

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2023 17:35:31

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)

Материалы и элементы микро- и наносенсорики

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

28.03.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 6

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	18			
Неделя	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	74	74	74	74
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

дфмн, профессор, Панина Лариса Владимировна

Рабочая программа

Материалы и элементы микро- и наносенсорики

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 28.03.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, 28.03.01-БНМТ-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, , 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 Владимир Григорьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью преподавания дисциплины является формирование знаний о микро- и наносенсорных системах, физических принципах их функционирования, и областях применения. Ставятся задачи научить физическим основам функционирования микро- и наносенсорных систем и обосновывать выбор материалов, методам их получения с заданными структурными и физическими свойствами на основе микро- и нанотехнологий.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Безопасность жизнедеятельности	
2.1.2	Метрология, стандартизация и технические измерения технологии материалов электроники	
2.1.3	Общее материаловедение	
2.1.4	Статистическая физика	
2.1.5	Физические свойства кристаллов	
2.1.6	Электроника	
2.1.7	Методы математической физики	
2.1.8	Основы квантовой механики	
2.1.9	Практическая кристаллография	
2.1.10	Физика	
2.1.11	Физическая химия	
2.1.12	Электротехника	
2.1.13	Математика	
2.1.14	Органическая химия	
2.1.15	Экономика	
2.1.16	Информатика	
2.1.17	Химия	
2.1.18	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Инженерная математика	
2.2.2	Конструкционные материалы и их технологии	
2.2.3	Материаловедение магнитной электроники и микросистемной техники	
2.2.4	Оборудование микро- и нанотехнологий	
2.2.5	Оборудование производства магнитных материалов	
2.2.6	Производственный менеджмент	
2.2.7	Физические основы микро- и наносистемной техники	
2.2.8	Функциональные материалы и их технологии	
2.2.9	Ионно-плазменная обработка материалов	
2.2.10	Магнитные измерения	
2.2.11	Моделирование и проектирование микро- и наносистем	
2.2.12	Основы спинтроники	
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.14	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.15	Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом	
2.2.16	Химия наноматериалов и наносистем	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен моделировать и рассчитывать требуемые входные и выходные параметры технологических операций
Знать:
ПК-2-31 Основы технологии производства магнитных материалов микросистемной техники, электроники и наноэлектроники

ПК-5: Способен давать рекомендации по повышению устойчивости материалов, элементов, приборов и устройств микро- и наносистемной техники к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды и к экстремальным условиям их эксплуатации
Знать:
ПК-5-31 Лексический минимум английского языка общего и профессионального характера для построения делового (профессионального) общения
ПК-1: Способен анализировать конструкции и технологии изготовления микро-и наноразмерных электромеханических систем по существующим источникам информации
Знать:
ПК-1-32 Основы электродинамики конденсированных сред
ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования
Знать:
ОПК-1-32 Основные понятия материаловедения и технологии материалов и элементов спинтроники
ПК-1: Способен анализировать конструкции и технологии изготовления микро-и наноразмерных электромеханических систем по существующим источникам информации
Знать:
ПК-1-31 Основные свойства и явления, которые могут использоваться в сенсорных системах
ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования
Знать:
ОПК-1-31 Классы материалов для создания и/или модификации электронных технологий
ПК-5: Способен давать рекомендации по повышению устойчивости материалов, элементов, приборов и устройств микро- и наносистемной техники к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды и к экстремальным условиям их эксплуатации
Уметь:
ПК-5-У1 Использовать методы системного анализа для классификации материалов для электронных технологий в зависимости от влияния внешних факторов на их свойства
ПК-1: Способен анализировать конструкции и технологии изготовления микро-и наноразмерных электромеханических систем по существующим источникам информации
Уметь:
ПК-1-У1 Целенаправленно работать с научной информацией на английском языке во всех ее формах: устной, письменной, печатной и электронной
ПК-2: Способен моделировать и рассчитывать требуемые входные и выходные параметры технологических операций
Уметь:
ПК-2-У1 Применять математический аппарат физики твердого тела для решения практических задач
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Уметь:
УК-1-У2 Осуществлять эксперименты, обеспечивающие получение требуемых данных и обосновывать достоверность полученных экспериментальных результатов в исследованиях материалов
УК-1-У1 Активно применять знание английского языка на уровне, достаточном для решения профессиональных задач
ПК-2: Способен моделировать и рассчитывать требуемые входные и выходные параметры технологических операций
Уметь:
ПК-2-У2 Строить модели процессов для использования в сенсорных технологиях
ПК-5: Способен давать рекомендации по повышению устойчивости материалов, элементов, приборов и устройств микро- и наносистемной техники к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды и к экстремальным условиям их эксплуатации
Владеть:
ПК-5-В1 Навыками проведения электрофизических и оптических измерений и владения стандартными методиками

