

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 12:14:46

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)

# Функциональные наноматериалы

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

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

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 9

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

103

часов на контроль

45

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	9 (5.1)		Итого	
	18			
Неделя	18			
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	103	103	103	103
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

*к.ф.-.м.н., доц., Перминов Александр Сергеевич; к.ф.-.м.н., доц., Онучина Маргарита Романовна*

Рабочая программа

**Функциональные наноматериалы**

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 физического материаловедения**

Протокол от 29.06.2023 г., №11-06

Руководитель подразделения Савченко Александр Григорьевич

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Формирование компетенций в соответствии с требованиями учебного плана, а также формирование умений и навыков определять и раскрывать особенности функциональных наноматериалов, включая их структуру и свойства, а также взаимосвязь между ними, методы синтеза и исследования, ознакомить обучающихся с практическим применением функциональных наноматериалов и перспективами их использования.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.26
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.1.2	Композиционные материалы	
2.1.3	Конструирование композиционных материалов	
2.1.4	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.1.5	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	
2.1.6	Специальные сплавы	
2.1.7	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы	
2.1.8	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы	
2.1.9	Атомное строение фаз	
2.1.10	Биохимия наноматериалов	
2.1.11	Инженерия поверхности	
2.1.12	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.1.13	Методы исследования структур и материалов. Часть 1	
2.1.14	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.1.15	Наноматериалы	
2.1.16	Сверхтвердые материалы	
2.1.17	Технологии материалов с особыми физическими свойствами	
2.1.18	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.1.19	Физика магнитных явлений	
2.1.20	Физика полупроводниковых приборов	
2.1.21	Физика прочности	
2.1.22	Физика прочности и механические свойства материалов	
2.1.23	Физико-химия металлов и неметаллических материалов	
2.1.24	Физические основы деформации и разрушения	
2.1.25	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.26	Материаловедение	
2.1.27	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.28	Металловедение инновационных материалов	
2.1.29	Методы исследования материалов	
2.1.30	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии	
2.1.31	Метрология и технические измерения функциональных материалов	
2.1.32	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.1.33	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике	
2.1.34	Основы материаловедения и методов исследования материалов	
2.1.35	Разработка новых материалов	
2.1.36	Фазовые равновесия и дефекты структуры	
2.1.37	Физика диэлектриков	
2.1.38	Физика полупроводников	
2.1.39	Введение в квантовую теорию твердого тела	
2.1.40	Дефекты кристаллической решетки	
2.1.41	Компьютеризация эксперимента	
2.1.42	Материалы альтернативной энергетики	
2.1.43	Материалы наукоемких технологий	
2.1.44	Основы дизайна металлических материалов	

2.1.45	Планирование и организация научно-исследовательской работы
2.1.46	Планирование научного эксперимента
2.1.47	Современные проблемы материаловедения
2.1.48	Теория поверхностных явлений
2.1.49	Теория симметрии
2.1.50	Электроника
2.1.51	Кристаллография
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Биоорганическая химия
2.2.2	Высокотемпературные керамические материалы
2.2.3	Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы
2.2.4	Квантовая теория твердого тела
2.2.5	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники
2.2.6	Методы исследования макро- и микроструктуры материалов
2.2.7	Методы непараметрической статистики
2.2.8	Некоторые главы кристаллохимии
2.2.9	Объемные наноматериалы
2.2.10	Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов
2.2.11	Структура и технологичность сплавов
2.2.12	Физико-химия эволюции твердого вещества
2.2.13	Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований
2.2.14	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.15	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.16	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.17	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.18	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.19	Менеджмент качества
2.2.20	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.21	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.22	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.23	Методология научных исследований
2.2.24	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.25	Основы клеточной биологии
2.2.26	Оформление результатов научной деятельности
2.2.27	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.28	Симметрия наносистем
2.2.29	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.30	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.31	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.32	Управление коллективами
2.2.33	Управление проектами
2.2.34	Химические основы биологических процессов
2.2.35	Цифровое материаловедение
2.2.36	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.37	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.38	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.39	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.40	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.41	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.42	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.43	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.44	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям**

**Знать:**

ПК-1-35 Требования охраны труда, электробезопасности и пожарной безопасности в термическом производстве.

ПК-1-36 Методика патентного поиска.

