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

Методы диагностики в нанотехнологиях

Направление подготовки

28.03.02 Наноинженерия
Профиль подготовки

Безопасность систем и технологий наноинженерии

Квалификация
бакалавр

Форма обучения
очная

Институт: Химико-технологический

Кафедра: Безопасности жизнедеятельности

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

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

Составитель (составители): к.т.н., доцент _____ (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
Исследовательская деятельность	**ОПК-5.** Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	**ОПК-5.1.** Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное производство при изготовлении наноматериалов и изделий из них	**Знания:** - распределения обязанностей в коллективе; - правил проектирования нанообъектов; - приемов и методов работы с высокотехнологичным оборудованием, необходимым для получения нанообъектов. **Умения:** - 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. **Навыки:** - работы на оборудовании для получения наноструктур; - проведения проектирования наноматериалов; - работы на приборах и оборудовании при производстве нанообъектов

		ОПК-5.2. Оценивает технологии изготовления наноматериалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности	**Знания:** - требований методик по оценке показателей безопасности и эффективности технологии изготовления наноматериалов и изделий из них. **Умения:** - оценивать технологии изготовления наноматериалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности **Навыки:** - применения методик для оценки эффективности и безопасности технологии изготовления наноматериалов и изделий из них

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. **Компетенция ОПК-5.** Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Механика
2.	Методы диагностики в нанотехнологиях
3.	Производственная технологическая практика
4.	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	53	53
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	143	143

Курсовой проект	55	55
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	10	10
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.Определение размеров нанообъектов					
	Особенности исследования нанообъектов и наносистем. Методы определения размеров нанообъектов различной природы. Методы определения площади удельной поверхности. Газовая адсорбция. Изотермы адсорбции. Теория БЭТ. Газовая хроматография. Газовый хроматограф. Хроматограмма. Масс-детектор. Метод лазерной дифракции. Основы теории Ми. Лазерный анализатор. Многократное рассеяние. Метод динамического рассеяния света. Распределение частиц по размерам. Ситовой метод. Седиментационный анализ. Ультрацентрифуги.	7	17		28
2.Микроскопические методы					
	Волновая теория свет. Качество изображения оптического микроскопа. Схема оптического микроскопа и осветительной системы. Погрешности изображения. Классификация оптических микроскопов. Микроскопия ближнего поля. Оптический зонд. Ближнепольный сканирующий оптический микроскоп (БСОМ). Методы БСОМ. Разрешающая способность ближнепольных микроскопов. Применения ближнепольной оптики. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Электронная оптика.	10	17		29

	Схема ПЭМ. Изображение и разрешение ПЭМ. Характеристики электронного пучка. Интенсивность, яркость, когерентность, размер источника и стабильность. Электронные пушки. Источники с термоэлектронной эмиссией и автоэмиссионные источники. Растровая электронная микроскопия. Физические основы растровой электронной микроскопии. Растровая электронная микроскопия. Отраженные электроны. Вторичные электроны. Поглощенные электроны. Схема растрового электронного микроскопа, назначение его узлов и их функционирование. Несовершенства электронной оптики. Технические возможности растрового электронного микроскопа. Области применения растрового электронного микроскопа.				
	ВСЕГО	17	34		57

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов
1	Классификация наноматериалов и нанотехнологий	6
2	Оценка доли поверхностных атомов в наночастицах	7
3	Изучение свойств наночастиц	7
4	Изучение структуры углеродных наноматериалов	7
5	Изучение свойств смазочно-охлаждающих жидкостей, модифицированных углеродными микро- и наночастицами	7
	ИТОГО	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

Изучение структуры консолидированных наноматериалов

Тонкие нанокристаллические пленки селенида меди(I) (Cu2–xSe) применяются в солнечной энергетике, микро- и оптоэлектронике. Такие пленки толщиной 100–400 нм получают методом химического осаждения.

На рис. 1.1 представлена структура тонкой пленки Cu2–xSe.

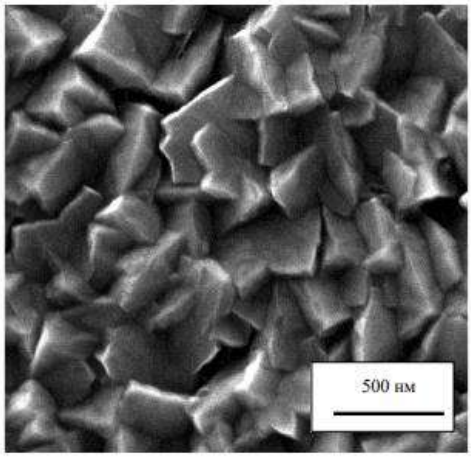

Рис. 1.1. Электронно-микроскопическое изображение тонкой пленки Cu2–xSe, полученной методом химического осаждения

Требуется на основе анализа микроизображения определить средний размер нанозерен с использованием техники измерительных накладных сеток.

Контрольные вопросы

1. Что называется консолидированными наноматериалами?
2. Назовите разновидности консолидированных наноматериалов.
3. В чем состоят особенности структуры и свойств нанокристаллических материалов?
4. В чем состоят особенности структуры и свойств нанокомпозиционных материалов?
5. В чем состоят особенности структуры и свойств нанопористых материалов?

