

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.10.2023 12:49:17

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)

Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 8

аудиторные занятия

68

курсовая работа 8

самостоятельная работа

76

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

ктн, Доцент, Сергиенко Андрей Алексеевич; ктн, Доцент, Курочка Александр Сергеевич

Рабочая программа

Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом

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 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-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:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра технологии материалов электроники

Протокол от 18.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения Костишин В. Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также получение студентами теоретических фундаментальных знаний по физике взаимодействия ускоренных частиц и излучений с твёрдым телом и атомно-молекулярным процессам кристаллизации. Наука поможет решить ряд инженерных задач, стоящих перед выпускниками в их трудовой деятельности
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.10
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Дефекты в оптоэлектронных полупроводниковых приборах на широкозонных материалах	
2.1.2	Ионно-плазменная обработка материалов	
2.1.3	Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники	
2.1.4	Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем	
2.1.5	Методы исследования материалов и структур электроники	
2.1.6	Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ	
2.1.7	Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок	
2.1.8	Полевые полупроводниковые приборы	
2.1.9	Полупроводниковая наноэлектроника	
2.1.10	Физико-математические модели процессов наноэлектроники	
2.1.11	Функциональная наноэлектроника	
2.1.12	Инженерная математика	
2.1.13	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.14	Технология материалов электронной техники	
2.1.15	Физика диэлектриков	
2.1.16	Физика конденсированного состояния	
2.1.17	Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	
2.1.18	Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике	
2.1.19	Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике	
2.1.20	Статистическая физика	
2.1.21	Физические свойства кристаллов	
2.1.22	Электроника	
2.1.23	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.24	Методы математической физики	
2.1.25	Практическая кристаллография	
2.1.26	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.27	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.28	Физика	
2.1.29	Физическая химия	
2.1.30	Безопасность жизнедеятельности	
2.1.31	Математика	
2.1.32	Органическая химия	
2.1.33	Химия	
2.1.34	Аналитическая геометрия	
2.1.35	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Методы математического моделирования	
2.2.2	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур	
2.2.3	Силовые полупроводниковые приборы	
2.2.4	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур	
2.2.5	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций	
2.2.6	Физика наноструктур	
2.2.7	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники	

2.2.8	Мессбаэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники
2.2.9	Микросхемотехника
2.2.10	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии
2.2.11	Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций
2.2.12	Планирование научной деятельности
2.2.13	Приборные структуры на некристаллических материалах
2.2.14	Приборные структуры на широкозонных полупроводниках
2.2.15	Приборы и устройства на основе наносистем
2.2.16	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах Часть 1
2.2.17	Технология наногетероструктур
2.2.18	Основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического пространства
2.2.19	Проектирование и технология электронной компонентной базы
2.2.20	Радиационно-технологические процессы в электронике
2.2.21	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования
2.2.22	Физика и техника магнитной записи
2.2.23	Электроника органических полупроводников (материалы, технологии, приборы)
2.2.24	Электронные и оптические свойства широкозонных соединений А2В6
2.2.25	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.26	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.27	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.28	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники

Знать:

ПК-5-31 Технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники

ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники

Знать:

ПК-2-32 Технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники

ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области

Знать:

ОПК-2-31 Направления совершенствования технологии тонкоплёночных материалов электронной техники

УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения

Знать:

УК-2-31 Физические основы взаимодействия ускоренных ионов и электронов с твёрдым телом

ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области

Уметь:

ОПК-2-У1 Анализировать эффекты взаимодействия потоков частиц и излучений с твёрдым телом

ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники

Уметь:

ПК-2-У2 Использовать контрольно-измерительное оборудование для контроля режимов технологических операций процессов производства изделий микроэлектроники

УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения

Уметь:

УК-2-У1 Обосновывать целесообразность применения закономерностей взаимодействия атомных, молекулярных, ионных и электронных потоков частиц с веществом для получения и обработки материалов электронной техники с заданными свойствами

ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники

Владеть:

ПК-2-В1 Методами измерений геометрических и электрофизических параметров микро- и наноразмерных пленочных структур, полученных при использовании нетермически активируемых процессов

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 направления развития микро- и нанoeлектроники							
1.1	Направления совершенствования микротехнологии тонкопленочных материалов электронной техники. Критерии прогрессивности микро- и нанотехнологии. Субмикронная технология, субмикронные элементы и нанoeлектроника /Лек/	8	8	УК-2-31 ПК-2-32 ПК-5-31 ОПК-2-31	Л1.2Л2.7 Л2.9			
1.2	Подготовка к проведению и защите практических и лабораторных работ /Ср/	8	76	УК-2-У1 ПК-2-32 ПК-2-У2 ПК-5-31 ОПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.10			
	Раздел 2. Физические основы взаимодействия ускоренных ионов с твёрдым телом							
2.1	Энергетика взаимодействия ионов с веществом. Ионное распыление однокомпонентных материалов. Ионное распыление многокомпонентных материалов. Внедрение ионов в материалы. Возникновение первичных и вторичных структурных дефектов при ионной бомбардировке поверхности твёрдого тела. Ионное активирование процессов адсорбции и десорбции атомов молекул /Лек/	8	10	УК-2-31 ПК-2-32 ПК-5-31	Л1.2Л2.7 Л2.9			
2.2	Расчёт потерь энергии ускоренными ионами при столкновении с атомами твёрдого тела /Пр/	8	4	УК-2-У1 ПК-2-У2	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6			