ПК-1-37 Основные группы функциональных материалов и их назначение

ПК-1-34 Условия патентоспособности изобретения, полезной модели и промышленного образца.

ПК-1-31 Правила работы с электронной конструкторско-технологической информацией.

ПК-1-32 Технологические возможности типовых режимов термической и химико-термической обработки.

ПК-1-33 Основные критерии оценки технологичности и повышения эффективности применения термической и химико-термической обработки.

**Уметь:**

ПК-1-У5 Готовить техническую документацию, необходимую для подачи заявки о регистрации объекта интеллектуальной собственности в федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий нормативно-правовое регулирование в сфере авторского права и смежных прав.

ПК-1-У6 Производить патентный поиск под руководством специалиста более высокого уровня квалификации.

ПК-1-У7 Анализировать свойства и структуру функциональных наноматериалов

ПК-1-У4 Выявлять условия патентоспособности изобретения, полезной модели и промышленного образца, в том числе разработанных специалистами более низких уровней квалификации.

ПК-1-У1 Анализировать конструкторскую документацию на детали машин и приборов, на инструменты, подвергаемые типовым технологическим процессам термической и химико-термической обработки.

ПК-1-У2 Формулировать предложения по изменению конструктивных требований к эксплуатационным свойствам в целях более эффективной реализации возможностей материалов или термической и химико-термической обработки.

ПК-1-У3 Выбирать технологическое оборудование для реализации типовых режимов термической и химико-термической обработки.

**Владеть:**

ПК-1-В4 Навыками патентного поиска под руководством специалиста более высокого уровня квалификации.

ПК-1-В5 Опытном анализе свойств и структуры функциональных наноматериалов

ПК-1-В3 Навыками внесения предложений по изменению требований к эксплуатационным свойствам в целях более эффективной реализации возможностей материала или термической и химико-термической обработки.

ПК-1-В1 Навыками выбора металлических и неметаллических материалов для деталей машин, приборов и инструмента.

ПК-1-В2 Навыками выбора способа термической или химико-термической обработки.

### 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. Раздел 1. Строение функциональных наноматериалов.</b>							
1.1	Строение функциональных материалов /Лек/	9	8	ПК-1-33 ПК-1-37	Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.5			

1.2	Порядок подачи заявки для регистрации изобретения, полезной модели, промышленного образца. /Лек/	9	2	ПК-1-33 ПК-1-34 ПК-1-36	Л1.12Л3.4			
1.3	Классификации наноматериалов. Отличительные особенности функциональных наноматериалов. Перспективы и трудности развития данной области. /Пр/ /Пр/	9	4	ПК-1-37	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.9 Л1.11 Л1.13Л2.6 Л2.7 Л2.11 Л2.12Л3.3 Л3.4			Р3
1.4	Углеродные наноматериалы. Особенности строения. Фуллерены, графен, нанотрубки. /Пр/ /Пр/	9	2	ПК-1-В3 ПК-1-32 ПК-1-37 ПК-1-У2 ПК-1-У7 ПК-1-В2 ПК-1-В5	Л1.2 Л1.11 Л1.12Л2.5 Л2.9Л3.4			Р4
1.5	Материалы для нанoeлектроники. Полупроводники и диэлектрики. Принцип работы полупроводниковых элементов. /Пр/ /Пр/	9	2	ПК-1-В3 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У5 ПК-1-У7 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В5	Л1.1 Л1.11 Л1.14Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.8 Л2.10Л3.4			Р5
1.6	Биомедицинские наноматериалы. Риски использования веществ в наностоянии. /Пр/	9	4	ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-36 ПК-1-У4 ПК-1-У6 ПК-1-В3 ПК-1-В4 ПК-1-33 ПК-1-37 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У5 ПК-1-У7 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В5	Л1.6 Л1.11 Л1.12Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.9 Л2.12Л3.3 Л3.6		КМ1	Р6
1.7	Подготовка к контрольной работе по теме: строение функциональных наноматериалов, /Ср/	9	12	ПК-1-34 ПК-1-36 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-37	Л1.1 Л1.11 Л1.12 Л1.14 Л1.15Л2.3 Л2.6 Л2.7 Л2.12Л3.3 Э1 Э2 Э3			
1.8	Подготовка к практическим занятиям раздела Строение функциональных материалов /Ср/	9	8	ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-36 ПК-1-У5 ПК-1-У6 ПК-1-В3	Л1.6 Л1.12Л2.3 Л2.6 Л2.11 Л2.12Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.5 Л3.6 Э1 Э2 Э3			
1.9	выполнение домашнего задания 1 /Ср/	9	12	ПК-1-34 ПК-1-36 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-1-У6 ПК-1-В4 ПК-1-35 ПК-1-В3	Л1.2 Л1.3 Л1.8 Л1.12Л2.7 Л2.8Л3.2 Л3.6 Э1			Р1
	<b>Раздел 2. Раздел 2. Свойства функциональных наноматериалов.</b>							

