

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
Р.Н. Ястребинский
«15» мая 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

ВВЕДЕНИЕ В НАНОИНЖЕНЕРИЮ

Направление подготовки

28.03.02 Наноинженерия
Профиль подготовки

Безопасность систем и технологий наноинженерии

Квалификация
бакалавр

Форма обучения
очная

Институт: Химико-технологический

Кафедра: Безопасности жизнедеятельности

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

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

Составитель (составители): д.т.н., профессор _____ (Е.А. Фанина)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Безопасности жизнедеятельности
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор (А.Н. Лопанов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)
« 14 » мая 2021 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021 г., протокол № 7

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 20 21 г., протокол № 9

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

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Применение фундаментальных знаний в профессиональной деятельности	ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.1. Использует математический аппарат для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов	Знать •полномочия специалиста по техносферной безопасности Уметь •принимать решение по обеспечению техносферной безопасности Владеть •навыком обоснования принятых решений с помощью IT - технологий

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Стадия	Наименования дисциплины
1	Математика
2	Физика
3	Химия
4	Ноксология
5	Инженерная графика
6	Гидрогазодинамика
7	Теплофизика
8	Электроника и электротехника
9	Введение в наноинженерию
10	Физико-химические основы нанотехнологии
11	Физическая химия дисперсных систем и поверхностных явлений
12	Технология наноразмерных материалов
13	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единицы, 72 часа.

Форма промежуточной аттестации зачет.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	36	36
лекции	17	17
лабораторные		
практические	17	17
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	36	36
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	36	36
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	2	2

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
Введение.					
	Предмет и содержание курса. Введение в наноинженерию. Особые свойства наноматериалов.	4	4		9
1. Особенности наноструктуры					
	Общая характеристика. Зерна, слои, включения и поры в консолидированных материалах. Дефекты, поверхности раздела, пограничные сегрегации. Структура полимерных, биологических и углеродных наноматериалов. Влияние структуры наноматериалов на безопасность жизнедеятельности живых систем.	4	4		9
2. Свойства наноматериалов. Размерные эффекты.					
	Общая характеристика. Электронное строение. Фазовые равновесия и термодинамика. Свойства типа	4	4		9

	проводимости. Оптические характеристики. Механические свойства. Магнитные характеристики. Стабильность. Рост зерен. Диффузия. Реакционная способность. Катализ.				
3. Основы технологии наноматериалов.					
	Общая характеристика. Технология консолидированных материалов. Технология полупроводников. Технология пористых, полимерных, трубчатых и биологических наноматериалов. Основы безопасности при производстве наноматериалов.	4	4		8
4. Применение наноматериалов.					
	Общая характеристика. Конструкционные, инструментальные и триботехнические материалы. Пористые материалы со специальными физико-химическими свойствами. Материалы со специальными физическими свойствами. Медицинские и биологические материалы. Микро- и наноэлектромеханические системы. Экологические аспекты применения наноматериалов и наносистем. Разработка основ безопасности технологических процессов и производств при синтезе наноматериалов.	5	5		10
	ВСЕГО	17	17		36

4.2. Содержание практических занятий

Курс 2 Семестр 1

№ п/п	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов
1	Изучение парамагнитных свойств кристаллов методом радиоспектроскопии	2
2	Синтез кристаллов меди и определение их размеров с помощью просвечивающей микроскопии	2
3	Синтез нанодисперсного титаната бария Натурное моделирование правильных плотнейших упаковок сфер и соответствующих им выпуклых координационных многогранников	2
4	Получение механоактивированных нанодисперсных систем различными методами	2
5	Применение сканирующей электронной микроскопии для исследования наноматериалов	2
6	Электронное и геометрическое моделирование наноструктур	2
7	Определение размеров кристаллитов рентгенографическим методом	1
8	Идентификация опасных производственных объектов при синтезе наносистем	1
9	Организация производственного контроля на опасном производственном объекте при синтезе наносистем	1
10	Синтез экологически безопасных наноразмерных материалов	1
11	Особенности применения технических устройств на опасных производственных объектах при синтезе наносистем	1
	ИТОГО	17

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.4. Содержание индивидуального домашнего задания

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

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

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1. Использует математический аппарат, для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности.	Собеседование, тест, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

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

Результаты обучения, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности проводятся по двум формам контроля: текущей и промежуточной.

