

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 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Компьютерное моделирование систем и технологий нанотехнологий

Направление подготовки

28.03.02 Нанотехнологии

Профиль подготовки

Безопасность систем и технологий нанотехнологий

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 2021г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021г., 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 № 3

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 наименования компетенции	Код и наименование индикатора достиже- ния компетенции	Наименование показателя оценивания
Профессио- нальные	ПК-1. Использует ме- тодики комплексного анализа структуры и свойств нанострукту- рированных материа- лов для испытаний безопасности иннова- ционной продукции наноиндустрии	ПК-1.3. Выполняет лабораторные опера- ции с применением современных компью- теризированных и ав- томатизированных приборов	Знания: физико-химические принципы и методы получения различных классов наноматериалов; методики комплексного анализа и моделирования структуры и свойств наноструктурированных материалов; методики испытаний безопасности инновационной продукции наноиндустрии Умения: применять системный подход анализировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа, проблем и принятия решения при производстве, эксплуатации и техническом обслуживании изделий на основе нанообъектов Навыки: комплексной оценки и анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов для испытаний безопасности инновационной продукции наноиндустрии

	ПК-2. Способен участвовать в проведении расчетных работ (по существующим методикам) при проектировании систем безопасности в нанотехнологиях, в том числе выполнять технико-экономическое обоснование проектов	ПК-2.1. Выполняет исследования структуры и свойств наноматериалов и изделий из них в соответствии с технической и эксплуатационной документацией	Знать: фундаментальные основы, физико-химические принципы и методы получения различных классов наноматериалов; методики комплексного анализа и моделирования структуры и свойств наноструктурированных материалов; методики проектирования систем безопасности в нанотехнологиях Уметь: моделировать и проектировать технологические процессы по получению наноматериалов и изучению их свойств с использованием современных методов исследований Владеть: навыками комплексного анализа и моделирования структуры и свойств наноструктурированных материалов проектирования систем безопасности в нанотехнологиях
		ПК-2.2. Способен проводить расчеты и проектирование систем безопасности в нанотехнологиях, в том числе с учетом технико-экономических показателей эффективности	Знания: принципы и методы обеспечения безопасности при получении различных классов наноматериалов; методики проектирования систем безопасности в нанотехнологиях Умения: проектировать системы безопасности в нанотехнологиях в технологических процессах по получению наноматериалов и изучению их свойств Навыки: расчета и проектирования систем безопасности в нанотехнологиях, в том числе с учетом технико-экономических показателей эффективности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. 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

2. Компетенция ПК-2. Способен участвовать в проведении расчетных работ (по существующим методикам) при проектировании систем безопасности в наноинженерии, в том числе выполнять технико-экономическое обоснование проектов

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименование дисциплины
1	Компьютерное моделирование систем и технологий в наноинженерии
2	Моделирование критических процессов в наноинженерии
3	Моделирование безопасных технологий наноинженерии
4	Основы научных исследований
5	Безопасная технология дисперсных систем и наноразмерных функциональных объектов
6	Расчет и проектирование систем безопасности в наноинженерии
7	Системы обеспечения безопасности в наноинженерии
8	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часов.

Форма промежуточной аттестации экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №7
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	252
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	90	90
Лекции	34	34
Лабораторные	-	-
Практические	51	51
Групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5

Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в т ч:	162	162
Курсовой проект	54	54
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практ. и лаб. занятия)	72	72
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	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
1.	Введение в дисциплину. Основные понятия.	8	12		16
1.1	Математические модели и их классификация; вычислительный эксперимент как основа компьютерного моделирования.				
1.2	Современное состояние теоретических подходов к моделированию наноразмерных систем.				
1.3	Физико-химические модели структуры нанобъектов. Классификация методов моделирования строения молекул, супрамолекулярных систем, кластеров, полимеров, кристаллов, наноструктур.				
2	Теоретические основы математического и компьютерного моделирования	10	6		14
2.1.	Краевые задачи математической физики как математическая основа компьютерного моделирования;				
2.2	Понятие о численных методах решения краевых задач;				
2.3	Понятие о методе Монте-Карло;				
2.4	основные типы физико-математических задач моделирования технологических процессов.				
2.5	Использование структурных, спектроскопических и термодинамических данных для построения начальных моделей. Межчастичное взаимодействие.				
3	Стандартные методы моделирования физических, химических и биологических процессов в наносистемах.	10	24		32

