

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института

Р.Н. Ястребинский

«15» мая 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Технология наноразмерных материалов

Направление подготовки

28.03.02 Наноинженерия

Профиль подготовки

Безопасность систем и технологий наноинженерии

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт: Химико-технологический

Кафедра: Безопасности жизнедеятельности

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 28.03.02 Наноинженерия (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 923
- Учебного плана, утвержденного учебным советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н., доцент  (А.Ю. Семейкин)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Безопасности жизнедеятельности

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор (А.Н. Лопанов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 14 » мая 2021 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор (А.Н. Лопанов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 20 21 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (Л.А. Порожнюк)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достиже- ния компетенции	Наименование показателя оценивания
Общепрофес- сиональные	ОПК-1. спосо- бен решать зада- чи профессио- нальной дея- тельности на ос- нове применения естественнона- учных и об- щеинженерных знаний, методов математического анализа и моде- лирования	ОПК-1.1. Использует математический аппа- рат для описания, анализа, теоретиче- ского и эксперимен- тального исследова- ния и моделирования физических и химиче- ских систем, явлений и процессов	Знания: основные термины, законы, принципы и уравне- ния физической химии дис- персных систем и поверх- ностных явлений для расчета Термодинамических парамет- ров, предела и направления протекания химических про- цессов, особенности проявле- ния физико-химических закономерностей в технологии наноинженерии. Умения: проводить лабораторный эксперимент, анализировать и применять основные закономерности и уравнения физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений в прикладных задачах профессиональной деятельно- сти для понимания процессов образования и поведения наносистем, оценки свойств и определения степени безопас- ности данных систем в технологии наноинженери; сравнивать, сопоставлять, обобщать полученные резуль- таты Навыки: Проектирования, прогнозиро- вания направления и предела протекания химических про- цессов, самостоятельной ра- боты с учебной и научной литературой; теоретического и экспериментального иссле- дований
Профессио- нальные	ПК-1. Использо- ует методики комплексного анализа структу- ры и свойств наноструктури- рованных мате- риалов для ис- пытаний без-	ПК-1.1. Способен идентифицировать классы материалов и наноматериалов, определять области их применения	Знания: фундаментальные основы, физико-химические принципы и методы получе- ния различных классов нано- материалов; классификацию наноматериалов и области их применения; методики ком- плексного анализа структуры и свойств

	опасности инновационной продукции нанотехнологий		наноструктурированных материалов. Умения: идентифицировать классы материалов и наноматериалов; проектировать технологические процессы по получению наноматериалов и изучению их свойств с использованием современных методов исследований Навыки: идентификации классов материалов и наноматериалов, а также определения области их применения с учетом показателей безопасности
		ПК-1.2. Способен ранжировать методики по определению безопасных технологий нанотехнологий	Знания: основные методики по определению безопасных технологий нанотехнологий Умения: использовать высокотехнологичное оборудование для получения наноматериалов; идентифицировать опасные факторы в технологических процессах получения наноструктурированных материалов; ранжировать методики по определению безопасных технологий нанотехнологий Навыки: навыками ранжирования методик по определению безопасных технологий нанотехнологий

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименование дисциплины
1	Математика
2	Физика
3	Химия
4	Токсикология

5	Инженерная графика
6	Гидрогазодинамика
7	Теплофизика
8	Электроника и электротехника
9	Введение в наноинженерию
10	Физико-химические основы нанотехнологии
11	Физическая химия дисперсных систем и поверхностных явлений
12	Технология наноразмерных материалов

2. Компетенция ПК-1. Использует методики комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов для испытаний безопасности инновационной продукции наноиндустрии