Текущий контроль осуществляется в течение всего времени изучения дисциплины в виде практических и контрольных работ.

Практические работы. Практические работы служат для изучения основных положений законодательства мониторинга безопасности окружающей среды, классификацию видов мониторинга, основных положений экологической экспертизы. Дается представление об основных закономерностях и принципах развития экологических систем; представлены методики и методы расчета зон ЧС природного и техногенного характера.

Требования к выполнению практической 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. Результат выполнения работы является основным критерием для получения зачета.

Критерии оценивания практической работы.

Форма оценки	Критерий оценивания
зачтено	Цель, поставленная студенту, выполнена полностью. Решены все задачи, 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. Решена часть задач или задачи не решены вообще. Студент плохо владеет теоретическим материалом для выполнения работы. Путаet 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.

Контрольные работы. Контрольные работы служат целью оценить приобретенные умения

Контрольные работы проходят в рамках практических работ по дисциплине. На практических работах рассматриваются варианты решения конкретных задач, ставящихся студенту.

В ходе изучения дисциплины предусмотрено выполнение 3^x 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.

Типовое задание для контрольной работы

Задача № 1. Порошок мелкозернистого кварца с характерным размером частиц сферической формы ϕ (таблица 1) засыпали в цилиндрический сосуд, наполненный водой в количестве 1,5 л. Определить, за какое время произойдет полное оседание частиц кварца на дно сосуда, если диаметр сосуда (таблица 1). Истинная плотность кварца – 2650 кг/м³, вязкость воды – 1,01·10⁻³ Па·с.

Задача № 2. В сосуд с водой насыпали порошок кварца с диаметром частиц (таблица 1). В то же время в другой сосуд с глицерином засыпали молотый базальт с таким же диаметром частиц. Определить, в каком сосуде и на какое время седиментация пройдет быстрее, если высота столба жидкости в обоих сосудах равна (таблица 1). Плотность частиц кварца – 2600 кг/м³, базальта – 3200 кг/м³, глицерина – 1200 кг/м³. Вязкость воды – 1,01·10⁻³ Па·с, глицерина – 0,512 Па·с.

Задача № 3. Из условия задачи № 2 определить разницу во времени оседания частиц кварца в воде в условиях Луны и корунда в глицерине в условиях Земли. Ускорение свободного падения в условиях Луны – 1,622 м/с².

Задача № 4. В силос диаметром (таблица 1) и высотой 8 м засыпали (таблица 1) строительного гипса на 9/10 его объема. Рассчитать ориентировочно удельную поверхность гипса, если средний диаметр его частиц равен 20 мкм, а плотность случайной упаковки частиц гипса $\Pi=0,62$.

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.

Промежуточная аттестация проводится в конце семестра изучения дисциплины, в форме зачета

Зачет включает два теоретических вопроса по темам, изученным в дисциплине.