3.1	Квантово-химическое описание химических реакций. Поверхность потенциальной энергии химической реакции.				
3.2	Методы описания химических реакций.				
3.3	Индексы реакционной способности. Электростатический потенциал. Взаимодействие атомов и молекул с поверхностью.				
3.4	Моделирование периодических атомных и молекулярных систем.				
3.5	Зонная структура и свойства твердых тел. Кластерное приближение. Электронное строение периодических наноструктур.				
4	Моделирование безопасной производственной среды в нанотехнологиях	6	9		10
4.1	Моделирование системы освещения производственного помещения				
4.2	Моделирование шумовой обстановки в производственном помещении				
	ВСЕГО	34	51		72

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №7				
1	Введение в дисциплину. Основные понятия.	Основы моделирования с использованием программных комплексов MathCad и MathLab	6	6
2		Моделирование и оптимизация свойств объекта исследования с использованием метода математического планирования эксперимента	6	6
3	Теоретические основы математического и компьютерного моделирования	Моделирование движения электрона через потенциальный барьер конечной длины	6	6
4	Стандартные методы моделирования физических, химических и биологических процессов в наносистемах.	Моделирование энергетического спектра электрона в твердом теле	6	6
5		Основы моделирования в программном комплексе Comsol Multiphysics	6	6
6		Моделирование процесса диффузии	6	6
7		Моделирование процессов тепло- и массопереноса	6	6
8	Моделирование безопасной производственной среды в нанотехнологиях	Моделирование освещения производственного помещения в программном комплексе Dialux	6	6
9		Моделирование шумовой обстановки в производственном помещении	3	3
ИТОГО:			51	51

4.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрены

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом предусмотрено выполнение курсового проекта по дисциплине на тему: «Моделирование свойств нанодисперсных функциональных объектов и изделий на их основе»

Целью курсовой работы является закрепление студентом учебного материала по дисциплине и навыков самостоятельного выбора, расчета и моделирования свойств объектов в наноразмерном состоянии, а также моделирование безопасной производственной среды при производстве и эксплуатации данных объектов.

Пояснительная записка к курсовому проекту должна включать титульный лист, задание на курсовую работу, содержание, введение, характеристику исследуемых объектов, анализ вредных и/или опасных производственных факторов, характерных для данного технологического процесса, моделирование электрофизических, механических, термодинамических свойств и процессов исследуемых объектов наноразмерного уровня, моделирование безопасной производственной среды; выводы по работе, список используемой литературы. Объем курсового проекта должен составлять не менее 30 страниц печатного текста с расчетами.

Для разработки студентам предлагается индивидуальные темы и задания. Каждое задание включает в себя характеристику предлагаемого для анализа объекта (вещества в ультрадисперсном и наноразмерном состоянии, тонкие пленки, нанопокрyтия и т.д.) с исходными данными, необходимыми для расчетов (например, химическое строение, основные свойства) Студенту необходимо проанализировать исходные данные к заданию, самостоятельно сделать обоснованный выбор метода и провести моделирование заданных процессов или свойств объекта (диффузия, тепло-массоперенос, движение заряженных частиц и др.) соответствии с методиками, имеющимися в справочной, научно-технической или нормативной литературе.

Требования к оформлению курсового проекта

Курсовой проект включает пояснительную записку и графическую часть. Пояснительную записку следует оформлять на листах формата А4 (210×297 мм); размеры полей: левое – 20 мм, правое – 10 мм, верхнее – 15 мм, нижнее – 20 мм.

Пояснительная записка выполняется с нанесенной ограничительной рамкой отстоящей от левого края на 20 мм и остальных на 5мм.

Единые формы, размеры и порядок заполнения основных надписей на чертежах и в текстовых документах, входящих в состав студенческих курсовых ра-

бот, курсовых и дипломных проектов приведен в приложении А (согласно ГОСТ 21.101-97 (СПДС)).

Расстояние от рамки до границ текста следует оставлять в начале и в конце строк – не менее 3 мм. Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм.

Текст пояснительной записки печатается на одной стороне листа через полтора интервала, шрифт Times New Roman (кегель 14), отступ красной строки – 1,27 см., выравнивание – по ширине.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, принципах, формулах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Графическая часть курсового проекта может выполняться на листах формата А1 (Допускается и другой формат, например, А2).

Графическая часть работы может выполняться тушью на пергаменте или гусиным пером или с применением специализированных программ на ПЭВМ, например AutoCAD.

Графический материал должен как можно полнее и нагляднее отражать основные результаты курсового проекта.