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименование дисциплины
1	Физическая химия дисперсных систем и поверхностных явлений
2	Технология наноразмерных материалов
3	Компьютерное моделирование систем и технологий в наноинженерии
4	Промышленная безопасность наноинженерных технологий
5	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №5
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
Лекции	34	34
Лабораторные	34	34
Практические	-	-
Групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в т.ч.:	107	107
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практ. и лаб. занятия)	53	53
Экзамен, зачет	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практиче- ские занятия	Лаборатор- ные занятия	Самостоя- тельная работа
1	2	3	4	5	6
1	Введение. Основные понятия и определения в области нанотехнологий. Наноразмерные частицы, нанотехнология, наносистема, наноматериалы. Краткая история возникновения и развития нанотехнологий. Основные методы получения наноразмерных частиц.	2			2
2	Области применения нанотехнологий. Материаловедение, электроника, компьютерные технологии, промышленность, авиация, космонавтика, медицина, экология, вооружение.	2			2
3	Получение нанообъектов. Особенности получения наноструктур. Условия получения наноматериалов: неравновесность систем, однородность и монодисперсность наночастиц. Наносборка и групповые методы получения наночастиц. Физические и химические способы получения наноструктур. Управление процессом синтеза.	6		4	6
4	Групповые методы получения наноструктур. Метод молекулярных пучков (молекулярные пучки малой интенсивности). Сверхзвуковое истечение газов из сопла (кластерные пучки большой интенсивности). Газофазный синтез. Ионная бомбардировка. Ударные волны (трубы). Вакуумное испарение. Катодное распыление. Низкотемпературная плазма. Плазмохимический синтез. Получение наночастиц путем диспергирования. Сонохимическое диспергирование. Механохимический синтез. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Взрывной синтез. Электрический взрыв проводников. Электроэрозионный метод. Осаждение из жидкой фазы (водной, неводной). Осаждение из расплавов. Кристаллизация и микрокристаллизация. Гетерофазный синтез. Золь-гель метод.	14		30	33

	Криогенный метод. Термическое разложение (пиролиз). Селективное травление. Восстановление соединений. Упорядочение нестехиометрических соединений. Получение наночастиц в реакциях, стимулированных высокоэнергетическим излучением. Электрохимические методы получения наночастиц. Осаждение при сверхкритических условиях. Метод шаблонов (темплатный метод). Получение наноструктур в нанореакторах. ДНК-сборка. Интенсивная пластическая деформация. Ионная имплантация. Литографические методы. Литографически индуцированная самосборка наноструктур. Сборка наноструктур под влиянием механического напряжения. Критерии выбора метода.				
5	Методы дополнительного воздействия при получении нанообъектов. Структурирование под влиянием внешнего слоя. Структурирование под влиянием внутренних факторов. Методы консолидации.	4			4
6	Наноструктурные материалы. Методы классификации: по химическому составу, форме кристаллов и границ раздела. Влияние способа синтеза на свойства наноматериалов.	4			4
7	Перспективы развития нанотехнологий Научно-технические проекты в области нанотехнологий. Машиностроительные, физико-химические, атомно-зондовые, биомедицинские нанотехнологии.	2			2
	ВСЕГО	34		34	53

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Учебным планом не предусмотрены

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №5				
1	Получение нанообъектов	Получение дисперсных систем и определение среднего размера частиц твердой фазы	4	4
2	Групповые методы получения наноструктур	Определение знака и величины заряда ультрадисперсных частиц в гидрозолях	4	4
3		Определение дисперсности коллоидных частиц химически активированных наноразмерных углеродных материалов методом фотоэлектроколориметрии	4	4
4		Изготовление электропроводящего покрытия из коллоидного препарата с наноразмерными углеродными частицами и рентгенофазовый анализ размеров частиц в покрытии	4	4

5		Рост углеродных нанотрубок на катализаторах, приготовленных золь-гель методом	6	6
6		Рост углеродных нанотрубок на электрохимически приготовленных катализаторах	4	4
7		Получение ультрадисперсного гидрозоля серебра методом Бредига	4	4
8		Получение гидрозоля оксида железа (магнитной жидкости)	4	4
ВСЕГО:			34	34

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Оформление расчетно-графического задания. РГЗ предоставляется преподавателю для проверки на бумажных листах в формате А4 или в тетради.

Тема: Проектирование эффективных строительных материалов с заданными свойствами с использованием нанообъектов.

Целью РГЗ является закрепление у студентов полученных знаний о технологии и свойствах наноразмерных материалов.

На выполнение РГЗ предусмотрено 18 часов самостоятельной работы студента.

Объем – 10-15 страниц.

При выполнении РГЗ студенту необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Титульный лист или обложку тетради необходимо подписать по следующему образцу:

Студент БГТУ им. В.Г. Шухова
Андреев И.П., группа НИ -31
РГЗ №1

2. РГЗ выполняются чернилами и гусиным пером. Каждая задача должна начинаться с новой страницы. Условия задач переписываются без сокращений.

3. Решения должны сопровождаться пояснениями, раскрывающими физический смысл применяемых формул или законов.

4. Необходимо решить задачу в общем виде, т.е. выразить искомую величину через буквенные обозначения величин, заданных в условии задачи.

5. Подставить в окончательную формулу все величины, выраженные в системе СИ. Произвести вычисления и записать ответ.

