

**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

**Моделирование безопасных технологий в нанотехнологиях**

Направление подготовки

**28.03.02 Нанотехнологии**

Профиль подготовки

**Безопасность систем и технологий нанотехнологии**

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  (И.В. Прушковский)  
(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 2021 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 достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Участие в составе коллектива в проектных работах по созданию и производству нанообъектов и изделий на их основе	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	<p><b>Знать:</b> правила проектирования нанообъектов; приемы и методы работы с высокотехнологичным оборудованием, необходимым для получения нанообъектов.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять возложенные на него поручения в составе коллектива; предоставлять руководителю коллектива данные о проделанной работе; проводить ряд комплексных мер, необходимых для создания и производства нанообъектов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы на оборудовании для получения наноструктур; навыками проведения проектирования наноматериалов; навыками работы на приборах и оборудовании при производстве нанообъектов</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПКВ-2.** Способность 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	Наименования дисциплины
1.	Физическая химия дисперсных систем и поверхностных явлений
2.	Компьютерное моделирование систем и технологий в наноинженерии
3.	Моделирование критических процессов в наноинженерии
4.	Моделирование безопасных технологий наноинженерии
5.	Основы научных исследований
6.	Безопасная технология дисперсных систем и наноразмерных функциональных объектов
7.	Расчет и проектирование систем безопасности в наноинженерии
8.	Системы обеспечения безопасности в наноинженерии
9.	Преддипломная практика

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108

<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	36	36
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	72	72
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)		
Зачет		

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

##### Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Основные принципы моделирования безопасных технологий в нанотехнологиях и средства обеспечения безопасности					
	Задача курса. Цель, содержание и основные понятия изучаемой дисциплины.	2		2	20
	Принципы, методы и средства моделирования безопасных технологий в нанотехнологиях.	3			
	Принцип нормирования показателей безопасности				
2. Компьютерное моделирование безопасных технологий в нанотехнологиях. Работа с программными комплексами.					
	Введение в компьютерное моделирование и основы работы с комплексом специализированных программ.	3		3	43
	Компьютерное моделирование безопасных технологий в нанотехнологиях. Ознакомление с работой специализированной программы «SIGMA».	3		3	
	Работа с программными комплексами. Ознакомление с работой специализированной программы ChemOffice v.6.	3		3	
	Овладение навыками работы с программным комплексом PRIZMA для расчета загрязнения атмосферы продуктами горения.	3		3	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>		<b>17</b>	<b>63</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	Физико-химические основы окисления и распада веществ	Вводное занятие. Оформление работ.	2	2
		Определение КПД топочного устройства	2	2
		Определение влажности топлива и выхода летучих компонентов	2	2
		Моделирование цепных процессов	3	3
2	Основы кинетики и моделирования взрывных процессов	Защита лабораторных работ	2	2
		Молекулярное моделирование процессов распада веществ по теории переходного состояния	4	4
		Защита лабораторных работ	2	2
ИТОГО:			17	17

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Индивидуальные домашние задания (ИДЗ) по дисциплине «Моделирование безопасных технологий в нанотехнологиях» выполняются бакалаврами направления 28.03.012 – Нанотехнология в 2 семестре.

Выполнение ИДЗ является важным этапом в профессиональной подготовке бакалавров, так как позволяет им овладеть необходимыми навыками. Это самостоятельная учебная работа, выполняемая бакалаврами под руководством преподавателей, служащая для закрепления теоретических знаний, формирования навыков применять знания для решения прикладных задач. Его выполнение способствует развитию навыков исследовательской работы, творческого мышления.

Целью индивидуального домашнего задания состоит в закреплении знаний и умений, полученных на занятии, отработке навыков, усвоении нового материала. Индивидуальные домашние задания (ИДЗ) выдаются в начале семестра и защищаются по мере изучения соответствующих тем согласно приведенному плану-графику.