2.1	Свойства функциональных наноматериалов (оптические, механические, магнитные) /Лек/	9	10	ПК-1-32 ПК-1-35 ПК-1-У3 ПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.8 Л1.9 Л1.13Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Л2.10 Л2.11Л3.5			
2.2	Оптические свойства функциональных наноматериалов. Нанопотоника, фотонные кристаллы. Метаматериалы. /Пр/	9	2	ПК-1-В3 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-37 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У7 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В5	Л1.7Л2.4 Л2.12Л3.2			Р7
2.3	Механические свойства функциональных наноматериалов. /Пр/	9	2	ПК-1-В3 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-37 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У7 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В5	Л1.2 Л1.3 Л1.9 Л1.12Л2.11 Л2.12Л3.2			Р8
2.4	Магнитные свойства функциональных наноматериалов. /Пр/	9	4	ПК-1-В3 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-В5 ПК-1-31 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У7 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.4 Л1.6 Л1.8 Л1.13Л2.7 Л2.12Л3.2		КМ2	Р9
2.5	Подготовка к контрольной работе по теме: свойства функциональных материалов /Ср/	9	6	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-37	Л1.2 Л1.9 Л1.12Л2.12Л 3.3 Л3.4 Э1			
2.6	Домашнее задание 2. /Ср/	9	12	ПК-1-В3 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У5 ПК-1-У6 ПК-1-У7 ПК-1-В1 ПК-1-В5	Л1.2 Л1.3 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.12 Л1.13Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.12Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.6 Э1			Р2
2.7	Подготовка к практическим занятиям раздела Свойства функциональных материалов /Ср/	9	8	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У2 ПК-1-37	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.13Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.4 Э1			
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Методы получения и способы исследования функциональных наноматериалов.</b>							
3.1	Методы получения наноматериалов /Лек/	9	6	ПК-1-33 ПК-1-32	Л1.5 Л1.10 Л1.11 Л1.12Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8Л3.5			

3.2	Методы исследования функциональных наноматериалов. /Лек/	9	8	ПК-1-31 ПК-1-35	Л1.3 Л1.4 Л1.12 Л1.13 Л1.15Л2.5 Л2.7 Л2.12Л3.2 Л3.5			
3.3	Пластическая деформация аморфных и микрокристаллических материалов /Пр/	9	4	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-37 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У7 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-1-В5	Л1.3 Л1.5 Л1.9Л2.7 Л2.11 Л2.12Л3.2 Л3.5			Р10
3.4	Физические и химические методы синтеза наноматериалов. Методы осаждения плёнок. Методы литографии. Особенности и сравнительные характеристики. Химико-термическая обработка. /Пр/	9	6	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.1 Л1.7 Л1.9 Л1.10 Л1.11Л2.6 Л2.12Л3.2			Р11
3.5	Процессы самоорганизации и самосборки в наносистемах. Движущие силы самоорганизации. /Пр/	9	4	ПК-1-У3 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-37 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-35 ПК-1-У7 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-1-В5	Л1.2 Л1.3 Л1.9 Л1.12Л2.11 Л2.12Л3.2		КМ3	Р12
3.6	Подготовка к Контрольной работе по теме: Методы получения и способы исследования функциональных наноматериалов. /Ср/	9	9	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-31 ПК-1-35 ПК-1-37 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3	Л1.1 Л1.7 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.14Л2.1 Л2.6Л3.2 Э1			
3.7	Подготовка к практическим занятиям раздела Методы получения и способы исследования функциональных наноматериалов. /Ср/	9	12	ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.7 Л1.9 Л1.10 Л1.12 Л1.15Л2.4 Л2.5 Л2.9 Л2.11 Л2.12Л3.3 Л3.4 Л3.5 Э1			
3.8	Подготовка к экзамену по курсу /Ср/	9	24	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-36 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-1-У6 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3 ПК-1-В4 ПК-1-37 ПК-1-У7 ПК-1-В5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л1.12 Л1.13 Л1.14 Л1.15Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12Л3.5 Э1			