2.3	Расчёт параметров ионного распыления материалов /Пр/	8	4	УК-2-31 УК-2-У1 ПК-2-У2	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6			
2.4	Расчёт параметров дефектообразования при ионной бомбардировке твёрдого тела /Пр/	8	8	УК-2-У1 ПК-2-32	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6			
2.5	Расчёт параметров дефектообразования при ионной бомбардировке твёрдого тела /Пр/	8	4	УК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6			
Раздел 3. Физические основы взаимодействия электронов и излучений с веществом								
3.1	Энергетика взаимодействия ускоренных электронов с твёрдым телом. Электронное активирование поверхностных процессов фазообразования. Основы влияния электромагнитного излучения на протекание химических процессов /Лек/	8	8	УК-2-31 ПК-2-32 ПК-5-31	Л1.2Л2.7 Л2.10			
3.2	Измерение характеристик и параметров вторичной электронной эмиссии /Пр/	8	6	УК-2-31 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.2Л2.8 Л2.10			
Раздел 4. Физико-химические основы атомно-молекулярных процессов формирования микро- и наноразмерных слоёв								
4.1	Атомная структура кристаллической поверхности. Начальные стадии формирования кристаллических микро- и наноразмерных слоёв. Кинетика роста микро- и наноразмерных слоёв. Основные дефекты роста кристаллических слоёв /Лек/	8	8	УК-2-31 ПК-2-32 ПК-5-31	Л1.2Л2.1 Л2.4 Л2.7			
4.2	Расчёт параметров поверхностной диффузии при формировании нанослоёв /Пр/	8	4	УК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4			
4.3	Расчёт скорости роста эпитаксиальных слоёв из молекулярных пучков /Пр/	8	4	УК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4			

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	Вопросы к экзамену	УК-2-31;ПК-2-32;ПК-5-31;ОПК-2-31	Опишите процессы взаимодействия частиц и излучении с твердым телом. Назовите основные виды энергетических потерь при внедрении ионов и электронов в твердое тело. Опишите процессы распыления одно- и многокомпонентных систем. Опишите процессы активации адсорбции и десорбции под действием ионного пучка. Опишите процессы ионного легирования и эффект каналирования. Опишите процессы зародышеобразования и зарастания сплошного слоя. Какие методы расчета энергетических потерь, анализа состава и структурного совершенства Вы знаете?. Назовите критерии выбора оптимальных условий распыления мишеней для нанесения тонких пленок. Как распределяется концентрация легирующей примеси при ионной имплантации?
КМ2	Контрольные вопросы для защиты практической работы №1	УК-2-У1;ПК-2-У2	Какие виды потерь энергии ионами при взаимодействии с поверхностью твердого тела? При каких энергиях ионов возникают упругие потери энергии?
КМ3	Контрольные вопросы для защиты практической работы №2	УК-2-31;УК-2-У1;ПК-2-У2	При каких энергия ионов начинается распыление атомов поверхности твердого тела? От чего зависит коэффициент распыления?
КМ4	Контрольные вопросы для защиты практической работы №3	УК-2-У1;ПК-2-32;ОПК-2-У1	Какие дефекты в твердом теле Вы знаете? Какие дефекты возникают в приповерхностной области твердого тела при ионной бомбардировке?
КМ5	Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №1	ПК-2-В1;УК-2-31;ПК-2-32	Приведите формулу для расчета количества дефектов в твердом теле при ионной бомбардировке. От каких параметров ионов зависит дефектообразование в твердом теле?
КМ6	Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №2	ПК-2-В1;ПК-2-У2;УК-2-31	Дайте определение вторичной электронной эмиссии? Какие виды вторичной электронной эмиссии Вы знаете? От чего зависит коэффициент вторичной электронной эмиссии?
КМ7	Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №3	УК-2-У1;ПК-2-В1	От каких параметров зависит скорость поверхностной диффузии атомов? Как влияет температура подложки на поверхностную диффузию?
КМ8	Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №4	ПК-2-В1;УК-2-У1	От каких параметров зависит скорость роста пленки? От чего зависит скорость потока молекул на поверхность?