Объем ИДЗ зависит от конкретного задания, но не более 10 страниц формата А4. ИДЗ должно содержать титульный лист, условие задачи, расчетные формулы, ход решения и краткие выводы по полученным результатам. Студент должен письменно ответить на вопросы к разделу и решить тестовые задания своего варианта.

Темы ИДЗ:

1. Расчет и проектирование избыточных давлений и безопасных расстояний при взрыве ГВС, ТВС в открытом пространстве.
2. Расчет зоны поражения при взрыве топливных смесей
3. Подвижность носителей заряда в кристаллических структурах
4. Контактные явления в кристаллических структурах
5. Транспорт носителей заряда в наноразмерных структурах
6. Энергетические состояния микрочастиц в наноразмерных структурах
7. Квантование энергии микрочастиц в физических системах

Примеры вариантов заданий:

1. Определить массу и объем (теоретический) воздуха, необходимого для горения 1 кг метилового, этилового, пропилового и амилового спиртов. Построить график зависимости объема воздуха от молекулярной массы спирта.
2. Определить теоретический объем воздуха, необходимого для горения 1 м<sup>3</sup> метана, этана, пропана, бутана и пентана. Построить график зависимости объема воздуха от положения вещества в гомологическом ряду (содержания углерода в молекуле вещества).
3. Определить теоретическую массу воздуха, пошедшего на горение 1 кг метана, метилового спирта, муравьиного альдегида, муравьиной кислоты. Объяснить причину влияния состава вещества на объем воздуха, требуемого для их горения.
4. Определить объем и массу воздуха, пошедшего на горение 1 кг древесины, состава: С - 47 %, Н - 8 %, О - 40 %, W - 5 %, если коэффициент избытка воздуха равен 2,8; давление 900 ГПа, температура 285 К.
5. Сколько воздуха, кг, поступило на горение 1 кг углерода, если в продуктах горения содержание кислорода составило 17 %?
6. Сколько воздуха, кг, требуется подать на сжигание 200 м<sup>3</sup> генераторного газа состава: СО - 29 %, Н<sub>2</sub> - 14 %, СН<sub>4</sub> - 3 %, СО<sub>2</sub> - 6,5 %, N<sub>2</sub> - 45 %, О<sub>2</sub> - 2,5 %, если коэффициент избытка воздуха равен 2,5?
7. Определить количество сгоревшего толуола, кг, в помещении объемом 400 м<sup>3</sup>, если после пожара при отсутствии газообмена установлено, что содержание кислорода снизилось до 17 %.
8. Сколько хлора, м<sup>3</sup>, поступило на горение 300 м<sup>3</sup> водорода, если в продуктах горения избыток окислителя составил 80 м<sup>3</sup> ?
9. Определить избыток воздуха в продуктах горения газовой смеси состава: СО-15%, С<sub>4</sub>Н<sub>10</sub>-45% О<sub>2</sub>-30%, N<sub>2</sub>-10 %, если коэффициент избытка воздуха равен 1,9.
10. Сколько окислительной среды, м<sup>3</sup>, состоящей из 50 % кислорода и 50 % азота, необходимо для горения 8 кг этилацетата, если коэффициент избытка равен 1,2; температура 265 К, давление 850 ГПа.
11. Определить коэффициент избытка окислительной среды, состоящей из 70 % кислорода и 30 % азота, если при горении серы содержание кислорода снизилось до 55 %. Определить количество сгоревшей серы, кг, если объем помещения равен 180 м<sup>3</sup>.
12. Сколько антрацита (принять, что содержание углерода равно 100 %) сгорело в помещении объемом 150 м<sup>3</sup>, если горение прекратилось при снижении кислорода до 13 %. Газообмен не учитывать.
13. Рассчитать массовый и объемный расход воздуха, необходимый для горения газового фонтана дебитом 30 млн. м<sup>3</sup>/сут, состоящего из СН<sub>4</sub> - 80 %, СО<sub>2</sub> - 10 %, Н<sub>2</sub>S - 5 %, О<sub>2</sub> - 5 %, при температуре воздуха 27 °С и давлении 105 кПа.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**1 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:

