

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:00

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)

Методы физико-химических исследований

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 216

в том числе:

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 112

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:
экзамен 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	112	112	112	112
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

дтн, проф., Филонов Михаил Рудольфович; дтн, проф., Колюхов Юрий Владимирович

Рабочая программа

Методы физико-химических исследований

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

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	Цель – сформировать теоретические и практические навыки применения методов и средств контроля параметров технологических процессов, испытаний и диагностики, исследования и контроля качества материалов, оценки и прогнозирования их эксплуатационных характеристик.
1.2	Задачи:
1.3	научить
1.4	1. экспериментальным методам исследования современных конструкционных и нанодисперсных материалов в широком диапазоне температур; давлений составов газовой фазы, скоростей изменения параметров;
1.5	2. использованию современного оборудования и приборов при проведении исследовательских работ;
1.6	3. анализу источников погрешностей, применению ПК в физико-химических исследованиях и разработке новых материалов.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.18
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение	
2.1.2	Коррозия и защита металлов	
2.1.3	Металловедение инновационных материалов	
2.1.4	Методы исследования материалов	
2.1.5	Механические свойства материалов	
2.1.6	Статистическая физика	
2.1.7	Физика металлов	
2.1.8	Физика полупроводников	
2.1.9	Физические свойства твердых тел	
2.1.10	Методы вычислительной физики	
2.1.11	Техника физико-химического эксперимента	
2.1.12	Физические свойства кристаллов	
2.1.13	Введение в квантовую механику	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.2	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.3	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.5	Бионаномедицина	
2.2.6	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.2.7	Оптические явления в кристаллах. Часть 1	
2.2.8	Современные конструкционные материалы	
2.2.9	Спектроскопические методы анализа поверхности	
2.2.10	Физико-химия получения и обработки материалов	
2.2.11	Физические свойства и функциональные явления в наноматериалах	
2.2.12	Инновационные конструкционные материалы для медицины	
2.2.13	Порошковая металлургия высокотемпературных и сверхтвердых материалов	
2.2.14	Практическое применение методов анализа Big data	
2.2.15	Применение лазерных систем	
2.2.16	Современные материалы медицинского назначения	
2.2.17	Физические методы исследования материалов	
2.2.18	Цифровая электроника	
2.2.19	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.20	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.21	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.22	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.23	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.24	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

2.2.25	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.26	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.27	Физико-химия получения и обработки высокотемпературных материалов

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен к поиску и выбору сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Знать:

ПК-2-31 основы выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок

Уметь:

ПК-2-У1 выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок

Владеть:

ПК-2-В1 методикой проведения физико-химических исследований процессов и материалов и оформления полученных 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
	Раздел 1. Введение. Методы определения теплофизических характеристик веществ и процессов							
1.1	Значение физико-химических исследований для изучения материалов, разработке высоких технологий и повышения качества продукции. Направление работ различных научных школ в России и за рубежом по физико-химическим методам исследования процессов и материалов. Вопросы стандартизации и метрологии. Погрешности измерений. /Лек/	7	2	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.2	Теория калориметрического опыта. Методы определения теплоемкости и теплот фазовых переходов. /Лек/	7	2	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.3	Высокотемпературная калометрия. Определение теплот смешения. Микрокалориметрия и области ее применения. /Лек/	7	2	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
1.4	Стационарные и нестационарные методы измерения теплопроводности. Теоретические основы методов термогравиметрии. Конструкция установок и техника эксперимента. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1

1.5	Определение теплопроводности твердых тел /Лаб/	7	4	ПК-2-У1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2,Р3
1.6	Термомеханический анализ материалов /Лаб/	7	4	ПК-2-У1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2,Р3
1.7	Проработка материалов лекций, подготовка к защите лабораторных работ. /Ср/	7	28		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2			
	Раздел 2. Методы изучения поверхности и поверхностных свойств							
2.1	Теоретические основы методов измерения поверхностного натяжения. Классификация методов. Техника экспериментов и источники погрешностей. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
2.2	Методы измерения поверхностной энергии твердых тел. /Лек/	7	2	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
2.3	Методы исследования смачивания и растекания. Расчет межфазной энергии. Определение величины адсорбции компонентов расплава. Анализ точности методов. /Лек/	7	2	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
2.4	Методы определения удельной поверхности и пористости. Анализ дисперсного состава порошков, исследование морфологии и структуры дисперсных и ультрадисперсных порошков. /Лек/	7	2	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
2.5	Определение удельной поверхности порошковых материалов методом низкотемпературной адсорбции азота /Лаб/	7	4		Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1
2.6	Определение поверхностного натяжения и плотности жидкостей /Лаб/	7	4		Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2,Р3
2.7	Определение стабильности коллоидных систем /Лаб/	7	2	ПК-2-У1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2		КМ1	Р2,Р3
2.8	Проработка материалов лекций, подготовка к защите лабораторных работ. /Ср/	7	28		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2			
	Раздел 3. Методы определения физических свойств							