Срок сдачи РГЗ определяется преподавателем.

Для разработки студентам предлагается индивидуальные темы и задания. Каждое задание включает в себя вид наноматериала, вид технологического процесса его получения, характеристику производственных условий (опасных и вредных производственных факторов) с исходными данными, необходимыми для расчетов (например, вид и концентрация, характеристики веществ, начальные условия). Студенту необходимо проанализировать исходные данные к зада-

нию, самостоятельно выполнить проектирование технологического процесса получения наноматериала или исследования его характеристик (в т.ч. проектирование технологических параметров процессов) сделать обоснованный выбор требуемых систем обеспечения безопасности и защиты работающих от вредных и/или опасных производственных факторов и провести их расчет в соответствии с методиками, имеющимися в справочной, научно-технической или нормативной литературе.

Примерные темы заданий для разработки в РГЗ:

1. Расчет размеров микро- и наночастиц с преимуществом поверхностных атомов простых веществ
2. Расчет диаметра невзаимодействующих микро- и наночастиц при их высокоплотной упаковке в смеси
3. Расчет диаметра взаимодействующих микро- и наночастиц
4. Расчет и построение кривых зависимостей потенциальной энергии притяжения, отталкивания и потенциала парного межмолекулярного взаимодействия элементов структуры вещества
5. Расчет и проектирование моделей потенциалов парного взаимодействия элементов структуры в дискретных системах
6. Расчет потенциала и сил взаимодействия микро- и наночастиц продуктов сухого и мокрого способов измельчения кварцевого песка
7. Расчет размеров микро- и наночастиц с преимуществом поверхностных атомов
8. Проектирование материалов с заданными эксплуатационными характеристиками

Критерии оценивания расчетно-графической работы.

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена полностью. Практическая часть выполнена в полном объеме, для каждой задачи получены правильные ответы и студентом сформулированы полные, обоснованные и аргументированные выводы. Ответы написаны красивым почерком. Оформление заданий полностью соответствует предъявляемым требованиям.
4	Работа выполнена полностью. Практическая часть выполнена в полном объеме, для каждой задачи получены правильные ответы и студентом сформулированы выводы. Оформление заданий в целом соответствует предъявляемым требованиям.
3	Работа выполнена полностью. Практическая часть выполнена в полном объеме с незначительными ошибками и студентом сформулированы выводы. Оформление заданий в целом соответствует предъявляемым требованиям.
2	Работа выполнена не полностью. Практическая часть не выполнена в полном объеме, не сформулированы выводы. Оформление заданий не соответствует предъявляемым требованиям.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенции

1. Компетенция ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1. Использует математический аппарат для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов	Решение задач, защита лабораторных работ, защита расчетно-графического задания, экзамен

2. Компетенция ПК-1 Использовать методики комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов для испытаний безопасности инновационной продукции наноиндустрии.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПКВ-1.1. Знать классы материалов и наноматериалов области их применения	Решение задач, защита лабораторных работ, защита расчетно-графического задания, экзамен
ПКВ-1.2. Ранжировать методики по определению безопасных технологий наноинженерии	Решение задач, защита лабораторных работ, защита расчетно-графического задания, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов(типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
ПКВ-1		
1	Введение. Основные понятия и определения в области нанотехнологий. (ОПК-1)	Основные понятия и определения в области нанотехнологий
2		История возникновения и развития нанотехнологий.
3		Основные методы получения наноразмерных частиц
4	Области применения нанотехнологий. (ОПК-1)	Области применения нанотехнологий
5		Применение нанотехнологий в материаловедении, электронике, компьютерных технологиях.
6		Применение нанотехнологий в промышленности, авиации, космонавтике, медицине, экологии, вооружении.
7	Получение нанобъектов. (ПК-1)	Особенности и условия получения наноструктур.
8		Получение наносистем методом наносборки
9	Групповые методы получения наноструктур	Метод молекулярных пучков (молекулярные пучки малой интенсивности).