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
<b>ПК-2.1.</b> Выполняет исследования структуры и свойств наноматериалов и изделий из них в соответствии с технической и эксплуатационной документацией	Собеседование, тест, зачет

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные принципы моделирования безопасных технологий в нанотехнологиях и средства обеспечения безопасности	Принципы, методы и средства моделирования безопасных технологий в нанотехнологиях
		Средства обеспечения безопасности производственной деятельности
		Человеческий фактор в вопросах моделирования безопасных технологий в нанотехнологиях
		Разработка мероприятий по обеспечению безопасности отдельных технологических процессов и производств (на примерах конкретного производства, цеха, участка, процесса)
		Способы контроля за безопасностью технологических процессов
2	Компьютерное моделирование безопасных технологий в нанотехнологиях. Работа с программными комплексами	Ознакомление с работой специализированной программы «SIGMA». Проведение исследования цепных процессов. Выявление факторов, влияющих на скорость цепных процессов.
		Ознакомление с работой специализированной программы ChemOffice.
		Расчет выбросов вредных веществ при помощи сертифицированного программного комплекса PRIZMA. Расчет загрязнения атмосферы продуктами горения.

### 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

**Текущий контроль** осуществляется в течение всего времени изучения дисциплины в виде контрольных работ. В ходе изучения дисциплины предусмотрено выполнение 3х контрольных работ. Каждая контрольная работа выполняется после изучения конкретного раздела дисциплины.

Каждая контрольная работа выполняется студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Продолжительность контрольной работы 45 минут.

Примеры вариантов заданий:

1. Определить массу и объем (теоретический) воздуха, необходимого для горения 1 кг метилового, этилового, пропилового и амилового спиртов. Построить график зависимости объема воздуха от молекулярной массы спирта.
2. Определить теоретический объем воздуха, необходимого для горения 1 м<sup>3</sup> метана, этана, пропана, бутана и пентана. Построить график зависимости объема воздуха от положения вещества в гомологическом ряду (содержания углерода в молекуле вещества).
3. Определить теоретическую массу воздуха, пошедшего на горение 1 кг метана, метилового спирта, муравьиного альдегида, муравьиной кислоты. Объяснить причину влияния состава вещества на объем воздуха, требуемого для их горения.
4. Определить объем и массу воздуха, пошедшего на горение 1 кг древесины, состава: С - 47 %, Н - 8 %, О - 40 %, W - 5 %, если коэффициент избытка воздуха равен 2,8; давление 900 ГПа, температура 285 К.
5. Сколько воздуха, кг, поступило на горение 1 кг углерода, если в продуктах горения содержание кислорода составило 17 %?
6. Сколько воздуха, кг, требуется подать на сжигание 200 м<sup>3</sup> генераторного газа состава: СО - 29 %, Н<sub>2</sub> - 14 %, СН<sub>4</sub> - 3 %, СО<sub>2</sub> - 6,5 %, N<sub>2</sub> - 45 %, О<sub>2</sub> - 2,5 %, если коэффициент избытка воздуха равен 2,5?



7. Определить количество сгоревшего толуола, кг, в помещении объемом  $400 \text{ м}^3$ , если после пожара при отсутствии газообмена установлено, что содержание кислорода снизилось до 17 %.
8. Сколько хлора,  $\text{м}^3$ , поступило на горение  $300 \text{ м}^3$  водорода, если в продуктах горения избыток окислителя составил  $80 \text{ м}^3$  ?
9. Определить избыток воздуха в продуктах горения газовой смеси состава:  $\text{CO}$ -15%,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ -45%  $\text{O}_2$ -30%,  $\text{N}_2$  -10 %, если коэффициент избытка воздуха равен 1,9.
10. Сколько окислительной среды,  $\text{м}^3$ , состоящей из 50 % кислорода и 50 % азота, необходимо для горения 8 кг этилацетата, если коэффициент избытка равен 1,2; температура 265 К, давление 850 ГПа.
11. Определить коэффициент избытка окислительной среды, состоящей из 70 % кислорода и 30 % азота, если при горении серы содержание кислорода снизилось до 55 %. Определить количество сгоревшей серы, кг, если объем помещения равен  $180 \text{ м}^3$ .
12. Сколько антрацита (принять, что содержание углерода равно 100 %) сгорело в помещении объемом  $150 \text{ м}^3$ , если горение прекратилось при снижении кислорода до 13 %. Газообмен не учитывать.
13. Рассчитать массовый и объемный расход воздуха, необходимый для горения газового фонтана дебитом 30 млн.  $\text{м}^3/\text{сут}$ , состоящего из  $\text{CH}_4$  - 80 %,  $\text{CO}_2$  - 10 %,  $\text{H}_2\text{S}$  - 5 %,  $\text{O}_2$  - 5 %, при температуре воздуха  $27^\circ\text{C}$  и давлении 105 кПа.