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**



<b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b>			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Вопросы к контрольной работе 1 «Строение функциональных наноматериалов»	ПК-1-35;ПК-1-36;ПК-1-34;ПК-1-33;ПК-1-37	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Функциональные наноматериалы. Определение. Свойства. Применение.</li> <li>2. Классификации наноматериалов. Отличительные особенности функциональных наноматериалов.</li> <li>3. Структура и свойства функциональных наноматериалов. Причины отличий свойств наноматериалов от их объёмных аналогов.</li> <li>4. Применение функциональных наноматериалов с кратким описанием принципа работы или действия.</li> <li>5. Принципы и методы получения и изучения функциональных наноматериалов. Указать по несколько методов на каждый принцип.</li> <li>6. Какие факторы определяют функциональные свойства наноматериалов.</li> <li>7. Какие структуры называют гетероструктурами. Главная особенность гетероструктур.</li> <li>8. Размерность наноматериалов. Классификация по Гляйтеру. Примеры наноматериалов для каждого типа.</li> <li>9. Взаимосвязь структуры и свойств функциональных наноматериалов в зависимости от типа наноматериала.</li> <li>10. ПАВ в нанотехнологиях. Плёнки Ленгмюра-Блоджетт.</li> <li>11. Формы и модификации углеродных наноматериалов. Преимущества и недостатки каждой.</li> <li>12. Углеродные нанотрубки. Особенности строения. Типы. Параметры. Свойства. Применение.</li> <li>13. Фуллерены. Особенности строения. Типы. Параметры. Свойства. Применение.</li> <li>14. Графен. Особенности строения. Типы. Параметры. Свойства. Применение.</li> <li>15. Размерность углеродных наноматериалов. Примеры наноматериалов для каждого типа.</li> <li>16. Проблемы получения и применения углеродных наноматериалов.</li> <li>17. Методы получения углеродных наноматериалов. Опишите кратко три-четыре метода.</li> <li>18. Хиральность. Определение. Влияние на свойства нанотрубок.</li> <li>19. Природные углеродные наноматериалы. Условия стабильного существования фуллерена, наноалмаза, графена.</li> <li>20. Как можно получить гадофуллерен и ему подобные типы фуллеренов. Проблемы получения. Необходимость применения. Проблемы применения.</li> <li>21. В каком случае необходимо проводить патентный поиск. Принципы проведения патентного поиска.</li> <li>22. Порядок подачи заявки для регистрации изобретения, полезной модели или промышленного образца.</li> <li>23. Требования, предъявляемые к прототипу, указанному в заявке на изобретение.</li> <li>24. Требования, предъявляемые к формуле изобретения, указанной в заявке на изобретение.</li> <li>25. Принципы выбора кода классификатора при составлении пакета документов для подачи заявки для регистрации изобретения, полезной модели или промышленного образца.</li> </ol>