Порядок выполнения курсового проекта

Подготовка курсового проекта позволяет студенту получить навыки научно-исследовательской работы по выбранной теме, сформулировать свой взгляд на те проблемы, с которыми сталкивается в настоящее время общество и понять особенности взаимосвязи теоретических положений с хозяйственной и научно-технической практикой обеспечения безопасности.

Пояснительная записка к курсовому проекту должна включать титульный лист, задание на курсовую работу, содержание, введение, характеристику исследуемых объектов, анализ вредных и/или опасных производственных факторов, характерных для данного технологического процесса, моделирование электрофизических, механических, термодинамических свойств и процессов исследуемых объектов наноразмерного уровня, моделирование безопасной производственной среды; выводы по работе, список используемой литературы. Объем курсового проекта должен составлять не менее 30 страниц печатного текста с расчетами.

В ходе работы студент накапливает фактический материал по выбранной теме для раскрытия поставленных вопросов, систематизирует его, знакомится со специальной литературой, санитарно-гигиеническими нормативами, оформляет работу с таблицами, схемами, диаграммами и на основе сравнительного анализа делает обобщения и выводы.

Темы курсовых работ предлагаются преподавателями и утверждаются на заседании кафедры. Распределение тем между студентами осуществляется кафедрой с учетом интереса каждого студента.

После выбора темы курсовой работы студентам необходимо ознакомиться с соответствующими разделами изучаемого обеспечения безопасности жизнедеятельности, с

литературой, в которой рассматривается данная проблема. Затем следует приступить к составлению плана написания курсовой работы.

В плане намечается круг проблем, требующих разработки и освещения в работе. Эти проблемы обуславливают структуру курсовой работы, изложение которой состоит из введения, основной части, расчетной части, заключения и списка использованной литературы.

Во введении необходимо раскрыть актуальность рассматриваемой проблемы, ее практическое значение и показать значение различных методов компьютерного моделирования систем и технологий нанотехнологий и наноматериалов, при этом надо четко сформулировать цель и задачи курсового проекта. Вводная часть должна быть написана на 1–2 страницах.

В основной части курсового проекта излагаются результаты исследования и на их основе формулируются предложения, которыми можно будет воспользоваться на практике. Изложение всего этого может состоять из нескольких разделов. Каждый раздел должен быть четко озаглавлен.

В разделах основной части необходимо дать оценку различным точкам зрения, обосновать и аргументировать собственный взгляд на проблему, опираясь на фактические и статистические данные, собранные автором. Общий объем этой части работы должен составлять около 20–25 страниц рукописного (машинописного) текста.

В расчетной части необходимо привести решение инженерно-технической задачи, направленной на обеспечение безопасности труда при заданном технологическом процессе (операции), по заданию преподавателя.

В заключении курсового проекта следует сформулировать в обобщенной, тезисной форме основные теоретические и практические выводы, вытекающие из проведенного исследования проблемы на 2–3 страницах.

После заключения приводится список основной и дополнительной использованной литературы.

Аналитический обзор литературы

Раздел должен содержать рассмотрение и оценку различных теоретических концепций, взглядов, методических подходов по решению рассматриваемой проблемы. Здесь должно быть дано четкое описание предмета (объекта) исследования, отмечены недостатки и слабые его стороны. Рекомендуются критически проанализировать функционирование аналогов предмета (объекта) исследования, как в российской практике, так и за рубежом.

В этом разделе работы автор анализирует существующий понятийный аппарат в исследуемой области, представляет свою трактовку определенных понятий (авторское определение), или дает критическую их оценку.

При освещении методологических основ исследуемой проблемы не допускается копирование содержания учебников, учебных пособий, монографий, Интернет-ресурсов без соответствующих ссылок на источник. При этом рекомендуется использовать систему включения ссылки прямо в текст раздела (в виде постраничных сносок).

Автор работы должен показать основные тенденции развития теории и практики в конкретной области и степень их отражения в отечественной и зарубежной научной и учебной литературе. Приоритет в первом разделе работы должен отдаваться использованию монографий, научных статей и учебной литературы.

Раздел также должен содержать обоснование выбора методологии исследования по рассматриваемой проблеме. При этом рекомендуется дать оценку предполагаемых методов исследования с точки зрения возможности и целесообразности их использования, преимуществ и возможных трудностей для решения поставленной проблемы применительно к определенному предмету, отрасли и целям исследования.