Вопросы к зачету

1. Что вы понимаете под термином «нанотехнология»?
2. Дайте определение понятию «наноматериалы»?
3. Что такое «мокрая», «сухая» и компьютерная нанотехнология?
4. Озвучьте три основные группы нанотехнологий в строительстве?
5. Каковы основные задачи направления «Наноматериалы в строительстве»?
6. Основные виды инструментов нанотехнологий. Какие виды микроскопии вы знаете?
7. Электронная микроскопия. Чем ограничена разрешающая способность данной микроскопии?
8. Какие виды электронных микроскопов вы знаете? Растровый электронный микроскоп. Принцип его работы.
9. Сканирующая зондовая микроскопия. Основные виды микроскопов данного типа.
10. Туннельный сканирующий микроскоп. Принцип действия. Режимы работы, их преимущества и недостатки.
11. Атомный сканирующий микроскоп. Принцип действия. Виды АСМ.
12. Сканирующий оптический микроскоп ближнего поля. Принцип действия.
13. Наноиндентирование. Принцип действия.
14. Нановесы. Принцип действия.
15. Моделирование. Какие основные типы математического моделирования в нанотехнологии вы знаете?
16. Как вы видите нанофабрику? Что вы понимаете по термином «механосинтез»?
17. Методы получения нанотрубок и фуллеренов: электродуговое распыление графита.
18. Методы получения нанотрубок и фуллеренов: лазерное испарение графита.
19. Методы получения нанотрубок и фуллеренов: метод химического осаждения из пара.
20. Групповые методы получения наноструктур: метод молекулярных пучков, механохимический синтез.
21. Групповые методы получения наноструктур: вакуумное испарение, электрохимические методы получения наночастиц.
22. Групповые методы получения наноструктур: золь-гель метод, катодное распыление.
23. Групповые методы получения наноструктур: восстановление соединений, ионная имплантация.

24. Групповые методы получения наноструктур: сборка наноструктур под влиянием механического напряжения, сверхзвуковое истечение газов из сопла.
25. Групповые методы получения наноструктур: ударные волны (трубы), электроэрозионный метод.
26. Групповые методы получения наноструктур: криогенный метод, низкотемпературная плазма.
27. Групповые методы получения наноструктур: метод шаблонов (темплатный метод), селективное травление.
28. Групповые методы получения наноструктур: самораспространяющийся высокотемпературный синтез, газофазный синтез (конденсация паров, аэрозольный метод).
29. Групповые методы получения наноструктур: ДНК-сборка, взрывной синтез.
30. Групповые методы получения наноструктур: получение наночастиц путем диспергирования, интенсивная пластическая деформация.
31. Групповые методы получения наноструктур: сонохимическое диспергирование, получение наночастиц в реакциях, стимулированных высокоэнергетическим излучением.
32. Групповые методы получения наноструктур: сборка наноструктур под влиянием механического напряжения, термическое разложение (пиролиз).
33. Групповые методы получения наноструктур: осаждение из расплавов, литографические методы.
34. Групповые методы получения наноструктур: электрический взрыв проводников, гетерофазный синтез.
35. Групповые методы получения наноструктур: плазмохимический синтез, кристаллизация и микроликвация.
36. Групповые методы получения наноструктур: осаждение из жидкой фазы (водной, неводной), получение наноструктур в нанореакторах.
37. Групповые методы получения наноструктур: упорядочение нестехиометрических соединений, осаждение при сверхкритических условиях.
38. Нанохимия. Классификация наночастиц. Строение наноструктур.
39. Магнитные и каталитические свойства нанобъектов.
40. Приведите несколько примеров использования наноматериалов.
41. Влияние структуры наноматериалов на безопасность жизнедеятельности живых систем.
42. Микро- и нанoeлектромеханические системы. Наноматериалы строительного назначения.
43. Экологические аспекты применения наноматериалов и наносистем. Разработка основ безопасности технологических процессов и производств при синтезе наноматериалов.

Критерии оценивания зачета

Оценка	Критерии оценивания
Зачет	
отлично	Студент правильно и полностью ответил на теоретические вопросы. Студент владеет теоретическим материалом, делает обоснованные выводы. Правильно отвечает на дополнительные вопросы.
хорошо	Студент ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями. Владеет теоретическим материалом, делает самостоятельные выводы. Правильно отвечает на большинство дополнительных вопросов.
удовлетворительно	Студент ответил на теоретические вопросы, но допустил значительные неточности. Не полностью владеет теоретическим материалом. Правильно отвечает на дополнительные вопросы.
Незачет	
неудовлетворительно	Студент обладает низким уровнем знаний. Владеет теоретическим материалом на 30 %. С трудом отвечает на дополнительные вопросы.

