

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 22.09.2023 10:04:45

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)

Фазовое равновесие в многокомпонентных системах

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Композиционные наноматериалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

56

часов на контроль

54

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	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	56	56	56	56
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

дфмн, Профессор, Антонов Владимир Евгеньевич

Рабочая программа

Фазовое равновесие в многокомпонентных системах

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 28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.03 Наноматериалы, 28.04.03-МНМ-23-1.plx Композиционные наноматериалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.03 Наноматериалы, Композиционные наноматериалы, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физической химии

Протокол от 21.06.2022 г., №11-21/22

Руководитель подразделения Салимон А.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения дисциплины - научить понимать и использовать фазовые диаграммы для решения различных практических задач по разработке новых и улучшению существующих промышленных сплавов, по совершенствованию металлургических процессов получения сплавов и их последующей термической, термобарической и механической обработки.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	• использование законов физики металлов, химии и термодинамики для анализа фазовых равновесий в гетерогенных системах;
1.4	• определение путей кристаллизации (установление последовательности изменения фазового состава системы, химического состава фаз и их содержания в системе) при охлаждении расплавов металлов и других веществ;
1.5	• изучение и расчет изменений фазового состава различных систем (в том числе, систем с аморфными фазами) при термобарической обработке.
1.6	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Методология и практика определения размерных характеристик наноматериалов	
2.2.2	Нанобезопасность	
2.2.3	Наноразмерные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки	
2.2.4	Научно-исследовательская практика	
2.2.5	Неравновесные конденсированные системы, часть 2	
2.2.6	Термодинамическое моделирование химических процессов в многокомпонентных гетерогенных системах	
2.2.7	Физика магнитных явлений	
2.2.8	Экспериментальные методы физики наноматериалов	
2.2.9	Научно-педагогическая практика	
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.11	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области получения и исследования наноматериалов и проводить испытания наноструктурированных композиционных материалов в соответствии с новыми техническими требованиями и осуществлять их контроль

Знать:

ПК-1-31 методы обработки и анализа научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний

Уметь:

ПК-1-У1 проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний

Владеть:

ПК-1-В1 методами обработки и анализа научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний

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
	Раздел 1. Основные понятия, используемые при изучении фазовых равновесий							

1.1	Фазы, независимые компоненты, стабильные и метастабильные равновесия. Правило фаз Гиббса. Изотермические и изобарические сечения. /Лек/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
1.2	Подготовка к практическим работам /Ср/	1	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
	Раздел 2. Диаграммы однокомпонентных систем							
2.1	Ограничения на взаимное расположение линий стабильного равновесия вблизи тройной точки. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Уравнение Вант-Гоффа. /Лек/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
2.2	Подготовка к практическим работам /Ср/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
2.3	Правило фаз и поведение изохор на Т-Р диаграммах веществ с положительным и отрицательным объемным эффектом плавления. /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
2.4	Соотношение температур плавления и давлений твердофазных переходов у стабильных и метастабильных фаз. Критическая точка типа жидкость-пар. /Лек/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
2.5	Подготовка к практическим работам /Ср/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
2.6	Приведенное уравнение ван-дер-Ваальса, правило Максвелла, закон соответственных состояний. /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
	Раздел 3. Диаграммы двухкомпонентных систем							
3.1	Условия равновесия двух фаз, метод общей касательной. Правило рычага. Твердые растворы. Энтальпия (\square Нсм) и энтропия смешения. Анализ возможных типов диаграмм состояния исходя из взаимного расположения кривых свободной энергии фаз. Пути конденсации и кристаллизации. /Лек/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			

3.2	Подготовка к практическим работам /Ср/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.3	Пересечение кривых плавления с куполом расслоения твердых растворов, псевдоэвтектические и псевдоперитектические равновесия. Обязательность смыкания в точке минимума или максимума для кривых ликвидуса и солидуса с одинаковым знаком кривизны /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.4	Системы с неограниченной растворимостью компонентов ($\square_{\text{Нсм}} < 0$). Диаграммы типа сигары, кривые плавления с максимумом и минимумом, точки равной концентрации. Расслоение растворов ($\square_{\text{Нсм}} < 0$). Ретроградная конденсация. Псевдоэвтектические равновесия в твердых растворах. Фазовые границы вблизи чистого вещества. /Лек/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.5	Подготовка к практическим работам /Ср/	1	3	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.6	Основные типы диаграмм систем с различной кристаллической структурой компонентов: эвтектические, перитектические, монотектические, синтектические, метатектические, диаграммы с ретроградным плавлением. /Лек/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.7	Подготовка к практическим работам /Ср/	1	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.8	Анализ ошибок в опубликованных диаграммах состояния двухкомпонентных систем. /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2		КМ1	
3.9	Системы с псевдокомпонентами (внутренними параметрами). Фазовые превращения в системах металл-газ. Изоморфные превращения в системах с переменной валентностью. Превращения между аморфными фазами. /Лек/	1	1	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			