**Лабораторные работы.** В лабораторных работах рассмотрены методы расчета и моделирования основных процессов горения и взрыва. Требования к выполнению лабораторной работы определены в методических указаниях из списка основной литературы пункта 6 рабочей программы дисциплины. В практикуме представлен перечень работ, указаны цель и задачи, даны необходимые теоретические и методические указания к работе, варианты контрольных вопросов, выносимых на допуск к выполнению лабораторных работ.

Перед выполнением работы проводится собеседование преподавателя со студентами для определения наличия необходимых знаний. Приметный перечень вопросов представлен ниже в таблице. Результат выполнения работы является основным критерием для получения зачета.

№	Название лабораторной работы	Примерные вопросы
1	Лабораторная работа 1. Молекулярное моделирование процессов распада веществ по теории переходного состояния	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные положения теории переходного состояния.</li> <li>2. Моделирование процессов распада веществ, прогноз качества природной среды (на примере выполнения лабораторной работы).</li> <li>3. Расчет зон поражения при взрывах пыли, аэрозолей и химических веществ.</li> <li>4. Расчет зон поражения при взрывах оборудования.</li> </ol>
2	Лабораторная работа 2. Моделирование цепных процессов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные положения формальной кинетики процессов горения и распада веществ.</li> <li>2. Основные стадии цепных процессов.</li> <li>3. Формальная кинетика цепных процессов. Основные факторы, влияющие на скорость химических цепных процессов.</li> <li>4. Виды процессов горения и взрывов. Причины перехода процессов горения во взрыв.</li> </ol>
3	Лабораторная работа № 3. Определение КПД нагревателя и скорости выгорания топлива	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое горение?</li> <li>2. Что такое горючее вещество?</li> <li>3. Особенности горения жидкостей.</li> <li>4. Назовите основные факторы, влияющие на скорость выгорания топлива. Режимы горения топлива.</li> <li>5. Структура пламени. Параметры, влияющие на структуру пламени.</li> </ol>
4	Лабораторная работа № 4. Определение температур вспышки и воспламенения жидкого топлива	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дать определение нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКП) и верхнего концентрационного предела распространения пламени (ВКП).</li> <li>2. Перечислите виды горения и дайте определение каждому из них</li> <li>3. Перечислите процессы самовозгорания в зависимости от внутреннего импульса, дайте определение.</li> </ol>



№	Название лабораторной работы	Примерные вопросы
5	Лабораторная работа №5 Расчет выбросов вредных веществ при помощи сертифицированного программного комплекса PRIZMA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое ПДК вредного вещества?</li> <li>2. Классификация вредных веществ.</li> <li>3. Какими нормативными документами регламентируется ПДК вредных веществ на предприятиях?</li> <li>4. Что такое группы суммации вредных веществ?</li> </ol>
6	Лабораторная работа №6 Моделирование зон ЧС при взрыве газозвудушных, топливоздудушных (ГВС, ТВС) смесей в открытом пространстве	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бризантная зона (детонационная).</li> <li>2. Зона действия продуктов взрыва (огненного шара).</li> <li>3. Зона действия ударной волны.</li> <li>4. Зона теплового поражения и токсического задымления.</li> </ol>

