

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 16.11.2023 17:25:11

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)

### Физико-химия наноматериалов

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 6

аудиторные занятия

85

самостоятельная работа

23

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя 20			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	23	23	23	23
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

Рабочая программа

### **Физико-химия наноматериалов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

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 взаимосвязи между особенностями зонной структуры наноматериалов и их физико-химическими свойствами. Показать влияние электронных и структурных дефектов решетки на свойства кристаллов, а также их роль в протекании твердофазных процессов.
-----	---

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:	2.1.2
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Академическое письмо
2.1.2	Иностранный язык
2.1.3	История и философия науки
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Аналитическая химия
2.2.2	Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
2.2.3	Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
2.2.4	Геотехнология, горные машины
2.2.5	Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
2.2.6	Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
2.2.7	Литейное производство
2.2.8	Материаловедение
2.2.9	Материаловедение
2.2.10	Материаловедение
2.2.11	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
2.2.12	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
2.2.13	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
2.2.14	Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
2.2.15	Металлургия черных, цветных и редких металлов
2.2.16	Металлургия черных, цветных и редких металлов
2.2.17	Металлургия черных, цветных и редких металлов
2.2.18	Нанотехнологии и наноматериалы
2.2.19	Нанотехнологии и наноматериалы
2.2.20	Нанотехнологии и наноматериалы
2.2.21	Обогащение полезных ископаемых
2.2.22	Обработка металлов давлением
2.2.23	Порошковая металлургия и композиционные материалы
2.2.24	Порошковая металлургия и композиционные материалы
2.2.25	Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
2.2.26	Технологии и машины обработки давлением
2.2.27	Технологии и машины обработки давлением
2.2.28	Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
2.2.29	Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
2.2.30	Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
2.2.31	Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
2.2.32	Физика конденсированного состояния
2.2.33	Физика конденсированного состояния
2.2.34	Физика конденсированного состояния
2.2.35	Физика конденсированного состояния
2.2.36	Физика конденсированного состояния
2.2.37	Физика полупроводников
2.2.38	Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
2.2.39	Электротехнические комплексы и системы
2.2.40	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук



**А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях****Уметь:**

А-1-У1 проводить научный поиск и применять результаты научно-исследовательских разработок

**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. Зонная теория твердых тел. Зоны Бриллюэна</b>							
1.1	Зонная структура энергетического спектра кристаллических тел (качественное рассмотрение на примерах в приближении «сильной связи»). /Лек/	6	1	А-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
1.2	Обратная решетка. Графическое построение зон Бриллюэна для двухмерной простой квадратной решетки /Пр/	6	4	А-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
1.3	Классификация кристаллических тел по типу зонной структуры спектра: металлы, диэлектрики, полупроводники. Волновая функция электрона в периодическом потенциальном поле. Функции Блоха. Волновая функция для нулевого волнового вектора. Отражение Брэгга и энергетическая щель. /Лек/	6	2	А-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
1.4	Графическое построение зон Бриллюэна для двухмерной простой кубической решетки /Пр/	6	4	А-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
1.5	Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ. Подготовка рефератов. /Ср/	6	6	А-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
1.6	графическое построение зон Бриллюэна для двухмерной простой квадратной решетки /Лаб/	6	8	А-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1Л2.2 Л3.1Л2.1 Э1			
1.7	рафическое построение зон Бриллюэна для двухмерной простой кубической решетки /Лаб/	6	9	А-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1Л1.2 Л2.2Л3.1 Э1			
	<b>Раздел 2. Модель Кронига – Пенни.</b>							
2.1	Зоны Бриллюэна. Форма и объем зон Бриллюэна. Фазовая скорость электрона. Эффективная масса. /Лек/	6	2	А-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			

2.2	Применение метода мягких рентгеновских спектров твердых тел для изучения их зонной структуры. /Пр/	6	4	A-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
2.3	Зоны Бриллюэна. Форма и объем зон Бриллюэна. Групповая скорость электрона. /Лек/	6	2	A-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
2.4	Характерные свойства переходных металлов, обусловленные перекрытием s – зоны и частично заполненной d- зоны /Пр/	6	4	A-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
2.5	Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ. Подготовка рефератов. /Ср/	6	5	A-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
2.6	Применение метода мягких рентгеновских спектров твердых тел для изучения их зонной структуры. /Лаб/	6	8	A-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л3.1Л2.1 Э1			
	<b>Раздел 3. Диэлектрические свойства изоляторов</b>							
3.1	Полупроводники: собственные и примесные. Энергия примесных состояний. /Лек/	6	2	A-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
3.2	Зависимость химического потенциала примесного полупроводника от концентрации примеси и влияние этих изменений на адсорбционные равновесия «газ-полупроводник».  /Пр/	6	4	A-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
3.3	Положение химического потенциала (уровня Ферми) в энергетическом спектре полупроводника. /Лек/	6	2	A-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
3.4	Вычисления равновесной концентрации вакансий в элементарных кристаллических телах. /Пр/	6	4	A-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
3.5	Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ. Подготовка рефератов. /Ср/	6	3	A-1-У1 А-2-У1 А-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
3.6	Вычисления равновесной концентрации вакансий в элементарных кристаллических телах. /Лаб/	6	9					
	<b>Раздел 4. Точечные дефекты кристаллических решеток и их влияние на физико-химические свойства кристаллов.</b>							