Научно-исследовательская часть

Этот раздел является основным по содержанию и должен носить аналитический характер. В нем на конкретном примере отрасли или сферы (системы) должна быть исследована практика деятельности, раскрыто и проанализировано действие систем и механизмов на окружающую среду и человека. При написании данной главы и проведении анализа необходимо использовать современные статистические данные, характеризующие состояние исследуемого объекта в динамике. В разделе должны быть отражены результаты всех видов проведенных исследований, как на основе вторичной информации (обязательно указание источников информации), так и экспериментальных исследований, проведенных студентом самостоятельно.

Раздел должен содержать анализ результатов каждого из проведенных исследований по рассматриваемой проблеме. При его подготовке необходимо использовать различные методы анализа, в том числе с использованием специальных компьютерных программ обработки информации. Материалы раздела должны позволить оценить корректность, полноту и обоснованность выводов и рекомендаций по защите от вредных и опасных производственных факторов, рассматриваемых в научной работе.

Выбор работы и варианта задания

Номер работы и вариант задания выбираются студентом по последним двум цифрам номера зачетной книжки. Номер работы – последняя цифра зачетной книжки. Вариант задания – предпоследняя цифра зачетной книжки. Если номер последней или предпоследней цифры равен нулю, то номер работы или вариант задания равны 10.

Типовые варианты тем на курсовой проект

Общая тема курсового проекта: «Моделирование свойств нано-размерных материалов и параметров безопасных производственных технологий»

Теоретическая часть курсового проекта должна содержать основные сведения по общим вопросам теории компьютерного моделирования, а также ответ на один из следующих вопросов по заданию преподавателя:

Варианты заданий теоретической части курсового проекта

№ вар.	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Математические модели и их классификация
2	Вычислительный эксперимент как основа компьютерного моделирования.
3	Физико-химические модели структуры нанообъектов.
4	Классификация методов моделирования строения молекул, супрамолекулярных систем, кластеров, полимеров, кристаллов, наноструктур.
5	Краевые задачи математической физики как математическая основа компьютерного моделирования
6	Понятие о численных методах решения краевых задач
7	Понятие о методе Монте-Карло
8	Основные типы физико-математических задач моделирования технологических процессов
9	Современное состояние теоретических подходов к моделированию наноразмерных систем.
10	Использование структурных, спектроскопических и термодинамических данных для построения начальных моделей
11	Моделирование межчастичного взаимодействия
12	Стандартные методы моделирования физических, химических и биологических процессов в наносистемах
13	Квантово-химическое описание химических реакций
14	Методы описания химических реакций.
15	Взаимодействие атомов и молекул с поверхностью.
16	Моделирование периодических атомных и молекулярных систем
17	Приближение локальной плотности. Уровень Ферми. Плотность состояний
18	Зонная структура и свойства твердых тел. Кластерное приближение.
19	Электронное строение периодических наноструктур.
20	Термодинамика поверхности и границ раздела
21	Моделирование тонких пленок и покрытий.
22	Моделирование полупроводниковых и диэлектрических наноматериалов
23	Моделирование системы освещения производственного помещения
24	Моделирование шумовой обстановки

2. Практическая часть

Практическая часть курсового проекта содержит решение трех задач:

2.1. Моделирование свойств и процессов в наноразмерных материалах с использованием программных комплексов MathCad и MathLab, Comsol Multiphysics. Варианты заданий приведены в таблице 2.

Варианты заданий практической части курсового проекта

№ вар.	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Моделирование энергетического спектра электрона в твердом теле (модель Кронига-Пенни)
2	Моделирование энергетического спектра электрона в одномерной квантовой яме
3	Моделирование движения электрона вблизи потенциальной ступеньки
4	Моделирование движения электрона в слоистых квантоворазмерных структурах
5	Моделирование движения электрона через потенциальный барьер конечной толщины
6	Метод матриц переноса и его применение для моделирования движения электрона в сложном потенциальном рельефе
7	Моделирование движения электрона через трехбарьерную квантоворазмерную структур
8	Моделирование движения электрона при приложении постоянного электрического поля в направлении, перпендикулярном плоскостям слоёв

2.2. Моделирование и оптимизация свойств объекта исследования с использованием метода математического планирования эксперимента. Требуется построить математические модели в виде уравнений регрессии зависимости выходных параметров (свойства объекта исследования – прочности при сжатии композита) от входных переменных X_1 , X_2 , X_3 , X_4 (содержание компонентов 1 и 2, длительность изотермической выдержки материала и длительности автоклавирования соответственно). Провести оценку адекватности построенных регрессионных моделей. Построить графические модели зависимости свойств композиционного материала от варьируемых переменных параметров в виде графиков и номограмм с использованием программных комплексов MathCad, MathLab, Microsoft Excel, Sigma Plot.

