовых переходов.</li> <li>14. Кинетика фазовых превращений.</li> <li>15. Процессы, происходящие при спекании.</li> <li>16. Теория дислокаций.</li> <li>17. Классические теории кооперативных явлений.</li> </ol>

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

Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов. Комплект экзаменационных билетов хранится на кафедре. Пример типового экзаменационного билета представлен в Приложении.

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

Оценка «отлично» - обучающийся 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.

Оценка «хорошо» - обучающийся 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.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся 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;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Серов Г. В., Сидорова Е. Н.	Физические основы производства. Термодинамические расчеты высокотемпературных систем и процессов, фазовые превращения: практикум	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2016
Л1.2	Лисовская Т. Д., Потапов Ю. В., Дашевский М. Я., Галаев А. А.	Ч.2: Фазовые равновесия и фазовые превращения: лаб. практикум для спец. 20.02 и 20.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1994
Л1.3	Столяров В. Л., Малютина Е. С., Введенский В. Ю.	Фазовые превращения и структурообразование: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2018

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Свечникова Л. А., Темных В. И., Токмин А. М.	Фазовые и структурные превращения в металлах и сплавах: учебное пособие	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016
Л2.2	Лилеев А. С., Малютина Е. С., Старикова А. С.	Фазовые равновесия и структурообразование. Превращения в твердом состоянии в металлах и сплавах: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физ. материаловедение	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	Microsoft Office
П.2	MATLAB
П.3	MATCAD

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------



Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов. Практические занятия нацелены на закрепление на практике лекционного материала.

Предусматриваются расчетные домашние задания по различным разделам. Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);

- использование при проведении занятий специализированной лаборатории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме

- использование при проведении лекционных занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.