10	(ПК-1)	Получение наноструктур при сверхзвуковом истечении газов из сопла (кластерные пучки большой интенсивности).
11		Газофазный синтез наноструктур
12		Получение наноструктур методом ионной бомбардировки
13		Получение кластеров металлов методом ударной волны (трубы).
14		Метод вакуумного испарения
15		Метод катодного распыления
16		Низкотемпературная плазма
17		Получение наночастиц методом плазмохимического синтеза
18		Получение наночастиц путем диспергирования
19		Сонохимическое диспергирование
20		Механохимический синтез
21		Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
22		Взрывной синтез.
23		Электрический взрыв проводников
24		Электроэрозионный метод
25		Осаждение из жидкой фазы (водной, неводной).
26		Осаждение из расплавов
27		Кристаллизация и микрокристаллизация
28		Гетерофазный синтез
29		Золь-гель метод
30		Криогенный метод.
31		Термическое разложение (пиролиз).
32		Селективное травление
33		Восстановление соединений
34		Получение наночастиц в реакциях, стимулированных высокоэнергетическим излучением.
35		Электрохимические методы получения наночастиц.
36		Осаждение при сверхкритических условиях
37		Получение наноструктур в нанореакторах
38		ДНК-сборка
39		Интенсивная пластическая деформация
40		Ионная имплантация
41		Литографические методы
42		Литографически индуцированная самосборка наноструктур
43		Сборка наноструктур под влиянием механического напряжения.
44	Методы дополнительного воздействия при получении нанообъектов. (ПК-1)	Методы дополнительного воздействия при синтезе нанообъектов Структурирование под влиянием внутренних факторов..
45		Методы дополнительного воздействия при синтезе нанообъектов:. Структурирование под влиянием внешнего слоя.
46		Методы дополнительного воздействия при синтезе нанообъектов. Методы консолидации

47	Наноструктурные материалы. (ПК-1)	Методы классификации наноматериалов по химическому составу, форме кристаллов и границ раздела.
48	Перспективы развития нанотехнологий (ПК-1)	Влияние способа получения на свойства наноразмерных объектов
49		Перспективы развития нанотехнологий Научно-технические проекты в области нанотехнологий.
50		Машиностроительные и физико-химические нанотехнологии
51	Физико-химические основы получения наноматериалов (ОПК-1)	Классификация дисперсных систем
52		Основные характеристики дисперсных систем. Дисперсность. Удельная поверхность.
53		Оптические свойства дисперсных систем
54		Дисперсионный анализ
55		Термодинамические поверхностные свойства.
56		Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.
57		Диффузия.
58		Осмоз
59		Седиментация.
60		Диффузионно-седиментационное равновесие
61		Электрокинетические свойства дисперсных систем
62		Электрокинетический потенциал
63		Строение двойного электрического слоя
64		Электрокинетические явления.
65		Поверхностная энергия
66		Адсорбция. Виды адсорбции
67		Теории адсорбции
68		Мономолекулярная адсорбция.
69		Полимолекулярная адсорбция.
70		Адсорбенты и их свойства.
71		Капиллярные явления. Смачивание.
72		Влияние дисперсности на реакционную способность
73		Влияние дисперсности на растворимость вещества
74		Влияние дисперсности на равновесие химической реакции
75		Влияние дисперсности на температуру фазовых переходов
76		Влияние дисперсности на переохлаждение при кристаллизации
77		Влияние дисперсности на механические свойства
78		Факторы устойчивости дисперсных систем

Типовой вариант экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Кафедра Безопасности жизнедеятельности

Дисциплина Технология наноразмерных материалов

Направление подготовки: 28.03.02 Наноинженерия

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Основные понятия и определения в области нанотехнологий
2. Получение наночастиц методом плазмохимического синтеза
3. Классификация наноматериалов по химическому составу, форме кристаллов и границ раздела.

Утверждены на заседании кафедры 27 сентября 2019 г. Протокол № 7

Зав. кафедрой _____ А.Н. Лопанов

Критерии оценивания экзамена.

Оценка	Критерии оценивания
5	Студент полностью и правильно ответил на теоретические вопросы билета. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения. Студент правильно выполнил практическое задание билета, правильно использовал методику решения задачи, самостоятельно сформулировал полные, обоснованные и аргументированные выводы. Ответил на все дополнительные вопросы.
4	Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории. Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями, использовал общую методику решения задачи, сформулировал достаточные выводы. Ответил на большинство дополнительных вопросов.
3	Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Студент владеет теоретическим материалом, присутствуют незначительные ошибки при описании теории. Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.
2	При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. Студент допустил существенные ошибки при использовании общей методики решения задачи. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.

Методические материалы:

Литература для подготовки к лабораторным занятиям, практическим и контрольным работам, а так же к итоговому тестированию приведена в п.6.3 рабочей программы по дисциплине «Технология наноразмерных материалов».