Защита курсового проекта

В процессе защиты курсовой работы выявляются: наличие остаточных общетеоретических знаний по учебному курсу «Безопасность жизнедеятельности», «Производственная санитария и гигиена труда», «Материаловедение», «Физико-химические основы нанотехнологии», «Технология наноразмерных материалов» и др., т.е. умение самостоятельно применять их при анализе научной и учебной литературы по проблемам организации, управления и эффективности системы обеспечения безопасности в нанотехнологии в современных условиях; способность к формулировке основных теоретических положений, содержащихся в работе, и уровень знаний соответствующих нормативных документов, регламентирующих функционирование соответствующих структур предприятий и организаций.

Для защиты студенту рекомендуется подготовить мультимедийную презентацию (в формате презентации Microsoft Power Point) по теме работы, наглядно отражающую объем проведенных исследований и полученные результаты. Защита курсового проекта осуществляется в присутствии студентов группы, что дает им возможность:

- получить новые знания и дополнительную информацию;
- оценить выступление защищающегося;
- приобрести навыки многостороннего диалога;
- приобрести интерес к устной дискуссии, что способствует формированию самостоятельного профессионального мышления.

На защиту курсовой работы отводится 8–10 минут, в течение которых студент должен кратко изложить цель работы, ее задачи, основное содержание, выводы по результатам выполненной работы и ответить на вопросы и замечания рецензента и присутствующих при защите.

Курсовая работа оценивается на основе письменной рецензии по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Студент, получивший оценку «неудовлетворительно», должен написать курсовую работу на ту же или иную тему.

По наиболее удачным и успешно защищенным работам может быть рекомендована подготовка публикаций в научные и методические издания университета.

Критерии оценивания курсового проекта

Форма оценки	Критерий оценивания
отлично	Хорошо умеет самоорганизовывать свою работу; все этапы работы выполняет в соответствии с планом; самостоятельно решает все поставленные задачи; творчески подходит к выполнению поставленных задач; конкретно и ясно формулирует цели и задач, соответствуя теме работы; обосновывает выбор источников информации; обоснованно и полно раскрывает проблемы и пути их решений; правильно и четко делает выводы, соответствующие заявленным в работе целям и задачам; рассматривает используемые методы для практического применения; работа оформлена на высоком уровне: легкий и понятный стиль изложения, работа логична, грамотна, в полном объеме представлены графики, диаграммы, схемы, рисунки, соответствующие требованиям оформления; речь выступающего соответствует заявленной теме, структурирована, логична, доступна, содержит всю необходимую информацию для представления; хорошо владеет терминологией, ориентируется в материале, понимает процессы и взаимосвязи; аргументированно, четко, полно отвечает на вопросы; речь свободная без прочтения.
хорошо	Способен самостоятельно организовывать свою работу по многим, но не всем вопросам; все работы выполняются с незначительным отклонением от плана; необходима консультация для решения всех поставленных задач; проявляет творческие способности при выполнении поставленных задач; громоздко и неполно формулирует цели и задач; дает общие обоснования выбору источников информации; в общем раскрывает проблемы и пути их решений; формирует общие выводы, соответствующие целям и задачам работы; работа оформлена на хорошем уровне: стандартный и понятный стиль изложения, работа структурирована, имеются небольшие ошибки текста, большая часть информации сопровождается графиками, диаграммами, схемами, рисунками, соответствующая требованиям оформления; речь выступающего соответствует тематике, последо-