КМ2	Вопросы к контрольной работе 2 «Свойства функциональных наноматериалов»	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-37;ПК-1-35	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оптические свойства. Оптический диапазон. Чем определяются оптические свойства материалов. В чём отличие оптических свойств наноматериалов от их объёмных аналогов.</li> <li>2. Коэффициент преломления. Коэффициент пропускания. Цвет. Особенности этих параметров для наноматериалов.</li> <li>3. Оптические материалы. Классификация. Примеры материалов каждого типа.</li> <li>4. Фотовольтаики. Определение. Принцип действия.</li> <li>5. Фотоника. Нанопотоника. Фотоны. Определения. Свойства. Применение.</li> <li>6. Фотоника. Нанопотоника. Плазмоны. Определения. Свойства. Применение.</li> <li>7. Фотоника. Нанопотоника. Фотонные кристаллы. Определения. Свойства. Применение.</li> <li>8. Материалы с отрицательным коэффициентом преломления. Причина эффекта. Принцип действия. Области применения.</li> <li>9. Оптические свойства коллоидных наносистем. Особенности. Применение.</li> <li>10. Компьютер на фотонах. Принцип действия. Особенности работы. Элементная база.</li> <li>11. Диаграмма растяжения. Нарисовать. Отобразить основные параметры. Дать определение каждого. Отличия диаграммы растяжения наноматериалов и их объёмных аналогов.</li> <li>12. Соотношение Холла-Петча. Особенности для наноматериалов. Причины и следствия таких особенностей.</li> <li>13. Особенности механических свойств наноматериалов. В чём причина особенностей.</li> <li>14. Особенности деформации наноматериалов. Причина особенностей.</li> <li>15. Классификация веществ по магнитным свойствам. Отличие магнитных свойств наноматериалов от их объёмных аналогов.</li> <li>16. Влияние размерного фактора и фактора формы на свойства различного типа магнетиков.</li> <li>17. Особенности магнитной записи информации с использованием наноматериалов. Принцип действия. Перспективы развития.</li> <li>18. Влияние фактора формы и размера на тепловые свойства материалов. Причины такого влияния.</li> <li>19. Применение магнитных наноматериалов для датчиков магнитного поля. Принцип действия. Эффект Холла и магниторезистивный эффект.</li> <li>20. Датчики, основанные на оптических свойствах наноматериалов. Принцип действия. Применение.</li> <li>21. Электроника и наноэлектроника. В чём различия. «Закон Мура». Сбудется ли прогноз Мура?</li> <li>22. Элементная база современного компьютера. Классификация полупроводниковых транзисторов. Принцип действия. Принцип записи и передачи информации.</li> <li>23. Перспективы развития современной электроники. Полупроводники и фотоны. Элементная база. Принцип действия. Принцип записи и передачи информации.</li> <li>24. Устройство современной микросхемы. Принцип работы транзистора.</li> <li>25. Нанолитография. Суть метода. Чем нанолитография отличается от литографии, кроме размера конечного продукта.</li> <li>26. p-n-переход. Определение. Принцип действия. Основные и не основные носители заряда. За счёт чего образуется p-n-переход.</li> <li>27. Электронно-дырочный переход. Как образуется. Запирающий слой. Типы проводимости. Диод. Принцип работы диода.</li> <li>28. Биполярный и полевой транзисторы. Принцип работы. Какие типы транзисторов используют в современных микросхемах. Почему.</li> <li>29. Электроника будущего. Принцип работы компьютера на полупроводниковых элементах и фотонах. Возможен ли переход полностью на фотоны. При каких условиях.</li> <li>30. Проблемы современной полупроводниковой электроники. Чем обусловлен физический предел работы полупроводникового транзистора.</li> </ol>
-----	---	---	--