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 проведению экологической оценке проектных решений в области наноинженерных технологий, выборе методики решения инженерных задач, систем и процессов окружающей среды
	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 основных закономерностей	Не знает вопросы безопасности новых технологий и	Знает вопросы безопасности новых технологий и	Знает, интерпретирует и использует	Знает и может самостоятельно получить сведения о

й, соотношений, принципов	материалов, виды экологического контроля, мониторинг воздушной среды, оказавшейся под влиянием нанотехнологий, источники загрязнения атмосферы в области нанотехнологий, классификацию загрязнителей воздуха и источники загрязнений воды в области нанотехнологий, нормативно-правовую базу мониторинга и экспертизы безопасности жизнедеятельности	материалов, виды экологического контроля, мониторинг воздушной среды, оказавшейся под влиянием нанотехнологий, источники загрязнения атмосферы в области нанотехнологий, классификацию загрязнителей воздуха и источники загрязнений воды в области нанотехнологий, нормативно-правовую базу мониторинга и экспертизы безопасности жизнедеятельности	сведения о вопросах безопасности новых технологий и материалов, виды экологического контроля, мониторинг воздушной среды, оказавшейся под влиянием нанотехнологий, источники загрязнения атмосферы в области нанотехнологий, классификацию загрязнителей воздуха и источники загрязнений воды в области нанотехнологий, нормативно-правовую базу мониторинга и экспертизы безопасности жизнедеятельности	вопросах безопасности новых технологий и материалов, виды экологического контроля, мониторинг воздушной среды, оказавшейся под влиянием нанотехнологий, источники загрязнения атмосферы в области нанотехнологий, классификацию загрязнителей воздуха и источники загрязнений воды в области нанотехнологий, нормативно-правовую базу мониторинга и экспертизы безопасности жизнедеятельности
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) задания	Не умеет выполнять типовые задания практических работ, не способен решать типовые задачи с использованием известного алгоритма действий	Умеет выполнять типовые задания, способен решать типовые задачи с применением известного алгоритма действий	Умеет выполнять типовые задания, способен решать типовые задачи, предусмотренные рабочей программой	Умеет выполнять задания и решать задачи повышенной сложности
Умения использовать теоретические знания для выполнения заданий по проведению экологической оценке проектных решений в области наноинженерных технологий, выборе методики решения инженерных задач (ОВОС и экологическая экспертиза) с учетом экологических ограничений (экологического нормирования) на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов окружающей среды	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 практических работ и алгоритм решения практических 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 трудовых действий	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет трудовые действия с недостаточным качеством	Выполняет трудовые действия качественно	Выполняет 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

№	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	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. Рит, М. Наноконструирование в науке и технике. Введение в мир нанорасчета [Текст] / Рит М. - Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2005. - 160 с.
2. Наноструктурные материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / ред. Р. Ханнинк. - Москва: Техносфера, 2009. - 488 с. - ISBN 978-5-94836-221-2
3. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Гусев А. И. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8

Перечень дополнительной литературы

1. Рамбиди, Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий [Текст]: монография / Рамбиди Н. Г. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 456 с.
2. Матюшкин, И. В. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур [Электронный ресурс]: учебное пособие / Матюшкин И. В. - Москва: Техносфера, 2011. - 168 с.
3. Витязь, П. А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Витязь П. А. - Минск: Вышэйшая школа, 2010. - 302 с. - ISBN 978-985-06-1783-5.

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

1. Консультант плюс. Надежная правовая поддержка www.consultant.ru
2. Научная электронная библиотека www.elibrari.ru
3. Официальный сайт Белгородского государственного технологического университета 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>