Форма оценки	Критерий оценивания
	вательна, логична, понятна, содержит минимум достаточной информации; владеет не полной терминологией, ориентируется в материале, понимает общие процессы и взаимосвязи; правильно отвечает на вопросы; речь свободная без прочтения.
удовлетворительно	Организация своей работы полностью осуществляется под руководством руководителя; присутствуют значительные отклонения от плана и графика выполнения работы; с помощью методических рекомендаций и руководителя решает поставленные задачи; творческий подход к выполнению поставленных задач проявляется частично; в общем и не связанно формулирует цели и задач; частично раскрывает проблемы и пути их решений; с трудом формулирует выводы по целям и задачам работы; работа оформлена на удовлетворительном уровне: стиль изложения простой и не всегда понятный, работа не имеет четкой структуры, содержатся грамматические ошибки, только для основной части представлены графики, диаграммы, схемы, рисунки, не всегда соответствующие требованиям оформления; в речи выступающего присутствуют отхождения от заявленной темы, структура четко не соответствует содержанию работы, проста, доступна, содержит минимум информации; на базовом уровне владеет терминологией, не всегда ориентируется в материале, коротко и с техническими ошибками отвечает на вопросы; речь часто скованная, применяет чтение с листа.
неудовлетворительно	Организация своей работы отсутствует, даже под руководством руководителя; план и график не выполняется; не может решать поставленные задачи; неграмотно и неправильно формулирует цели и задач; не раскрывает проблемы и пути их решений; не умеет формулировать выводы по целям и задачам работы; работа оформлена небрежно и неправильно: стиль изложения не понятен и тяжело воспринимаем, работа полностью не структурирована, содержатся большое количество грамматических ошибки, отсутствуют необходимые графики, диаграммы, схемы, рисунки; речь выступающего не соответствует заявленной теме, совершенно не владеет терминологией, не ориентируется в материале, не способен отвечать на многие вопросы; речь сухая, часто прерывистая, применяет чтение с листа.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом не предусмотрено.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенции

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

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПК-1.3. Выполняет лабораторные операции с применением современных компьютеризированных и автоматизированных приборов	Защита практических работ, защита курсового проекта, экзамен

2. Компетенция ПК-2. Способен участвовать в проведении расчетных работ (по существующим методикам) при проектировании систем безопасности в нанотехнологиях, в том числе выполнять технико-экономическое обоснование проектов

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПК-2.1. Выполняет исследования структуры и свойств наноматериалов и изделий из них в соответствии с технической и эксплуатационной документацией	Защита практических работ, защита курсового проекта, экзамен
ПК-2.2. Способен проводить расчеты и проектирование систем безопасности в нанотехнологиях, в том числе с учетом технико-экономических показателей эффективности	Защита практических работ, защита курсового проекта, 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)
1	Введение в дисциплину. Основные понятия. (ПК-1)	Математические модели и их классификация
2		Вычислительный эксперимент как основа компьютерного моделирования.
3		Физико-химические модели структуры нанообъектов.
4		Классификация методов моделирования строения молекул, супрамолекулярных систем, кластеров, полимеров, кристаллов, наноструктур.
5	Теоретические основы математического и компьютерного моделирования (ПК-1)	Краевые задачи математической физики как математическая основа компьютерного моделирования
6		Понятие о численных методах решения краевых задач
7		Понятие о методе Монте-Карло
8		Основные типы физико-математических задач моделирования технологических процессов
9		Современное состояние теоретических подходов к моделированию наноразмерных систем.
10		Использование структурных, спектроскопических и термодинамических данных для построения начальных моделей
11		Моделирование межчастичного взаимодействия
12	Стандартные методы моделирования физических, химических и биологических процессов	Стандартные методы моделирования физических, химических и биологических процессов в наносистемах
13		Квантово-химическое описание химических реакций
14		Методы описания химических реакций.

15	в наносистемах. (ПК-2)	Взаимодействие атомов и молекул с поверхностью.
16		Моделирование периодических атомных и молекулярных систем
17		Приближение локальной плотности. Уровень Ферми. Плотность состояний
18		Зонная структура и свойства твердых тел. Кластерное приближение.
19		Электронное строение периодических наноструктур.
20		Термодинамика поверхности и границ раздела
21		Моделирование Тонкие пленки и покрытия.
22		Моделирование полупроводниковых и диэлектрических наноматериалов
23	Моделирование безопасной производственной среды в нанотехнологиях (ПК-2)	Моделирование системы освещения производственного помещения
24		Моделирование шумовой обстановки

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 Компьютерное моделирование систем и технологий в нанотехнологиях Направление подготовки: 28.03.02 Нанотехнологии ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2 1. Математические модели и их классификация 2. Основные типы физико-математических задач моделирования технологических процессов 3. Моделирование тонких пленок и покрытий Утверждены на заседании кафедры 27 сентября 2020 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

Оценка	Критерии оценивания
	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:

К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие расчетно-графическое задание, а также все лабораторные работы.

Экзамен включает ответы на теоретические вопросы. Для подготовки к ответу на вопросы и задания билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время в пределах 90 минут. После ответа на теоретические вопросы билета и решения задачи, преподаватель задает дополнительные вопросы.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

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

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

Допуск к практическим работам, защита практических работ

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

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

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
1.	Практическая работа № 1. Осно-	1. В чем заключается принципиальное отличие методов химической и физической конденсации?