3.10	Подготовка к практическим работам /Ср/	1	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.11	Методы определения топологии диаграмм вырожденных равновесий, линии которых сливаются в справочниках /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
	Раздел 4. Диаграммы трехкомпонентных систем							
4.1	Правила рычага для концентрационного треугольника Гиббса (I и II правило Свенсона, правила касательной и секущей). /Лек/	1	1	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
4.2	Подготовка к практическим работам /Ср/	1	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
4.3	Пути кристаллизации и изотермические сечения в системе без твердых растворов при наличии дважды перитектической точки. /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
4.4	Системы без твердых растворов. Теорема Алкемаде. Проекция диаграмм. Свойства треугольников Алкемаде. Основные типы диаграмм состояния, пути кристаллизации, изотермические сечения: система с одной тройной эвтектикой, с одной тройной перитектикой, с двойной и тройной перитектикой /Лек/	1	1	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
4.5	Подготовка к практическим работам /Ср/	1	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
4.6	Пути кристаллизации и изотермические сечения в системе с твердыми растворами при наличии инвариантного эвтектического равновесия. /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2		КМ2	

4.7	Системы с твердыми растворами. Теорема Райнза. Построение конод. Правило креста. Простейшие типы диаграмм состояния: система с непрерывными жидкими и твердыми растворами, с бинодальной поверхностью, с моновариантным эвтектическим равновесием и с моновариантным перитектическим равновесием. /Лек/	1	1	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
4.8	Подготовка к практическим работам /Ср/	1	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
Раздел 5. Диаграммы четырехкомпонентных систем								
5.1	Особые сечения концентрационного тетраэдра. Изотермические сечения и пути кристаллизации в системе с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии. Теорема Палатника о соприкосновении областей состояния и ее применение к двух- и трехмерным сечениям диаграмм. Геометрические образы равновесий различного числа фаз в четырехкомпонентных системах.. /Лек/	1	1	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			P1
5.2	Подготовка к практическим работам /Ср/	1	3	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
5.3	Доказательство леммы о фазовом составе полей с общей точкой на плоском сечении диаграммы; доказательства теоремы Райнза и правила креста как следствий теоремы Палатника. /Пр/	1	3	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 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	Контрольная работа 1	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<p>1. Двойные системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии и расслоением на две фазы в твердом состоянии. Температурные зависимости кривых свободной энергии жидкости и твердого раствора для диаграммы, подобной эвтектической. Вид термограмм для различных составов сплавов.</p> <p>2. Диаграмма двойной системы с перитектическим равновесием. Температурные зависимости кривых свободной энергии жидкости и двух твердых растворов. Вид термограмм для различных составов сплавов.</p> <p>3. Энергия Гиббса слабого раствора. Химические потенциалы растворителя и растворенного вещества. Фазовые границы вблизи чистого вещества.</p> <p>4. Модель регулярных растворов. Вывод условия равновесия двух фаз.</p> <p>5. Модель регулярных растворов для расслоения в растворах с псевдокомпонентами. Вывод формул для концентрационных зависимостей температуры расслоения и температуры спинодали, а также для зависимости критической температуры расслоения от величины энергии смешения</p>
КМ2	Контрольная работа 2	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<p>КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ</p> <p>1 Пример диаграммы с ретроградной конденсацией.</p> <p>2 Пути кристаллизации и термограммы для различных составов сплавов на Т-с диаграмме Рис. 1.</p> <p>3 Отличие псевдокомпонента (внутреннего параметра) от независимого компонента системы. Три примера псевдокомпонентов.</p> <p>4 Различия в фазовых равновесиях в системе металл-газ при температурах ниже и выше температуры замораживания обмена атомами с газовой фазой (на примере системы Pd-H).</p> <p>5 Понятие спинодали. Расположение спинодальных кривых на Т-с сечениях и проекциях фазовых диаграмм с куполом расслоения. Расположение спинодальных кривых на Т-Р диаграммах псевдодвухкомпонентных систем (например, церия).</p> <p>6 Общие закономерности строения Т-с диаграмм двойных систем: – Что может отделять друг от друга двухфазные области? – Сколько двухфазных областей прилегает к горизонтали трехфазного равновесия и сколько граничных кривых может к ней подходить? – Что порождает пересечение двух граничных кривых?</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
P1	Домашнее задание	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<p>ЗАДАЧИ</p> <p>1. Вывод правила фаз Гиббса.</p> <p>2. Метастабильная устойчивость фаз: – знак теплоты перехода I рода при нагреве и принцип Ле-Шателье; – ограничения на расположение линий равновесия вблизи тройной точки; – соотношение между температурами плавления стабильной и метастабильной фаз.</p> <p>3. Критическая точка типа жидкость-пар. Вывод условия ($\square P/\square V$)$T = 0$ для критической точки. Критическая опалесценция и ее причина. Системы, описываемые уравнением ван-дер-Ваальса; вывод правила Максвелла и закона соответственных состояний.</p> <p>4. Изохоры на Т-Р диаграммах однокомпонентных веществ с положительным и отрицательным объемным эффектом плавления.</p> <p>5. Вывод правила общей касательной к кривым свободной энергии для двухфазного равновесия в двухкомпонентной системе и вывод правила рычага.</p> <p>6. Двойные системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии. Температурные зависимости кривых свободной энергии жидкости и твердого раствора для диаграмм типа сигары и диаграмм с минимумом и максимумом на кривой плавления. Вид термограмм для различных составов сплавов.</p>