КМЗ	Вопросы к контрольной работе 3 «Методы получения и способы исследования функциональных наноматериалов»	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-35;ПК-1-37;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислить методы исследования функциональных материалов. Дать определение каждому методу. Каковы критерии выбора метода.</li> <li>2. Пластическая деформация, как метод получения наноматериалов. Дать краткое описание и принцип способов пластической деформации.</li> <li>3. ПЭМ, РЭМ, СЭМ. Особенности методов при исследовании функциональных материалов.</li> <li>4. Методы измерения магнитных свойств наноматериалов. Описать принцип действия.</li> <li>5. Методы измерения механических свойств наноматериалов. Описать принцип действия.</li> <li>6. Методы измерения оптических свойств наноматериалов. Описать принцип действия.</li> <li>7. Методы измерения электрических свойств наноматериалов. Описать принцип действия.</li> <li>8. Самоорганизация и самосборка в наносистемах. Принципы действия, применение.</li> <li>9. Методы синтеза наноматериалов. Принципы действия, применение.</li> <li>10. Химические методы получения функциональных наноматериалов</li> <li>11. Химико-термическая обработка. Необходимость и возможность применения химико-термической обработки для функциональных наноматериалов.</li> <li>12. Основная цель химико-термической обработки. Основные параметры химико-термической обработки.</li> <li>13. В чём отличие химико-термической обработки от термической обработки.</li> <li>14. После какой химико-термической обработки проводят термическую обработку. Как и почему это делают.</li> <li>15. Перечислить и раскрыть основные процессы, протекающие при химико-термической обработке.</li> </ol>
<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	Домашнее задание №1 по разделу 1	ПК-1-34;ПК-1-35;ПК-1-36;ПК-1-У4;ПК-1-У5;ПК-1-У6;ПК-1-В4;ПК-1-В3	Домашнее задание №1 по разделу 1. Подготовить макет заявки на изобретение, полезную модель или промышленный образец. Объект для заявки студент определяет самостоятельно на основании материала, освоенного в разделе 1.
P2	Домашнее задание №2 по разделу 2.	ПК-1-37;ПК-1-35;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У2;ПК-1-У1;ПК-1-У3;ПК-1-У5;ПК-1-У6;ПК-1-В1;ПК-1-У7;ПК-1-В5;ПК-1-В3	Домашнее задание №2 по разделу 2. Подготовить доклад в формате презентации PowerPoint в формате "Журналистское расследование" или "Литературный обзор" или "Критик" по любой выбранной студентом теме из разделов 1 и 2. Темы у студентов не должны пересекаться. Формат "журналистское расследование" предусматривает поиск, в том числе и интернет-поиск всех лабораторий, коллективов и рабочих групп НИТУ МИСИС, занимающихся вопросом, выбранным студентом. В докладе студент должен отразить краткую информация об объекте или теме исследования, результаты, достигнутые лабораториями или коллективами, а так же указать применяемые методы создания и исследования или контроля свойств, создаваемых материалов. Формат "литературный обзор" предусматривает поиск, в том числе и интернет-поиск информации о выбранном объекте, опубликованной в российских и иностранных журналах за последние 5 лет. Приводятся данные по статистике роста числа публикаций, новых достижениях, новых методах создания и новых сферах применения. Так же приводится список всех использованных источников. Формат "критик" предусматривает анализ любого из проведенных практических занятий. Необходимо перечислить достоинства и недостатки в изложении материала, а также оценить качество самого материала, предложить пути решения по устранению недостатков. Необходимо доказать свою точку зрения.

P3	Классификации наноматериалов. Отличительные особенности функциональных наноматериалов. Перспективы и трудности развития данной области. /Пр/	ПК-1-37	Классификации наноматериалов. Отличительные особенности функциональных наноматериалов. Перспективы и трудности развития данной области. /Пр/
P4	Углеродные наноматериалы. /Пр/	ПК-1-32;ПК-1-37;ПК-1-У2;ПК-1-У7;ПК-1-В2;ПК-1-В3;ПК-1-В5	Углеродные наноматериалы. Особенности строения. Фуллерены, графен, нанотрубки. /Пр/
P5	Материалы для нанoeлектроники. /Пр/	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-35;ПК-1-37;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У5;ПК-1-У7;ПК-1-В3;ПК-1-В2;ПК-1-В1;ПК-1-В5	Материалы для нанoeлектроники. Полупроводники и диэлектрики. Принцип работы полупроводниковых элементов. /Пр/
P6	Биомедицинские наноматериалы. /Пр/	ПК-1-34;ПК-1-35;ПК-1-36;ПК-1-37;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У4;ПК-1-У5;ПК-1-У6;ПК-1-У7;ПК-1-В1;ПК-1-В3;ПК-1-В4;ПК-1-В5	Биомедицинские наноматериалы. Риски использования веществ в наностоянии. Порядок подачи заявки для регистрации изобретения, полезной модели, промышленного образца. /Пр/
P7	Оптические свойства функциональных наноматериалов. /Пр/	ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-37;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У7;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3;ПК-1-В5	Оптические свойства функциональных наноматериалов. Нанofотоника, фотонные кристаллы. Метаматериалы. /Пр/
P8	Механические свойства функциональных наноматериалов. /Пр/	ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-37;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У7;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3;ПК-1-В5	Механические свойства функциональных наноматериалов. /Пр/
P9	Магнитные свойства функциональных наноматериалов. /Пр/	ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-37;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У7;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3;ПК-1-В5	Магнитные свойства функциональных наноматериалов. /Пр/
P10	Пластическая деформация аморфных и микрокристаллических материалов /Пр/	ПК-1-37;ПК-1-У7;ПК-1-В5;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В2;ПК-1-В3	Пластическая деформация аморфных и микрокристаллических материалов /Пр/
P11	Физические и химические методы синтеза наноматериалов. Химико-термическая обработка. /Пр/	ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-37;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У7;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3;ПК-1-В5	Физические и химические методы синтеза наноматериалов. Методы осаждения плёнок. Методы литографии. Особенности и сравнительные характеристики. Химико-термическая обработка. /Пр/