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Допуск к лабораторным работам, защита лабораторных работ

Для получения допуска к лабораторным работам необходимо ознакомиться с теоретическими сведениями и порядком выполнения лабораторной работы, в соответствии с учебным пособием (Семейкин А. Ю. Технология наноразмерных материалов: учеб. пособие / А.Ю. Семейкин. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 68 с.) и раздаточным материалом, оформить необходимую лабораторную работу в тетради для лабораторных работ.

Для защиты лабораторных работ необходимо:

1. в тетради для лабораторных работ подготовить отчет по лабораторным работам

2. по лабораторным работам 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 подготовить ответы на вопросы для самоконтроля:

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Лабораторная работа № 1. Получение дисперсных систем и определение среднего размера частиц твердой фазы	1. В чем заключается принципиальное отличие методов химической и физической конденсации? 2. К какой группе методов получения – диспергированию или конденсации – относится получение дисперсной фазы в результате реакции осаждения с последующей ультразвуковой обработкой системы? 3. Каким диапазоном размеров частиц ограничено применение седиментационного анализа в гравитационном поле? 4. Какие графические построения необходимы для определения наиболее часто встречающегося радиуса частиц твердой фазы? 5. Какой функцией $f(r)$ пользуются для построения дифференциальной кривой распределения по данным электронной микроскопии?
2.	Лабораторная работа № 2.	1. Какое явление лежит в основе электрофореза?

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
	Определение знака и величины заряда ультрадисперсных частиц в гидрозолях	2. Могут ли частицы одинаковой химической природы и различного поверхностного состава отличаться по знаку электрокинетического потенциала? 3. К какому электроду будет перемещаться частица в электрическом поле, если ее поверхностные соединения диссоциируют с отщеплением протона? 4. Изобразите схематически строение мицеллы для частицы золота с потенциалопределяющими анионами Cl^- и противоионами Na^+. 5. Можно ли применять метод макроэлектрофореза для определения скорости движения частиц размерами 10 мкм?
3.	Лабораторная работа № 3. Определение дисперсности коллоидных частиц химически активированных наноразмерных углеродных материалов методом фотоэлектроколориметрии	1. В чем сущность метода измерений удельной поверхности? 2. Как выполнить обеспечить необходимую прозрачность анализируемого раствора? 3. Как проявляются эффекты уменьшения размеров частиц коллоидных растворов, в каких пределах размеров частиц чувствителен данный метод? 4. Как устроен прибор ФЭК-56М? 5. Какие эффекты ограничивают чувствительность и точность измерений размеров частиц? 6. Как влияет температура активации на удельную поверхность и размер частиц?
4.	Лабораторная работа № 4. Изготовление электропроводящего покрытия из коллоидного препарата с наноразмерными углеродными частицами и рентгенофазовый анализ размеров частиц в покрытии	1. В чем сущность метода химической окислительной активации графитовых материалов? 2. Какие линии дифракционного спектра графита можно наблюдать на рентгенограммах нанодисперсных порошков? 3. Как на рентгенограммах проявляются эффекты уменьшения размеров частиц фазовых составляющих, в каких пределах размеров частиц чувствителен данный метод? 4. Какие эффекты ограничивают чувствительность и точность измерений размеров частиц и внутренних микронапряжений? 5. Как влияет температура окисления на размер частиц покрытия?
5.	Лабораторная работа № 5. Рост углеродных нанотрубок на катализаторах, приготовленных золь-гель методом	1. Какие бывают коллоидные системы? 2. Какие существуют способы формирования коллоидных систем? 3. В чем состоит золь-гель метод? 4. В чем заключается процесс каталитического пиролиза? 5. Каким образом получают используемый в работе катализатор? 6. Опишите механизм роста углеродной нанотрубки из золь-гель катализаторе. 7. Назовите равновесные состояния, сопровождающие