исследования влияния внешней среды на свойства диэлектрических материалов
ПК-1: Способен анализировать конструкции и технологии изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем по существующим источникам информации
Владеть:
ПК-1-В1 Анализ существующих методов и маршрутов формирования микро- и наноструктур, входящих в конструкцию микро- и наноразмерных электромеханических систем, а также свойств материалов и их комбинаций, входящих в конструкцию и определяющих работу
ПК-1-В2 Владеть иностранным языком в объеме, необходимом для возможности получения информации из зарубежных источников и общения в профессиональной деятельности
ПК-1-В3 Навыками работы с информационными базами данных об отечественных и зарубежных достижениях в области нанотехнологий, нано- и микросистемной техники, электроники, микро- и нанoeлектроники

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, обобщенное описание сенсорных систем							
1.1	Классификация сенсоров: назначение, принципы преобразования. Характеристики сенсоров: диапазон измерения, чувствительность, точность, линейность, селективность. Погрешности измерений: температурный и временной дрейф параметров, шумы. /Лек/	6	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-5-31	Л1.1Л2.6 Э1		КМ1	
1.2	Выполнение домашних работ по темам: Характеристики сенсоров: диапазон измерения, чувствительность, точность, линейность, селективность. Погрешности измерений: температурный и временной дрейф параметров, шумы. /Ср/	6	10	УК-1-У1 УК-1-У2 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1Л2.1 Л2.6 Э1			
	Раздел 2. Материалы для электромагнитных сенсорных систем и физические эффекты							
2.1	Магнитоэлектрические сенсоры: индуктивные преобразователи, магниторезисторы, магнитоимпеданс, датчики магнитного поля; Микросистемы для преобразования электрической энергии в механическую; Микроманипуляторы. /Лек/	6	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-2-31 ПК-5-31	Л1.2 Л1.3Л2.3 Э1		КМ1	

2.2	1.Измерение параметров магнито индуктивного сенсора на основе магнитного микропровода 2. Выполнение численного эксперимента: оптимизация чувствительности магнитоимпедансного сенсора на основе ферромагнитного микропровода и многослойной пленки типа металл/ферромагнетик/металл /Пр/	6	8	УК-1-У1 УК-1-У2 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5			Р2
2.3	Выполнение домашней работы по темам: магнитосопротивление, магнитоиндуктивность, магнитоимпеданс, магнито-модуляционные сенсоры. Подготовка к практической работе Подготовка курсовой работы /Ср/	6	12	УК-1-У1 УК-1-У2 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1			
	Раздел 3. Материалы для оптических сенсорных систем и физические эффекты							
3.1	Оптические сенсоры: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фотосчетчики. Сенсоры на основе плазмонного резонанса. Эллипсометрия тонких пленок как метод их структурной характеристики. /Лек/	6	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1		КМ1	
3.2	1. Эллипсометрические методы измерения параметров наноразмерных структур 2. Численный эксперимент: оптимизация чувствительности плазмонного сенсора /Пр/	6	6	УК-1-У1 УК-1-У2 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2			Р3
3.3	Выполнение домашней работы по темам: оптические сенсоры: фоторезисторы, фотодиоды, плазмонные сенсоры. Подготовка к практической работе Подготовка курсовой работы /Ср/	6	15	УК-1-У1 УК-1-У2 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1			
	Раздел 4. Материалы для термоэлектрических сенсорных системы и физические эффекты							

4.1	Термоэлектрические сенсоры. Терморезистивные, термоэлектрические, термомеханические, пирозлектрические преобразователи. /Лек/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-5-31	Л1.1Л2.4 Э1		КМ1	
4.2	Численный эксперимент (компьютерное моделирование): оптимизация эффективности термоэлектрических пленок /Пр/	6	3	УК-1-У1 УК-1-У2 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.4			Р4
4.3	Выполнение домашней работы по теме: терморезистивные, термоэлектрические, термомеханические, преобразователи; датчики: температуры, потока. /Ср/	6	17	УК-1-У1 УК-1-У2 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.4 Э1			
Раздел 5. Микромеханические преобразователи								
5.1	Методы микромеханических преобразователей. Микромеханические сенсоры. /Лек/	6	3	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-2-31	Л1.1 Э1		КМ1	
5.2	Выполнение домашней работы по теме: датчики на основе микромеханических преобразователей /Ср/	6	20	УК-1-У1 УК-1-У2 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			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	Зачёт	ОПК-1-31;ОПК-1-32;УК-1-У1;УК-1-У2;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1	Анализ полученных знаний о микро- и наносенсорных системах, физических принципах их функционирования, и областях применения. Ставятся задачи научить физическим основам функционирования микро- и наносенсорных систем и обосновывать выбор материалов, методам их получения с заданными структурными и физическими свойствами на основе микро- и нанотехнологий.