P12	Процессы самоорганизации и самосборки в наносистемах. Движущие силы самоорганизации. / Пр/	ПК-1-37;ПК-1-У7;ПК-1-В5	Процессы самоорганизации и самосборки в наносистемах. Движущие силы самоорганизации. /Пр/
-----	---	-------------------------	--

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

Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов. Примеры экзаменационных вопросов приведены в вопросах для самостоятельной подготовки

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

Критерии оценки на экзамене:

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 «неявка» – обучающийся не явился на экзамен.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Драгунов В. П., Остертак Д. И.	Микро- и нанoeлектроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012
Л1.2	Арзамасов Б. Н., Сидорин И. И., Косолапов Г. Ф., др., Арзамасов Б. Н.	Материаловедение: Учебник	Библиотека МИСиС	М.: Машиностроение, 1986
Л1.3	Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Войткун Ф., Солнцев Ю. П.	Материаловедение: Учебник для студ. вузов, обуч. по металлург., машиностроит. и общетехн. спец.	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1999
Л1.4	Перминов Александр Сергеевич, Шуваева Евгения Александровна, Введенский Вадим Юрьевич, Лилеев Алексей Сергеевич	Методы испытаний магнитных материалов: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' и спец. 'Стандартизация и сертификация'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л1.5	Добаткин Сергей Владимирович	Наноматериалы. Объемные металлические нано- и субмикрoкристаллические материалы, полученные интенсивной пластической деформацией: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.6	Перминов Александр Сергеевич, Введенский Вадим Юрьевич, Лилеев Алексей Сергеевич	Сертификация магнитных материалов: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' и спец. 'Стандартизация и сертификация'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л1.7	Крутогин Дмитрий Григорьевич	Элементы и устройства магнитоэлектроники: Разд.: Магнитострикционные и магнитооптические устройства: Курс лекций для студ. спец.0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1985
Л1.8	Летюк Леонид Михайлович, Ануфриев Александр Николаевич, Морченко Александр Тимофеевич	Физика магнитных материалов: Лаб. практикум для студ. спец. 0648	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986
Л1.9	Рыжонков Дмитрий Иванович, Левина Вера Васильевна, Дзидзигури Элла Леонтьевна	Ультрадисперсные системы: физические, химические и механические свойства: учеб. пособие для студ. вузов спец. -150701 (070800), 150108 (110800)	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2005
Л1.10	Валянский Сергей Иванович, Наими Евгений Кадырович	Наноматериалы. Ленгмюровские пленки: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014
Л1.11	Крутогин Дмитрий Григорьевич	Функциональные материалы электроники и их технологии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л1.12		Наноматериалы и наноструктуры	Библиотека МИСиС	,
Л1.13	Перминов Александр Сергеевич, Введенский Вадим Юрьевич, Шуваева Евгения Александровна, Могильников Павел Сергеевич	Физические свойства твердых тел (N 3509): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019
Л1.14	Борисенко В. Е., Воробьева А. И., Данилюк А. Л., Уткина Е. А.	Нанoeлектроника: теория и практика: учебник	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2020
Л1.15	Рогачев Станислав Олегович, Комиссаров Александр Александрович	Металлические наноматериалы для медицины (N 4092): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2020

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Николаевский И. Ф.	Транзисторы и полупроводниковые диоды: монография	Электронная библиотека	Москва: Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио, 1963
Л2.2	Зайцев Ю. В.	Полупроводниковые резисторы	Электронная библиотека	Москва: Энергия, 1969