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	Практическая работа №1 Взаимодействие ускоренных ионов	УК-2-У1;ПК-2-У2;ОПК-2-У1	Расчёт потерь энергии ускоренными ионами при столкновении с атомами твёрдого тела
P2	Практическая работа №2 Ионное распыление материалов	УК-2-31;УК-2-У1;ПК-2-У2	Расчёт параметров ионного распыления материалов

P3	Практическая работа №3 Дефектообразование при ионной бомбардировке твёрдого тела	УК-2-У1;ПК-2-32	Расчёт параметров дефектообразования при ионной бомбардировке твёрдого тела
P4	Практическая работа №4 Дефектообразование при ионной бомбардировке твёрдого тела	ПК-2-В1;УК-2-31;ПК-2-32	Расчёт параметров дефектообразования при ионной бомбардировке твёрдого тела
P5	Практическая работа №5 Вторичная электронная эмиссия	ПК-2-В1;ПК-2-У2;УК-2-31	Измерение характеристик и параметров вторичной электронной эмиссии
P6	Практическая работа №6 Поверхностная диффузия при формировании нанослоёв	УК-2-У1;ПК-2-В1	Расчёт параметров поверхностной диффузии при формировании нанослоёв
P7	Практическая работа №7 Рост эпитаксиальных слоёв из молекулярных пучков	ПК-2-В1;УК-2-У1	Расчёт скорости роста эпитаксиальных слоёв из молекулярных пучков

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

Зачет состоит из двух теоретических вопросов и одной задачи. Задачи являются типовыми и подобные задачи обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ дисциплины.

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

«отлично» – студент отвечает на два вопроса и решает задачу, показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала;

«хорошо» – студент отвечает на один вопрос и решает задачу, показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четко излагает материал;

«удовлетворительно» – студент отвечает на один вопрос или решает только задачу, показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов;

«неудовлетворительно» – студент не отвечает на оба вопроса и не решает задачу, допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, 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	Горелик С. С., Дашевский М. Я.	Материаловедение полупроводников и диэлектриков: учебник для студ. вузов по напр. 'Материаловедение и технология новых материалов', 'Материаловедение, технологии материалов и покрытий'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2003
Л1.2	Крапухин В. В., Соколов И. А., Кузнецов Г. Д.	Технология материалов электронной техники: Теория процессов полупроводниковой технологии: Учебник для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1995

6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кожитов Л. В., Косушкин В. Г., Крапухин В. В., Пархоменко Ю. Н.	Технология материалов микро- и наноэлектроники	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007
Л2.2	Крапухин Всеволод Валерьевич, Кожитов Лев Васильевич	Технология эпитаксиальных гетерокомпозиций: Лаб. практикум для студ. спец. 200102	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1998
Л2.3	Крапухин Всеволод Валерьевич, Кожитов Лев Васильевич, Полистанский Юрий Григорьевич, др., Крапухин Всеволод Валерьевич	Технология многослойных структур для микроэлектроники: лаб. практикум для студ. спец. 0643 -'Технология спец. материалов электронной техники' специализация 'Материалы для микроэлектроники'	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
Л2.4	Кожитов Лев Васильевич, Крапухин Всеволод Валерьевич, Улыбин Владимир Анатольевич	Технология эпитаксиальных слоев и гетерокомпозиций: Учебно-метод. пособие для студ. спец. 200100	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
Л2.5	Кузнецов Геннадий Дмитриевич	Расчеты параметров взаимодействия ускоренных ионов с твердым телом: учеб.-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2005
Л2.6	Кузнецов Геннадий Дмитриевич	Технология материалов электронной техники. Атомно-молекулярные процессы кристаллизации: учебно-метод. пособие для студ. вузов напр. Физ. материаловедение и спец. Наноматериалы	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2006
Л2.7	Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Кушхов Аскер Русланович	Ионно-плазменная обработка материалов: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2008
Л2.8	Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Сергиенко Андрей Алексеевич, Симакин Сергей Борисович, др.	Элионная технология в микро- и наноиндустрии. Неразрушающие методы контроля процессов осаждения и травления наноразмерных пленочных гетерокомпозиций: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л2.9	Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Кушхов Аскер Русланович, Сергиенко Андрей Алексеевич, Харламов Николай Александрович	Элионная технология в микро- и наноиндустрии. Ускоренные ионы: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л2.10	Кузнецов Геннадий Дмитриевич, Кушхов Аскер Русланович	Физика взаимодействия ускоренных ионов, электронов и атомов с веществом. Ускоренные электроны: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1 Win Pro 10 32-bit/64-bit

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

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-433	Лаборатория	установки для напыления пленок УВН (4 шт.), вакуумный пост ВУП-5, установка для травления Плазма 600, микроинтерферометр МИИ-4, набор демонстрационного оборудования, в том числе: мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели на 20 посадочных мест
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. Расчетно-графические работы выполняются с помощью компьютерных программ.