*Типовые вопросы для подготовки к зачету*

- Основные положения теории переходного состояния.
- Моделирование процессов распада веществ, прогноз качества природной среды (на примере выполнения лабораторной работы).
- Расчет зон поражения при взрывах пыли, аэрозолей и химических веществ.
- Расчет зон поражения при взрывах оборудования.
- Основные положения формальной кинетики процессов горения и распада веществ.
- Основные стадии цепных процессов.
- Формальная кинетика цепных процессов. Основные факторы, влияющие на скорость химических цепных процессов.
- Виды процессов горения и взрывов. Причины перехода процессов горения во взрыв.
- Что такое горение?
- Что такое горючее вещество?
- Особенности горения жидкостей.
- Назовите основные факторы, влияющие на скорость выгорания топлива. Режимы горения топлива.
- Структура пламени. Параметры, влияющие на структуру пламени.
- Дать определение нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКП) и верхнего концентрационного предела распространения пламени (ВКП).
- Перечислите виды горения и дайте определение каждому из них
- Перечислите процессы самовозгорания в зависимости от внутреннего импульса, дайте определение.
- Что такое ПДК вредного вещества?
- Классификация вредных веществ.
- Какими нормативными документами регламентируется ПДК вредных веществ на предприятиях?
- Что такое группы суммации вредных веществ?
- Бризантная зона (детонационная).
- Зона действия продуктов взрыва (огненного шара).
- Зона действия ударной волны.
- Зона теплового поражения и токсического задымления.

**5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания**

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 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.

Промежуточный контроль проводится в конце семестра изучения дисциплины в форме контрольной работы и зачета

Критерии оценивания контрольной работы.

Форма оценки	Критерий оценивания
зачтено	Задача, поставленная в контрольной работе решена. В процессе решения задачи отсутствуют ошибки или они носят технический характер. В решении присутствует полная или сокращенная методика определения необходимых конструктивных, технологических и прочностных параметров. Правильно выбраны необходимые справочные параметры и даны их обоснования. Грамотно и четко сделан вывод по каждой работе.
не зачтено	Задача, поставленная в контрольной работе не решена. В процессе решения задачи присутствуют грубые ошибки, нарушена методика и последовательность расчетов. В процессе решения использована неправильная методика определения необходимых конструктивных, технологических и прочностных параметров. Выбраны неправильные справочные материалы, либо они полностью отсутствуют. Вывод по работе отсутствует, либо сформулирован неправильно, не затрагивая цель поставленной задачи.

Критерии оценивания зачета

Форма оценки	Критерий оценивания
зачтено	показывает глубокие и полные знания по рассматриваемым вопросам; хорошо ориентируется в поставленных вопросах, четко и логично формирует на них ответ; демонстрирует понимание важности приобретенных знаний и умений для будущей профессиональной деятельности; свободно владеет терминами и определениями курса дисциплины; демонстрирует высокие знания, соединяя при ответе знания из разных разделов, добавляя комментарии, пояснения, обоснования; отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ дополнительными примерами; демонстрирует различные формы умственной деятельности: анализ, синтез, сравнение, обобщение и т.д.; владеет аргументированной, грамотной, лаконичной, доступной и понятной речью при общении.
не зачтено	показывает недостаточные знания по поставленным вопросам; очень плохо ориентируется в поставленных вопросах, дает неправильный и необоснованный ответ на поставленные вопросы; не демонстрирует понимание необходимости знаний и умений для будущей профессиональной деятельности; не владеет терминами и определениями курса дисциплины; демонстрирует очень низкое качество знания конкретного материала, не основываясь на информации основных разделов и тем дисциплины; отвечая на вопрос, не дополняет графическим или иным материалом; при ответе не применяет логику, сравнение, обобщение и т.д.; не грамотно, не подготовлено ставит свою речь при общении.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Освоение методик, умение решать (типовые) практические задачи, выполнять (типовые) задания
	Умения использовать теоретические знания для выполнения заданий по моделированию критических процессов в области нанотехнологий, выборе методики решения инженерных задач
	Умение проверять решения и анализировать результаты
	Умение качественно оформлять (презентовать) выполнение заданий
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Быстрота выполнения трудовых действий и объем выполненных заданий
	Качество выполнения трудовых действий
	Самостоятельность планирования трудовых действий

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю «Знания».