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	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-5-В1;ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-2-У2;ПК-2-31;ПК-1-В3;ПК-2-У1;ПК-1-В2	работы по темам: магнитосопротивление, магнитоиндуктивность, магнитоимпеданс, магнито-модуляционные сенсоры.

P2	ПР1	УК-1-У2;УК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-5-У1;ПК-5-В1	1.Измерение параметров магнито индуктивного сенсора на основе магнитного микропровода 2. Выполнение численного эксперимента: оптимизация чувствительности магнитоимпедансного сенсора на основе ферромагнитного микропровода и многослойной пленки типа металл/ферромагнетик/металл
P3	ПР2	УК-1-У1;УК-1-У2;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-5-У1;ПК-5-В1	1. Эллипсометрические методы измерения параметров наноразмерных структур 2. Численный эксперимент: оптимизация чувствительности плазменного сенсора
P4	ПР3	УК-1-У1;УК-1-У2;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-5-У1;ПК-5-В1	Численный эксперимент (компьютерное моделирование): оптимизация эффективности термоэлектрических пленок

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

Экзамен не предусмотрен

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

По дисциплине предусмотрен зачет с оценкой. Основной вклад в оценку дает выполнение и защита лабораторных работ, промежуточной курсовой работы и выполнение зачетных домашних работ.

Билеты к зачету содержат один вопрос и одну задачу. Задачи являются типовыми, аналогичные задачи решались в ходе выполнения домашних работ.

Распределение окончательной оценки следующее:

- выполнение домашних работ - 10%
- выполнение и защита лабораторных работ - 30%
- выполнение и представление курсовой работы - 20%
- зачетные вопросы - 40%

Критерии оценки:

«отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике (выполнение и защита лабораторных работ), грамотно и логически стройно излагает материал при ответе.

«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;

«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;

«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	Войтович И. Д., Корсунский В. М.	Интеллектуальные сенсоры: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Интернет- Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) Бином. Лаборатория знаний, 2009
Л1.2	Шостак А. С.	Электродинамика сплошных сред: курс лекций: курс лекций	Электронная библиотека	Томск: ТУСУ, 2012
Л1.3	Боков Л. А., Замотринский В. А., Мандель А. Е.	Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: ТУСУ, 2013

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Вологжанина С. А., Петкова А. П., Солнцев Ю. П.	Нанотехнологии и специальные материалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Химиздат, 2020
Л2.2	Смирнов С. В.	Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монокристаллических интегральных схем: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010
Л2.3	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
Л2.4	Кожитов Л. В., Косушкин В. Г., Крапухин В. В., Пархоменко Ю. Н.	Технология материалов микро- и нанoeлектроники	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007
Л2.5	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
Л2.6	Дзидзигури Э. Л., Сидорова Е. Н.	Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии (N 3511): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	John G. Webster, Halit Ere. Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook: Electromagnetic, Optical, Radiation, Chemical, and Biomedical Measurement [Book]. – CRC Press, 2014. – 1921 p. — Режим доступа: Открытый доступ с ID-адресов НИТУ "МИСиС". — URL: https://doi.org/10.1201/b15664	https://www.mendeley.com/catalogue/96931c7c-067d-3a91-ae84-021e921d444e/
----	---	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MS Teams
П.2	MATLAB
П.3	MATCAD
П.4	LMS Canvas
П.5	Microsoft Office

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://elibrary.ru/)
И.2	Springerlink (https://link.springer.com/)
И.3	Web of Science (WOS) (https://apps.webofknowledge.com)
И.4	Scopus (https://www.scopus.com/)
И.5	Elsevier (https://www.sciencedirect.com/)
И.6	Электронный курс на платформе LMS CANVAS

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office
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, ПК с 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.

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. Расчетно-графические работы выполняются с помощью пакета прикладных программ.

Практические занятия проводятся с использованием наглядных пособий, образцов, установок с соответствующим программным обеспечением. Электронные презентации и (или) опорные конспекты теоретических основ дисциплины заранее передаются обучающимся для предварительного ознакомления. Перед проведением практических занятий обучающимся рекомендуется самостоятельно просмотреть теоретический материал по тематике предстоящего занятия. Образовательная деятельность по дисциплине реализуется с помощью электронной информационно-образовательной среды НИТУ «МИСиС» Canvas, представленной на сайте <https://lms.misis.ru/>. В учебном процессе используются программные базы вуза и автоматизированные средства взаимодействия преподавателя и обучающегося. Электронный контент в Canvas содержит все календарные события курса, навигационные ссылки, тесты, задания, методические рекомендации и электронные материалы.