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

1. Вывод правила фаз Гиббса.
2. Метастабильная устойчивость фаз:
 - знак теплоты перехода I рода при нагреве и принцип Ле-Шателье;
 - ограничения на расположение линий равновесия вблизи тройной точки;
 - соотношение между температурами плавления стабильной и метастабильной фаз.
3. Критическая точка типа жидкость-пар. Вывод условия $(\square P/\square V)T = 0$ для критической точки. Критическая опалесценция и ее причина. Системы, описываемые уравнением ван-дер-Ваальса; вывод правила Максвелла и закона соответственных состояний.
4. Изохоры на T-P диаграммах однокомпонентных веществ с положительным и отрицательным объемным эффектом плавления.
5. Вывод правила общей касательной к кривым свободной энергии для двухфазного равновесия в двухкомпонентной системе и вывод правила рычага.
6. Двойные системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состоянии. Температурные зависимости кривых свободной энергии жидкости и твердого раствора для диаграмм типа сигары и диаграмм с минимумом и максимумом на кривой плавления. Вид термограмм для различных составов сплавов.

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

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно применяет полученные знания 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, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляет их после дополнительных и наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания для решения простых задач, 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	Захаров А. М.	Диаграммы состояний четверных систем	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1964
Л1.2	Захаров А. М.	Диаграммы состояния двойных и тройных систем: учеб. пособие для студ. металлург. и машиностроит. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1990
Л1.3	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Т.5: Статистическая физика	Библиотека МИСиС	, 1964

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кузнецов Г. М., Новиков И. И.	Металловедение и рентгенография. Разд. Диаграммы состояния двухкомпонентных и трехкомпонентных систем: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1977

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Белов Н. А.	Диаграммы состояния тройных и четверных систем: учеб. пособие для студ. вузов спец. - Metallurgia	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	ОШИБКИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ДИАГРАММ СОСТОЯНИЯ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ.	http://www.pavel-fedorov.sitecity.ru/ltxt_2004123000.phtml
----	--	---

Э2	General Discussion of Phase Diagrams	http://ceramics.org/wp-content/uploads/2008/12/general_discussions_phase_diagram.pdf
6.3 Перечень программного обеспечения		
П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr	
П.2	ESET NOD32 Antivirus	
П.3	Win Pro 10 32-bit/64-bit	
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных		
И.1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/	
И.2	— Полнотекстовые деловые публикации информгентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news	
И.3	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):	

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
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 №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с 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

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. Предусматриваются расчетные домашние задания по различным разделам курса. 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);
- при выполнении домашних заданий предусмотрено использование специализированной компьютерной лаборатории.