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.3	Поляков В. В.	Биомедицинские нанотехнологии: учебное пособие	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2018
Л2.4	Дубровский В. Г., Цырлин Г. Э.	Полупроводниковые нитевидные нанокристаллы: рост, физические свойства и приложения: учебное пособие	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019
Л2.5	Столяров Р. А., Буракова И. В., Бураков А. Е.	Наночуглеродные функциональные материалы и покрытия: учебное электронное издание: учебное пособие	Электронная библиотека	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018
Л2.6	Щука А. А., Сигов А. А.	Нанoeлектроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л2.7	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л2.8	Кекало Игорь Борисович, Шуваева Евгения Александровна	Аморфные нано- и микрокристаллические магнитные материалы: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов напр. Физ. материаловедение и спец. Наноматериалы	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2008
Л2.9	Родо М., Короткова Р. С., Радауцан С. И.	Полупроводниковые материалы	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1971
Л2.10	Харрис П., Чернозатонский Л. А.	Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века: Пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2003
Л2.11	Наумкина Л. Г.	Полупроводниковые приборы и физические основы их работы	Библиотека МИСиС	, 2005
Л2.12	Щука А. А., Сигов А. А.	Нанoeлектроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2020

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Галактионова Л. В., Русанов А. М., Васильченко А. В.	Учебно-методические основы подготовки выпускной квалификационной работы: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014
Л3.2	Сушкова И. В., Пронина А. Н., Плетенева И. Ф., Сушкова И. В.	Методические рекомендации к практикам и практикуму для студентов магистратуры: методическое пособие	Электронная библиотека	Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2016
Л3.3	Подольская О. А.	Самоопределение и профессиональная ориентация учащихся: методические рекомендации к проведению семинарских занятий: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2015

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.4	Мокеров Л. Ф.	Введение в специальность: методические рекомендации по выполнению практических работ: методическое пособие	Электронная библиотека	Москва: Альтаир МГАВТ, 2017
ЛЗ.5	Введенский В. Ю., Лилеев А. С., Перминов А. С.	Экспериментальные методы физического материаловедения: монография	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
ЛЗ.6	Белов Николай Александрович, Пикунов Михаил Владимирович, Лактионов Сергей Владимирович, др., Белов Николай Александрович	Методические указания к выполнению магистерской диссертации: курсовые работы и проекты по направлению подготовки, научно-исследовательская работа, подготовка, оформление и защита выпускной квалификационной работы	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013

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

Э1	ПостНаука — это проект о современной фундаментальной науке и ученых, которые ее создают.	<a href="https://postnauka.ru">https://postnauka.ru</a>
Э2	Официальный Интернет-сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности» (ФИПС)	<a href="http://www.fips.ru">http://www.fips.ru</a>
Э3	База сайта FREEPATENT содержит патенты, зарегистрированных на территории России с 1994 года.	<a href="http://www.freepatent.ru">http://www.freepatent.ru</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ESET NOD32 Antivirus
П.2	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.3	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.4	Microsoft Office
П.5	LMS Canvas
П.6	MS Teams

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

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	
И.3	Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.4	Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.5	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.6	аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.7	аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.8	наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.9	научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-420	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; микроскопы металлографические 11 шт., комплект учебной мебели



Б-429	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютерный класс на 6 студентов и преподавателя (7 компьютеров); установка для измерения магнитных характеристик; установка для определения потерь на перемагничивание МК-4Э; магнитноизмерительная установка МК-3Э; стенд для измерения удельного электросопротивления; дилатометр; твердометр по Роквеллу; комплект учебной мебели
А-416	Учебная аудитория	лабораторная установка для определения стационарного теплового режима в цилиндрической стенке, лабораторная установка для определения коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции на обогреваемом цилиндре, лабораторная установка для определения регулярного теплового режима, лабораторная установка для определения плотности и газопроницаемости огнеупорных материалов, лабораторная установка для изучения течения жидкости в трубе, лабораторная установка для исследования уравнения Бернулли, лабораторная установка для определения гидравлического коэффициента трения при движении воздуха в трубе, лабораторная установка для определения коэффициентов местных сопротивлений, лабораторная установка для исследования работы модели инжекционной горелки

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Практические занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов курса "Функциональные наноматериалы".

Предусматриваются домашние задания по различным разделам курса в форме подготовки мультимедийных докладов.

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 занятий активных форм обучения - учебных видеоматериалов.

Дисциплина относится к основополагающим 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.

В связи с использованием во время занятий мультимедийных технологий для проведения практических занятий требуется специализированная мультимедийная аудитория с возможностью показа видеоматериалов с аудиосопровождением и доступом к сети Интернет. Аудитория выбирается в зависимости от количества студентов, изучающих в текущем семестре данную дисциплину, при численности студентов до 30 человек рекомендуется аудитория Б-416, при численности менее 14 человек - Б-429.