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
	вы моделирования с использованием программных комплексов MathCad и MathLab	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.	Практическая работа № 2. Моделирование и оптимизация свойств объекта исследования с использованием метода математического планирования эксперимента	1. Рассмотреть гетероструктуру, состоящую из трех слоёв: GaAs – $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ – GaAs. Слои 1й и 3й – полубесконечные, слой 2й – туннельно-тонкий. 2. Построить семейство графиков зависимости коэффициентов прохождения электронов из слоя 1 через слой 2 в слой 3 от энергии электрона в диапазоне от 0 до $3U_0$ для различных значений параметра x, определяющего высоту потенциального барьера, и для различных толщин слоя 2. 3. Построить огибающие волновых функций в гетероструктуре для различных значений энергии электрона, в том числе, для энергий, соответствующих минимумам и максимумам коэффициента прохождения, и схематически наложить эти графики на потенциальный профиль структуры. 4. Проиллюстрировать следующие факты: 1) в случае достаточно тонкого потенциального барьера для частиц с энергией, меньшей его высоты, существует конечная вероятность прохождения электрона из области 1 в область 3; 2) при прохождении электрона над потенциальным барьером существует конечная вероятность того, что электрон отразится от слоя 2; 3) существуют избранные значения энергии электрона, при которых амплитуда волновой функции в области барьера будет больше, чем в других областях.
3.	Практическая работа № 3. Моделирование движения электрона через потенциальный барьер конечной длины	1. Рассмотреть двухслойную гетероструктуру $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ – $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$, заключенную между полубесконечными областями GaAs и построить её потенциальный профиль для электронов. 2. Построить зависимости коэффициентов отражения и прохождения от энергии электрона в диапазоне от 0 до 2 эВ. 3. Построить огибающие волновых функций в гетероструктуре для различных значений энергии электрона, в том числе, для энергий, соответствующих минимумам и максимумам коэффициента прохождения, и схематически наложить эти графики на потенциальный профиль структуры.
4.	Практическая работа № 4. Моделирование энергетического спектра электрона в твер-	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

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
	дом теле	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.	Практическая работа № 5. Основы моделирования в программном комплексе Comsol Multiphysics	1. Опишите возможности программного комплекса? 2. Какие существуют способы моделирования 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 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.
	Практическая работа № 6. Моделирование процесса диффузии	1. В чем заключается процесс диффузии? 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?
	Практическая работа № 7. Моделирование процессов тепло- и массопереноса	1. В чем заключается процесс тепло-массопереноса? 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.
	Практическая работа № 8 Моделирование освещения производственного помещения в программном	1. Назовите основные количественные характеристики световой среды. 2. Назовите основные качественные характеристики световой среды. 3. Дайте характеристику основным видам зрительных работ. 4. Какие показатели световой среды нормируются?

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
	комплексе Dialux	5. Какова связь нормируемых показателей световой среды с разрядами зрительных работ? 6. Каковы требования к освещению на рабочих местах, оснащенных ЭВМ? 7. Как контролируется освещенность в помещениях и на рабочих местах? В чем заключаются основные особенности моделирования освещения в ПК Диалюкс?
	Практическая работа № 9 Моделирование шумовой обстановки в производственном помещении	1. Что такое шум? Назовите основные источники шумов. 2. Перечислите основные характеристики производственного шума. 3. Что такое спектр шума? Понятие об октавах. 4. Как классифицируют производственные шумы? 5. Какие показатели используются при нормировании производственного шума? 6. Как определяется предельно-допустимый уровень показателей производственного шума? 7. Назовите три стратегии измерения шума на рабочих местах. 8. Как выбирают стратегию измерения производственного шума на рабочем месте? 9. Каковы методы моделирования параметров шума на рабочем месте?

Для оценивания практических работ используются следующие критерии:

Критерии оценивания практической 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 технике безопасности.
не зачтено	Цель, поставленная студенту, не достигнута. Выполнена часть заданий или задания не выполнены полностью. Студент плохо владеет теоретическим материалом для выполнения работы. Путает 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 технике 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
ПК-1. Использует методики комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов для испытаний безопасности инновационной продукции наноиндустрии ПК-1.3. Выполняет лабораторные операции с применением современных компьютеризированных и автоматизированных приборов ПК-2. Способен участвовать в проведении расчетных работ (по существующим методикам) при проектировании систем безопасности в наноинженерии, в том числе выполнять технико-экономическое обоснование проектов ПК-2.1. Выполняет исследования структуры и свойств наноматериалов и изделий из них в соответствии с технической и эксплуатационной документацией ПК-2.2. Способен проводить расчеты и проектирование систем безопасности в наноинженерии, в том числе с учетом технико-экономических показателей эффективности	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, физико-химических принципов и методов получения различных классов наноматериалов
	Знание методик комплексного анализа и моделирования 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 моделирования структуры и свойств наноматериалов, а также безопасных технологий их получения
	Умение выполнять моделирование структуры и свойств наноматериалов в полном объеме с четкой последовательностью действий
	Умение моделировать технологические процессы по получению наноматериалов и изучению их свойств с использованием современных информационных технологий и программ
	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 применения физических закономерностей в моделировании структуры и свойств наноматериалов