3.1	Теоретические основы стационарных и нестационарных методов измерения вязкости. Измерение вязкости свободных затухающих крутильных колебаний. Вибрационный метод измерения вязкости и его варианты. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
3.2	Методы определения плотности. Теоретические основы и методы измерения электропроводности металлических и ионных расплавов. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
3.3	Теоретические основы и классификация методов измерения давления пара. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
3.4	Определение давления пара методом переноса потоком инертного газа, испарения с открытой поверхности, эффузии и изотопного обмена. /Лек/	7	2	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
3.5	Измерение вязкости на ротационном и вибрационном вискозиметрах /Лаб/	7	4		Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2		КМ2	Р2,Р3
3.6	Определение давления пара методом испарения с открытой поверхности /Лаб/	7	4	ПК-2-У1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2		КМ2	Р2,Р3
3.7	Проработка материалов лекций, подготовка к защите лабораторных работ. /Ср/	7	28		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2			
	Раздел 4. Методы исследования взаимодействия фаз							
4.1	Методы изучения равновесия и кинетики реакций в гетерогенных системах. /Лек/	7	2	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
4.2	Теоретические основы метода ЭДС. /Лек/	7	2	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
4.3	Высокотемпературные гальванические элементы с твердым электролитом и их применение в физико-химических исследованиях. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
4.4	Теоретические основы и методы определения газов в материалах. /Лек/	7	2	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1

4.5	Физико–химические исследования в полях переменной гравитации. Плавка во взвешенном состоянии и области ее применения. Развитие техники и методов физико–химических исследований. Выбор оптимальной схемы исследования. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ2	Р1
4.6	Спектрофотометрическое определение кинетики окисления /Лаб/	7	4		Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2		КМ2	Р2,Р3
4.7	Определение типа, концентрации и подвижности основных носителей заряда по измерениям эффекта Холла /Лаб/	7	4	ПК-2-У1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2		КМ2	Р2,Р3
4.8	Проработка материалов лекций, подготовка к защите лабораторных работ. /Ср/	7	28	ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2			

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
-----------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

KM1	KP1	ПК-2-31;ПК-2-В1	<p>Амплитудно-резонансный вариант измерения вязкости. Бесконтактный метод измерения электропроводности расплавов. В каком случае можно принять, что поверхностная энергия равна поверхностному натяжению? Дать определение вязкости расплавов. Дать определение поверхностного напряжения. Дать определение поверхностному натяжению, поверхностному напряжению и поверхностной энергии. Дилатометрический метод измерения плотности расплавов. Зависит ли точность определения объема капли от ее размеров? Зачем проводится градуировка вибрационного вискозиметра? Измерение вязкости ротационным методом. Измерение плотности расплавов методом проникающего излучения. Измерение плотности расплавов методом сплюсненной капли. Измерение плотности расплавов методом Хантадзе. Измерение поверхностного натяжения расплавов методом большой капли. Измерение поверхностного натяжения расплавов методом максимального давления в газовом пузырьке. Измерение поверхностного натяжения тугоплавких металлов. Измерение упругости пара методом испарения с открытой поверхности. Измерение упругости пара методом Лангмюра. Измерение упругости пара методом эффузии Кнудсена. Как зависит точность определения поверхностного натяжения методом лежащей капли от ее объема? Какие методы могут применяться для исследования наночастиц размером 5 нм? Какие методы неизоотермической кинетики вы знаете? Какие процессы можно изучать методом термогравиметрии? Какова погрешность определения E_a методом теромгравиметрии? Какова погрешность определения ΔH методом ДТА? Какой метод следует выбрать для определения распределения наночастиц Fe по размерам? Какой метод следует выбрать для определения среднего размера частиц порошка Fe микронного размера? Метод принудительного формирования капли. От чего зависит форма лежащей капли Преимущества и недостатки метода затухающих крутильных колебаний. Преимущества и недостатки метода реперной температуры. Преимущества и недостатки неизоотермической кинетики. Преимущества и недостатки разностно-дифференциального метода определения кинетических параметров процесса в неизоотермических условиях. Применимо ли понятие поверхностного напряжения к жидкому состоянию? Расписать баланс сил в методе вибрационного вискозиметра. Ртутная порометрия. Стационарные методы измерения вязкости. Температурная зависимость поверхностной энергии и поверхностного напряжения. Устройство и принцип работа термогравиметрического анализатора. Частотно-фазовый вариант измерения вязкости вибрационным методом. Что такое удельная скорость процесса?</p>
-----	-----	-----------------	--