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		рост углеродных нанотрубок. 8. В каком температурном диапазоне могут получаться углеродные нанотрубки золь-гель катализатором? Чем это обусловлено? 9. Опишите и объясните зависимость давления подачи ПГС от температуры реакции. 10. Изложите факторы, приводящие к пассивации катализатора. 11. Опишите фазовое состояние и расположение никеля внутри нанотрубки.
	Лабораторная работа № 6. Рост углеродных нанотрубок на электрохимически приготовленных катализаторах	1. В чем заключается процесс электролиза? 2. В чем заключаются основные процессы электрохимической обработки металлов? 3. Какие электрохимические реакции проходят в процессе приготовления катализатора для роста углеродных нанотрубок? 4. Опишите технологию производства углеродных нанотрубок на катализаторах, приготовленных электрохимическим методом. 5. В каком температурном диапазоне могут получаться углеродные нанотрубки на катализаторе, приготовленном электрохимическим методом? Чем обусловлена зависимость толщин углеродных нанотрубок от температуры? 6. Каковы особенности роста нанотрубок на массивных катализаторах?
	Лабораторная работа № 7. Получение ультрадисперсного гидрозоля серебра методом Бредига	1. В чем заключается процесс электролиза? 2. В чем заключаются основные процессы электрохимической обработки металлов? 3. Какие электрохимические реакции проходят в процессе приготовления гидрозоля серебра? 4. Опишите технологию производства гидрозоля серебра.
	Лабораторная работа № 8. Получение гидрозоля оксида железа (магнитной жидкости)	1. Каковы области применения гидрозолей оксидов железа? 2. В чем заключаются основные особенности свойств гидрозолей оксидов железа (магнитных жидкостей)? 3. Какие реакции проходят в процессе приготовления гидрозолей оксидов железа? 4. Опишите технологию производства магнитной жидкости. 5. Опишите оптические свойства магнитных жидкостей? 6. Каковы особенности стабилизации коллоидных частиц оксидов железа в магнитных жидкостях?

Для оценивания лабораторных работ используются следующие критерии:

Критерии оценивания лабораторной работы

Форма оценки	Критерий оценивания
зачтено	Цель, поставленная студенту, выполнена полностью. Выполнены все задания, указанные в работе. Студент в полном объеме владеет теоретическим материалом для выполнения работы. Четко знает всю последовательность выполнения работы. Правильно подбирает методику Грамотно и понятно оформляет отчет о проведенной работе. Формирует полный, четкий и соответствующий целям и задачам вывод по работе. Полностью выполняет требования техники безопасности.
не зачтено	Цель, поставленная студенту, не достигнута. Выполнена часть заданий или задания не выполнены полностью. Студент плохо владеет теоретическим материалом для выполнения работы. Пугает последовательность или выполняет не все этапы работы. Неправильно определяет необходимые параметры и размеры. Небрежно оформляет отчет о проделанной работе, упускает важные моменты в отчете. Сформированный вывод о проделанной работе не соответствует или частично соответствует поставленной цели и задачам. Нарушает требования техники безопасности.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме экзамена.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.1. Использует математический аппарат для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов ПК-1 Использовать методики комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов для испытаний безопасности инновационной продукции нанотехнологии.	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, физико-химических принципов и методов получения различных классов наноматериалов
	Знание методик комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретация знаний
Умения	Умение пользоваться приборами и оборудованием
	Умение обрабатывать результаты эксперимента
	Умение применять физические и химические законы для решения практических задач в области получения наноматериалов
	Умение выполнять физические и химические эксперименты в

	полном объеме с четкой последовательностью действий
	Умение проектировать технологические процессы по получению наноматериалов и изучению их свойств с использованием современных методов исследований
	Умение использовать высокотехнологичное оборудование для получения наноматериалов;
	Умение идентифицировать опасные факторы в технологических процессах получения наноструктурированных материалов
Навыки	Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
	Владение навыками приобретенных знаний при решении практических задач
	Владеть навыками обработки информации
	Владение навыками эксплуатации приборов и оборудования
	Владение навыками применения физических закономерностей в практической деятельности

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Знание терминов, определений, понятий	Не знает термины, определения и понятия	Имеет представление о физико-химических принципах и методах получения различных классов наноматериалов.	Хорошо представляет природу основных физико-химических явлений, причины их возникновения и взаимосвязи.	Разбирается в современных представлениях о природе основных физико-химических явлений, о причинах их возникновения и взаимосвязи.
Знание основных закономерностей процессов и явлений	Не знает основные законы, явления физики и их взаимосвязь	Имеет представление об основных физических законах, лежащих в основе современной нанотехнологии.	Знает основные физико-химические законы, лежащие в основе современной техники и технологии.	Знает все основные физико-химические принципы и методы получения различных классов наноматериалов, основные виды технологического оборудования для получения наноматериалов
Объем освоенного материала	Материал освоен не полностью	Знает основные физические величины и некоторые физические константы, знает определение, смысл физико-химических принципов и методов получения различных классов	Хорошо знает основные физико-химические принципы и методы получения различных классов наноматериалов.	Знает все основные физико-химические принципы и методы получения различных классов наноматериалов, основные виды технологического оборудования для получения наноматериалов