4.1	Поляризация, ее составляющие и механизмы возникновения. Индукцированные диполи. Электронная и ионная поляризуемость. Диэлектрическая проницаемость твердых тел. Локальные поля. /Лек/	6	1	A-1-У1 A-2-У1 A-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
4.2	Вычисление концентрации дефектов по Шоттки и дефектов по Френкелю в стехиометрических ионных кристаллах с поправкой на изменение колебательной энтропии кристалла. /Пр/	6	2	A-1-У1 A-2-У1 A-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
4.3	Температурная зависимость диэлектрической проницаемости. Переменные поля. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости. Статическая и оптическая диэлектрические проницаемости. /Лек/	6	1	A-1-У1 A-2-У1 A-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
4.4	Оценка энергии образования точечных дефектов в ионных кристаллах. /Пр/	6	2	A-1-У1 A-2-У1 A-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
4.5	Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ. Подготовка рефератов. /Ср/	6	3	A-1-У1 A-2-У1 A-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
	<b>Раздел 5. Влияние дефектов в кристаллической решетке ионного кристалла на кинетику твердофазных реакций</b>							
5.1	Влияние дефектов в кристаллической решетке ионного кристалла на кинетику твердофазных реакций ( на примере окисления металлов.) Двойной электрический слой на межфазных границах раздела окисел – металл и окисел – кислород. /Лек/	6	2	A-1-У1 A-2-У1 A-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
5.2	Влияние примеси замещения на концентрацию дефектов по Шоттки в ионных кристаллах ( на примере хлорида натрия с примесью кальция). Нестехиометричность в галогенидах щелочных металлов. F- и V- центры и их влияние на оптические свойства кристаллов. /Пр/	6	2	A-1-У1 A-2-У1 A-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1		КМ1	



5.3	Радиус экранирования и классификация процессов окисления по роли приповерхностных электрических полей на их кинетику. Теория Мота и Кобреры. /Лек/	6	1	A-1-У1 A-2-У1 A-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
5.4	Оценка зависимости максимума полосы поглощения F – центров галогенидов от периода решетки на основании «ящичной» модели. Нестехиометричность оксидов с избытком металла и неметалла. /Пр/	6	2	A-1-У1 A-2-У1 A-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
5.5	Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ. Подготовка рефератов. /Ср/	6	3	A-1-У1 A-2-У1 A-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
<b>Раздел 6. Структурная устойчивость и теория катастроф, активные среды теория параболического окисления Вагнера.</b>								
6.1	Кинетика роста «толстых» оксидных пленок на металлах: теория параболического окисления Вагнера. Кинетика роста «тонких» пленок: параболический и кубический законы окисления. Кинетика роста «очень тонких» окисных пленок: логарифмический и обратнологарифмический законы окисления. /Лек/	6	1	A-1-У1 A-2-У1 A-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
6.2	Влияние легирующих добавок на константу скорости окисления металла. Теория роста «толстых» оксидных пленок на металлах (Вагнер). Оценка констант скорости параболического окисления металлов( на примерах Cu <sub>2</sub> O на Cu и ZnO на Zn) /Пр/	6	2	A-1-У1 A-2-У1 A-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			
6.3	Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ. Подготовка рефератов. /Ср/	6	3	A-1-У1 A-2-У1 A-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1			

### 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	Коллоквиум	А-3-У1;А-2-У1;А-1-У1	Влияние дефектов в кристаллической решетки ионного кристалла на кинетику твердофазных реакций Двойной электрический слой на межфазных границах раздела окисел – металл и окисел – кислород
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Реферат	А-3-У1;А-2-У1;А-1-У1	ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ Концентрация электронов и дырок в собственном и примесном полупроводниках. Положение химического потенциала в энергетическом спектре полупроводника и его зависимость от концентрации примеси. Оценка энергии образования дефектов по Шоттки в ионных кристаллах Влияние легирующих добавок на скорость окисления металлов (теория Вагнера).
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
Волновая функция для нулевого волнового вектора Зоны Бриллюэна. Форма и объем зон Бриллюэна. Полупроводники: собственные и примесные. Энергия примесных состояний. Диэлектрическая проницаемость твердых тел. Локальные поля Кинетика роста «толстых» оксидных пленок на металлах: теория параболического окисления Вагнера.			
<b>5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)</b>			
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 «неявка» – 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	Фистуль В. И.	Амфотерные примеси в полупроводниках	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1992

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Блейкмор Дж.	Физика твердого состояния: пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1972
Л2.2	Жуховицкий А. А., Шварцман Л. А.	Физическая химия: Учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Андреев Лев Алексеевич, Новиков А. В., Новикова Елена Александровна, Бокштейн Борис Самуилович	Физика и химия твердого тела. Точечные дефекты в ионных кристаллах: Метод. указания для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2003

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.2	Андреев Лев Алексеевич, Новиков А. В., Новикова Елена Александровна, Бокштейн Борис Самуилович	Физика и химия твердого тела. Металлы и полупроводники: практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2005

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Каталог Российской государственной библиотеки (РГБ) [Электронный ресурс].	<a href="http://www.aleph.rsl.ru">http://www.aleph.rsl.ru</a>
----	---	---

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MATCAD
П.2	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.3	ESET NOD32 Antivirus
П.4	Win Pro 10 32-bit/64-bit

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.2	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
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, 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 Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
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.