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Недостаточный уровень знаний терминов, определений, понятий Не ответил на дополнительные вопросы	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок. Ответил на некоторые дополнительные вопросы	Знает термины и определения. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно Аргументированно ответил на все дополнительные вопросы
Знание	Не знает основные	Знает основные	Знает,	Знает и может

основных закономерностей, соотношений, принципов	признаки и определение безопасных технологий нанотехнологий, основы формальной кинетики превращения веществ, гетерогенные реакции горения, цепные процессы, а так теорию переходного состояния	признаки и определение безопасных технологий нанотехнологий, основы формальной кинетики превращения веществ, гетерогенные реакции горения, цепные процессы, а так теорию переходного состояния	интерпретирует и использует сведения о вопросах безопасности новых технологий и материалов, основные признаки и определение критических процессов, основы формальной кинетики превращения веществ, гетерогенные реакции горения, цепные процессы, а так теорию переходного состояния	самостоятельно получить сведения об основных признаках и определение безопасных технологий нанотехнологий, основы формальной кинетики превращения веществ, гетерогенные реакции горения, цепные процессы, а так теорию переходного состояния
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю «Умения».

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Освоение методик, умение решать ( типовые) практические задачи, выполнять ( типовые)	Не умеет выполнять типовые задания лабораторных работ, не способен решать типовые	Умеет выполнять типовые задания, способен решать типовые задачи с применением	Умеет выполнять типовые задания, способен решать типовые задачи, предусмотренные	Умеет выполнять задания и решать задачи повышенной сложности

задания	задачи с использованием известного алгоритма действий	известного алгоритма действий	рабочей программой	
Умения использовать теоретические знания для выполнения заданий по проведению проектных решений в области наноинженерных технологий, выборе методики решения инженерных задач	Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы, связанные с выполнением задания, не может обосновать выбор метода при решении практических задач; не может обосновать полученные результаты	Испытывает затруднения в применении теории при выполнении практических задач; обосновании полученных результатов	Правильно применяет полученные знания при выполнении, обосновании решений и защите заданий. Грамотно применяет методики выполнения лабораторных работ и алгоритм решения задач	Умеет применять теоретическую базу дисциплины при выполнении всех видов заданий, предлагает собственные методы решения; грамотно обосновывает полученные результаты
Умение проверять решения и анализировать результаты	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий и решении практических задач. Не способен сформулировать и обосновать выводы по работе.	Допускает ошибки при решении задач и выполнении заданий. Испытывает затруднения при формулировании и обосновании выводов	Не допускает ошибок при решении задач и выполнении заданий. Формулирует, обосновывает и делает выводы по работам	Самостоятельно анализирует полученные результаты при решении задач и выполнении заданий. Самостоятельно формулирует, обосновывает и делает выводы по работам
Умение качественного оформлять (презентовать) выполнение заданий	Не способен качественного оформлять (презентовать) выполнение заданий	Небрежно оформляет (презентует) выполнение заданий	Понятно и корректно оформляет (презентует) выполнение заданий	Умеет качественно, верно и аккуратно оформлять (презентовать) выполненные задания

### Оценка сформированности компетенций по показателю «Навыки».

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки решения стандартных задач	Не обладает навыками выполнения заданий и решения стандартных задач	Испытывает трудности при выполнении заданий и решения стандартных задач	Не испытывает затруднений при выполнении заданий и решения стандартных задач. Испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий и решения нестандартных задач	Обладает навыками при выполнении заданий и решения стандартных задач. Не испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий и решения сложных задач
Быстрота выполнения трудовых действий и объем выполненных заданий	Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач	Выполняет трудовые действия медленно, с отставанием от установленного графика	Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания с соблюдением установленного графика	Выполняет трудовые действия, поставленные задания качественно и быстро
Качество выполнения	Выполняет	Выполняет	Выполняет трудовые	Выполняет