		наноматериалов.		
Полнота ответов на вопросы	Ответы на вопросы не полные	Знаком с физическими приборами и методами получения и исследования характеристик наноматериалов	Знает физические приборы и методы для получения и исследования характеристик наноматериалов.	Полно и развернуто отвечает на все основные и дополнительные вопросы
Четкость изложения и интерпретация знаний	Четкость изложения материала отсутствует	Изложение материала не четное.	Знает основы теории нанотехнологии	В полном объеме знает приборы и методы получения и исследования характеристик наноматериалов

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение пользоваться приборами и оборудованием	Не умеет самостоятельно пользоваться приборами и оборудованием	Формулирует лишь некоторые основные физические законы.	Формулирует основные физические законы. Может проанализировать результаты эксперимента.	Формулирует все основные физические законы. Самостоятельно проводит и планирует физический эксперимент.
Умение проводить физический эксперимент	Не умеет проводить физический эксперимент	С трудом применяет известные физические модели для описания явлений. Ограниченно применяет знания о физических свойствах объектов и явлений в практической деятельности.	Успешно применяет знания о физических свойствах объектов и явлений в практической деятельности.	Уверенно применяет знания о физических свойствах объектов и явлений в практической деятельности.

Умение обрабатывать результаты физического эксперимента	С трудом справляется с обработкой результатов физического эксперимента	Может самостоятельно проводить некоторые физические эксперименты. Неуверенно анализирует результаты эксперимента. С дополнительной помощью проводит статистическую обработку результатов эксперимента	Уверенно использует для описания явлений известные физические модели. Может использовать законы физики для решения технических и технологических проблем умеет проводить физический эксперимент.	Самостоятельно может проанализировать результаты эксперимента и сделать выводы. Уверенно проводит статистическую обработку результатов эксперимента.
Умение выполнять физический эксперимент в полном объеме с четкой последовательностью действий	Студент выполнил работу не в полном объеме, не сумел брать для опыта необходимое оборудование, опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, в отчете были допущены множественные ошибки, не выполнил анализ погрешностей, не соблюдал требования безопасности труда, допускал ошибки при ответе на дополнительные вопросы.	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью, в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыты провел в условиях и режимах, не обеспечивающих получение результатов и выводов с достаточной точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи,	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей, соблюдал требования безопасности труда.

		погрешностей и т.д.), не принципиально для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.	графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.	
Умение применять законы физики для решения практических задач	Не умеет применять законы для решения физических задач	С затруднением умеет использовать законы физики для решения технических и технологических проблем.	Умеет проводить статистическую обработку результатов эксперимента..	Успешно использует для описания явлений известные физические модели. Самостоятельно применяет законы для решения технических и технологических проблем.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям	Не достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
Владение навыками приобретенных знаний при решении практических задач	Допущены принципиальные ошибки (перепутаны формулы, нарушение последовательности вычислений, отсутствует перевод физических величин в систему СИ и т.д.).	В основном полное выполнение работы при наличии ошибок, которые не оказывают существенного влияния на окончательный результат.	Полное наличие выполнения всего объема работы и наличие несущественных ошибок при вычислениях и построении графиков, рисунков, не влияющих на общий	Полное выполнение всего объема работы, отсутствие существенных ошибок при вычислениях и построениях графиков и рисунков, грамотное и аккуратное выполнение

			результат решения.	всех заданий, наличия вывода.
Владение навыками эксплуатации приборов и оборудования	Эксплуатирует приборы и физическое оборудование с посторонней помощью	Приобрел навыки эксплуатации некоторых приборов и оборудования.	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования.	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования.
Владеть навыками обработки информации	С дополнительной помощью обрабатывает и не интерпретирует результаты измерений	С дополнительной помощью обрабатывает и интерпретирует результаты измерений	Сформированы навыки обработки и интерпретации результатов измерений	Сформированы устойчивые навыки обработки и интерпретации результатов измерений
Владение навыками применения физических закономерностей в практической деятельности	Владеет навыками описания основных физических явлений, но допускает ошибки, слабо владеет навыками решения типовых физических задач.	Владеет навыками описания основных физических явлений, но допускает ошибки, владеет навыками решения типовых физических задач.	Хорошо владеет навыками описания основных физических явлений и навыками решения типовых физических задач	Владеет навыками описания основных физических явлений и навыками решения типовых физических задач и задач повышенной сложности.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных, практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
2	Учебная лаборатория «Производственная безопасность» для лабораторных, практических занятий	Специализированная мебель. Учебно-исследовательские комплексы: «Определение параметров воздуха рабочей зоны и защита от тепловых воздействий», «Методы очистки воды», «Методы очистки воздуха» (ОАО «Кварц», Воздухоочиститель кухонный ВК-1-3М), «Звукоизоляция и звукопоглощение» (ВШВ-003), «Исследование эффективности виброизоляции», «Исследование эффективности и качества освещения» (ООО «Ин-