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 фундаментальных основах, физико-химические принципах и методы получения различных классов наноматериалов; методиках комплексного анализа и моделирования структуры и свойств наноструктурированных материалов.	Хорошо знает фундаментальные основы, физико-химические принципы и методы получения различных классов наноматериалов; методики комплексного анализа и моделирования структуры и свойств наноструктурированных материалов	Разбирается в фундаментальных основах, физико-химические принципах и методы получения различных классов наноматериалов; методиках комплексного анализа и моделирования структуры и свойств наноструктурированных материалов
Знание основных закономерностей процессов и явлений	Не знает основные законы, явления и их взаимосвязь	Имеет представление об основных фундаментальных основах, физико-химических принципах и методах получения различных классов наноматериалов; методиках комплексного анализа и моделирования структуры и свойств наноструктурированных материалов	Знает основные фундаментальные основы, физико-химические принципы и методы получения различных классов наноматериалов; методики комплексного анализа и моделирования структуры и свойств наноструктурированных материалов	Знает все основные фундаментальные основы, физико-химические принципы и методы получения различных классов наноматериалов; методики комплексного анализа и моделирования структуры и свойств наноструктурированных материалов
Объем освоенного материала	Материал освоен не полностью	Знает определение, смысл физико-химических принципов и методов получения различных классов наноматериалов.	Хорошо знает основные фундаментальные основы, физико-химические принципы и методы получения различных классов наноматериалов; методики комплексного анализа и моделирования структуры и свойств наноструктурированных материалов	Знает все основные фундаментальные основы, физико-химические принципы и методы получения различных классов наноматериалов; методики комплексного анализа и моделирования структуры и свойств наноструктурированных материалов

			нных материалов	нных материалов
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 методы моделирования и исследования характеристик наноматериалов	В полном объеме знает методы моделирования и исследования характеристик наноматериалов

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение использовать современные программные комплексы для решения задач моделирования нанообъектов	Не умеет самостоятельно пользоваться программными комплексами для решения задач моделирования нанообъектов	С трудом пользуется программными комплексами для решения задач моделирования нанообъектов	Способен использовать программные комплексы для решения задач моделирования нанообъектов	Способен моделировать и проектировать технологические процессы по получению наноматериалов и изучению их свойств с использованием современных методов исследований
Умение моделировать и проектировать технологические процессы по получению наноматериалов и изучению их свойств с использованием современных методов исследований	Не умеет моделировать и проектировать технологические процессы по получению наноматериалов и изучению их свойств с использованием современных методов исследований	С трудом применяет известные физические модели для описания нанообъектов. 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 для решения задач моделирования нанообъектов

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 методы компьютерного моделирования в полном объеме с четкой последовательностью действий	Студент выполнил работу не в полном объеме, не сумел выбрать 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 погрешностей и	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, графики, вычисления и	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

		т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.	сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.	сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей, соблюдал требования безопасности труда.
Умение применять методы компьютерного моделирования для решения практических задач	Не умеет применять законы для решения физических задач	С затруднениями умеет использовать методы компьютерного моделирования	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	В основном полное выполнение работы при наличии ошибок, которые не оказывают существенного влияния на оконча-	Полное наличие выполнения всего объема работы и наличие несущественных ошибок при вычислениях и построении гра-	Полное выполнение всего объема работы, отсутствие существенных ошибок при вычислениях и построениях графиков и рисун-

	СИ и т.д.).	тельный результат.	фиков, рисунков, не влияющих на общий результат решения.	ков, грамотное и аккуратное выполнение 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

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
		и звукопоглощение» (ВШВ-003), «Исследование эффективности виброизоляции», «Исследование эффективности и качества освещения» (ООО «Ин-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.

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

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ¹

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями²

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

Заведующий кафедрой _____ А. Н. Лопанов

Директор института _____ Р.Н. Ястребинский

¹ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

² Нужно подчеркнуть