КМ2	КР2	ПК-2-31;ПК-2-В1	<p>Метод ВИМС. Метод многофазных равновесий. Метод нулевой ползучести. Метод ПИР. Метод принудительного формирования капли. Метод расщепления кристалла. Метод сглаживания канавок. Метод термического травления границ зерен. Методы анализа поверхности по дифракции электронов. Методы анализа поверхности по эмиссии квантов. Методы анализа поверхности по эмиссии электронов. Методы анализа поверхности с возбуждением ионами. Методы анализа поверхности с возбуждением квантами энергии. Методы анализа поверхности с возбуждением полем. Методы ИК и УФ спектроскопии. Методы определения поверхностной энергии твердого тела. Методы определения энергии границы раздела твердое тело-жидкость. Определение межфазной энергии. Определение мезопор в образце. Определение микропористости образца. Определение поверхностной энергии межзеренной границы раздела. Определение поверхностной энергии твердого тела в парах жидкости. Определение степени превращения по термогравиметрическим данным. Определение удельной поверхности и пористости твердого тела. Определение удельной поверхности образцов. Определение энергии границы раздела жидкой и твердой фазы. Преимущества метода ЭОС. Преимущества метода ЭСХА. Ртутная порометрия. Частотно-фазовый вариант измерения вязкости вибрационным методом</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	Проработка лекционного материала	ПК-2-У1	Проработка лекционного материала
P2	Выполнение расчетов по лабораторным работам	ПК-2-У1	Обработка экспериментальных данных, выполнение расчетов согласно индивидуальному заданию, формулировка выводов
P3	Подготовка лабораторных работ к защите	ПК-2-У1	Оформление результатов расчетов в соответствии с принятыми нормами оформления научно-технической документации, поиск ответов на контрольные вопросы

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

Экзаменационный билет состоит из 9 теоретических вопросов. Каждый вопрос охватывает соответствующий раздел курса и направлен на проверку формирования конкретной компетенции. 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	Абрамов Н. Н., Белов В. А., Гершман Е. И., др., Калошкин Сергей Дмитриевич	Современные методы исследований функциональных материалов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л1.2	Арсентьев П. П., Яковлев В. В., Крашенинников М. Г., др.	Физико-химические методы исследования металлургических процессов: Учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1988
Л1.3	Левина Вера Васильевна, Конюхов Юрий Владимирович, Филонов Михаил Рудольфович, др.	Физико-химия наноструктурных материалов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л1.4	Филонов Михаил Рудольфович, Конюхов Юрий Владимирович, Кузнецов Денис Валерьевич, др.	Методы физико-химических исследований процессов и материалов (N 2928): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Васильев В. П.	Физико-химические методы анализа	Библиотека МИСиС	, 1989
Л2.2	Филичкина Вера Александровна, Скорская Ольга Лениардовна, Муравьева Ирина Валентиновна	Методы и средства аналитического контроля материалов. Химические и физико-химические методы аналитического контроля: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

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
Б-322	Лаборатория	комплект учебной мебели, стационарные компьютеры/моноблоки 6 шт., ноутбуки - 4 шт. пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная. Определение качественного и количественного состава образцов методом рентгенофлуоресцентного анализа РАМ 30-μ; Трибометр NANOVEA - определение трибологических свойств материалов; Качественный и количественный фазовый анализ материалов "Дифрей"; Термический анализ твердофазных превращений в режиме линейного нагрева SDT Q600; Определение удельной поверхности порошковых материалов методом низкотемпературной адсорбции азота Quantachrome Nova1200e; Измерение каталитической активности нанесённых Ag/BN катализаторов в реакции окисления CO при помощи масс-спектрометрии ThermoStar GSD 320. Микроиндентор для определения механических характеристик материалов CSM Micro Indentation Tester, Quantachrome Ultrapycnometer - определение плотности
Б-329	Лаборатория	"стационарные компьютеры/моноблоки 6 шт., набор демонстрационного оборудования, в том числе: доска учебная, плазменный телевизор с диагональю 99 см. Определение стабильности коллоидных систем Malvern Zetasizer Nano ZS; Определение размеров частиц методом ультразвуковой спектроскопии Matec Zeta-APS; Спектрофотометрическое определение кинетики окисления Thermo Scientific HeXios a; Определение механизма тушения флуоресценции квантовых частиц с функциональными группами на поверхности Cary Eclipse Fluorescence spectrophotometer; Окислительно-восстановительное потенциометрическое титрование pH-150MI; Определение поверхностного натяжения и плотности жидкостей KRÜSS Easy Drop DSA 20; Измерение вязкости на ротационном и вибрационном вискозиметрах SV-10, RM-100. Пресс гидравлический ПГМ-100МГ4А СКБ Стройприбор; леофильная сушка - CHRIST ALPHA 1-2 LD; мультиметр ""Актаком"" ""ABM-4306"" и источник тока ""Master DC Power Supply HY5010E"" (снятие ВАХ); весы аналитические ""AND GR-202""; комплект учебной мебели"
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. Лабораторные занятия нацелены на закрепление на практике лекционного материала и формирования умений и навыков работы с научным оборудованием. 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.