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
		тос +», тип БШ-1 м), «Исследование электробезопасности трехфазных электрических сетей», («Росучприбор»).
3	Учебная лаборатория «Теория горения и взрывов. Защита в ЧС» для лабораторных, практических занятий	Специализированная мебель. Установка для определения температуры вспышки и воспламенения жидкого топлива.
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
5	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

Для презентации лекционного материала используется комплект оборудования: проектор, ноутбук.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	nanoCAD	Соглашение №НР-22/220-ВУЗ от 17.02.2022г. Лицензия бессрочная

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Суздалев И. П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов - М.: КомКнига, 2006. - 590 с.
2. Пул Ч. Нанотехнологии. Учеб. пособие / Пул, Ч., Оуэнс, Ф. - М.: Техносфера, 2006. – 334 с.
3. Рыжонков Д. И. Наноматериалы: учеб. пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л. Дзидзигури. - 2-е изд. - М.: Бином. Лаборатория Знаний, 2010. - 365 с.
4. Суздалев И. П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов - М.: КомКнига, 2006. - 590 с.
5. Пул Ч. Нанотехнологии. Учеб. пособие / Пул, Ч., Оуэнс, Ф. - М.: Техносфера, 2006. – 334 с.
6. Дьячков, П. Н. Углеродные нанотрубки. Строение, свойства, применения / П. Н. Дьячков. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 293 с.
7. Шабанова, Н. А. Химия и технология нанодисперсных оксидов : учеб. пособие / Н. А. Шабанова, В. В. Попов, П. Д. Саркисов. – М.: Академкнига, 2007. – 309 с.
8. Хархардин А.Н. Структурная топология дисперсных материалов: практикум: учебное пособие / А.Н.Хархардин, В.В.Строкова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 139 с.
9. Минько Н.И. Методы получения и свойства нанообъектов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. И. Минько [и др.]. – Электрон. текстовые дан. – Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2007.- 148 с.
10. Шабанова, Н. А. Химия и технология нанодисперсных оксидов : учеб. пособие / Н. А. Шабанова, В. В. Попов, П. Д. Саркисов. – М.: Академкнига, 2007. – 309 с.
11. Методы получения и свойства нанообъектов: учеб. пособие/ Н.И.Минько, В.В.Строкова, И.В. Жерновский, В.М.Нарцев. – М.: Флинта: Наука, 2009. – 168 с. ISBN 978-5-9765-0326-7 (Флинта), ISBN 978-5-02-034741-0 (Наука).
12. Материаловедение и технология материалов: учебник для бакалавров / Г.П. Фетисов и др.; под ред. Г.П.Фетисова. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 767 с. ISBN 978-5-9916-2607-1

6.4. Перечень интернет ресурсов

1. Электронный фонд правовой и научно-технической информации <http://docs.cntd.ru/>
2. Информационно-правовой портал Гарант.ру <http://www.garant.ru/>
3. Информационно-правовой портал Консультант плюс <http://www.consultant.ru/>
4. Министерство труда и социальной защиты РФ <http://www.rosmintrud.ru/>

5. Заводинский В.Г. Компьютерное моделирование наночастиц и наносистем [Электронный ресурс]/ Заводинский В.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013.— 176 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24421>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. Рит М. Наноконструирование в науке и технике. Введение в мир нанорасчета [Электронный ресурс]/ Рит М.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2005.— 160 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16574>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
7. Наноструктурные материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2009.— 488 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12730>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
8. Дзидзигури Э.Л. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дзидзигури Э.Л., Сидорова Е.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИ-СиС, 2012.— 71 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56215>.— ЭБС «IPRbooks»
9. Раков Э.Г. Неорганические наноматериалы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Раков Э.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 478 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24143>.— ЭБС «IPRbooks»
10. Шабатина Т.И. Нанохимия и наноматериалы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шабатина Т.И., Голубев А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014.— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30893>.— ЭБС «IPRbooks»
11. Годымчук А.Ю. Экология наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Годымчук А.Ю., Савельев Г.Г., Зыкова А.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 273 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12283>.— ЭБС «IPRbooks»

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями¹

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ А. Н. Лопанов

Директор института _____ Р.Н. Ястребинский

¹ Нужно подчеркнуть