трудовых действий	трудовые действия некачественно	трудовые действия с недостаточным качеством	действия качественно	трудовые действия качественно, в том числе при выполнении сложных заданий
Самостоятельность планирования трудовых действий	Не может самостоятельно планировать и выполнять собственные трудовые действия	Выполняет трудовые действия с помощью наставника	Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией наставника	Полностью самостоятельно выполняет трудовые без посторонней помощи

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

Для презентации лекционного материала используется комплект оборудования: проектор, ноутбук.  
Для проведения лабораторных используется лаборатория «Теория горения и взрывов. Защита в ЧС», в которой имеется установка для определения температуры вспышки и воспламенения жидкого топлива.

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, ГУК 617	Специализированная мебель. Проектор, компьютер, автоматизированный экран, магнитно-меловая доска
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ ГУК 613	Специализированная мебель, компьютер, магнитно-меловая доска, установка для определения КПД и скорости выгорания топлива, установка для определения вспышки и воспламенения топлива
2	читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

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 Office 2013	Договор 31401445414 от 25.09.2014
2	GoogleChrome.	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.
3	MozillaFirefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

#### *Перечень основной литературы*

1. Моделирование критических процессов в нанотехнологиях [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов направления бакалавриата 28.03.02 - Нанотехнологии, профиль подготовки - "Безопасность систем и технологий нанотехнологий" / каф. БЖД ; А. Н. Лопанов. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM) : рис., таб. -

Загл. с титул. экрана. - (в конв.) : 30.00 р. Э.Р. N 3569

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/201706231056563660000655230>

2. Моделирование критических процессов в нанотехнологиях [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению курсовой работы для студентов направления бакалавриата

28.03.02 - Нанотехнология, профиль подготовки - "Безопасность систем и технологий нанотехнологии"/ каф. БЖД ; сост.: А. Н. Лопанов, И. В. Прушковский. - Электрон. текстовые дан. - Белгород :

Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM) : табл. - Загл. с титул. экрана. - (в конв.) : 30.00 р. Э.Р. N 3570

3. Пул, Ч. Нанотехнологии : учеб. пособие : пер. с англ. / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. - 2-е изд., доп. - М. : Техносфера, 2005. - 334 с.

4. Лейцин В.Н. Моделирование связанных процессов в реагирующих средах [Электронный ресурс]: монография/ Лейцин В.Н., Дмитриева М.А. – Электрон. текстовые данные. – Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2012. – 241 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23805>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю

5. Куликов И.М. Технологии разработки программного обеспечения для математического моделирования физических процессов. Часть 1. Использование суперкомпьютеров, оснащенных графическими ускорителями [Электронный ресурс]: учебное пособие / Куликов И.М. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 40 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45044>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### *Перечень дополнительной литературы:*

1. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - Изд. 2-е, испр. - Москва : Физматлит, 2007. - 414 с.

2. Минько, Н. И. Методы получения и свойства нанообъектов: монография / Н. И. Минько, В. М. Нарцев. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2005. - 104 с.

3. Кузьмин А.М. Моделирование физических процессов в энергетических ядерных реакторах на быстрых нейтронах [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Кузьмин А.М., Шмелев А.Н., Апсэ В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2015.— 128 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33224>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Консультант плюс. Надежная правовая поддержка [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

2. Научная электронная библиотека [www.elibrari.ru](http://www.elibrari.ru)

3. Официальный сайт Белгородского государственного технологического университета [www.bstu.ru](http://www.bstu.ru)

4. ФГБУН Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук <http://www.viniti.ru/>

5. Независимый научно-технический портал <http://ntpo.com>

6. Электронная библиотека. Наука и техника <http://n-t.ru/>

7. ООО Ассоциация инженерного образования в России <http://aeer.ru>