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-5.1. Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное производство при изготовлении наноматериалов и изделий из них	Собеседование, идз, экзамен
ОПК-5.2. Оценивает технологии изготовления наноматериалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности	Собеседование, идз, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

Компетенция ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

ОПК-5.1. Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное производство при изготовлении наноматериалов и изделий из них

1. Методы определения площади удельной поверхности. Газовая адсорбция. Изотермы адсорбции.
2. Теория БЭТ.
3. Газовая хроматография.
4. Газовый хроматограф. Хроматограмма.
5. Распределение частиц по размерам. Ситовой метод.
6. Метод лазерной дифракции. Основы теории Ми.
7. Лазерный анализатор. Многократное рассеяние.
8. Метод динамического рассеяния света.
9. Седиментационный анализ.
10. Ультрацентрифуги.
11. Оптическая микроскопия. Волновая теория света. Качество изображения оптического микроскопа.
12. Схема оптического микроскопа и осветительной системы. Погрешности изображения.
13. Классификация оптических микроскопов.
14. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Основные компоненты СЗМ и их назначение. Виды датчиков и принципы их действия.
15. Пьезоэлектрический эффект и принцип действия пьезоэлектрического двигателя. Артефакты, вносимые пьезокерамикой: нелинейность, гистерезис, ползучесть, температурный дрейф.
16. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ). Туннельный эффект.
17. Туннельный сенсор. Режим постоянного тока и постоянной высоты. Туннельная спектроскопия.
18. Атомно-силовая микроскопия (АСМ) Взаимодействия зонд-образец. Основные режимы работы АСМ и их назначение.
19. Микроскопия ближнего поля. Оптический зонд.
20. Ближнепольный сканирующий оптический микроскоп (БСОМ).

ОПК-5.2. Оценивает технологии изготовления наноматериалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности:

21. Методы БСОМ.
22. Разрешающая способность ближнепольных микроскопов. Применения ближнепольной оптики.
23. Методы оценки механических характеристик наноматериалов. Наноиндентирование. Инденторы.
24. Принципы и техника наноиндентирования.
25. Приборы для наноиндентирования. Метод Оливера-Фарра.
26. Электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия. Физические основы растровой электронной микроскопии.
27. Растровая электронная микроскопия. Отраженные электроны. Вторичные электроны. Поглощенные электроны.
28. Схема растрового электронного микроскопа, назначение его узлов и их функционирование.
29. Несовершенства электронной оптики.
30. Технические возможности растрового электронного микроскопа. Области применения растрового электронного микроскопа.
31. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Электронная оптика. Схема ПЭМ.
32. Изображение и разрешение ПЭМ.
33. Характеристики электронного пучка. Интенсивность, яркость, когерентность, размер источника и стабильность.
34. Электронные пушки. Источники с термоэлектронной эмиссией и автоэмиссионные источники.

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

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 контроля безопасного состояния природно-технических систем, специальные методы расчетов количества веществ, поступающих в экологические системы, основы эколого-экономической экспертизы и другие аспекты мониторинга безопасности жизнедеятельности.

Требования к выполнению практической работы определены в методических указания 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 практической работы	Примерные вопросы
Компетенция ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии		
1.	Практическая работа №1. Классификация наноматериалов и нанотехнологий **(ОПК-5.2)**	1. Что представляют собой наноматериалы? 2. Какие материалы называются наноструктурными? 3. Что представляют собой нанотехнологии? 4. Какие задачи решаются с помощью нанотехнологий?
2.	Практическая работа №2. Оценка доли поверхностных атомов в наночастицах **(ОПК-5.1)**	1. Каков характер зависимости доли поверхностных атомов от размеров наночастиц? 2. Каков характер влияния доли поверхностных атомов на активность наночастиц? 3. Приведите примеры проявления высокой активности наночастиц. 4. Какова приблизительная величина радиуса одного атома? 5. Каковы приблизительные размеры наночастиц?
3.	Практическая работа №3. Изучение свойств наночастиц **(ОПК-5.2)**	1. В чем проявляются размерные эффекты наночастиц? 2. Как связано проявление размерных эффектов наночастиц с особенностями их структурного строения? 3. Каков характер изменения температуры плавления наночастиц в зависимости от их размеров? 4. Каков характер изменения температуры спекания

№	Название практической работы	Примерные вопросы
		нанопорошков в зависимости от размеров наночастиц? 5. Каков характер изменения каталитической активности наночастиц в зависимости от их размеров?
4.	Практическая работа №4. Изучение структуры углеродных наноматериалов **(ОПК-5.1)**	1. Что называется аллотропией? 2. Назовите основные аллотропные модификации углерода. 3. Каковы структурные особенности основных аллотропных модификаций углерода? 4. Каковы методы получения наноразмерных аллотропных модификаций углерода? 5. Приведите примеры методов исследования структуры наноразмерных аллотропных модификаций углерода.
5.	Практическая работа №5. Изучение свойств смазочно-охлаждающих жидкостей, модифицированных углеродными микро- и наночастицами **(ОПК-5.2)**	1. Каковы механизмы изменения эффективности обработки металлов резанием при введении углеродных модификаторов в СОЖ? 2. В чем заключается методика экспериментального определения характера изменения эффективности обработки металлов резанием при введении углеродных модификаторов в СОЖ? 3. Как влияет введение углеродных модификаторов в СОЖ на скорость удельного массового съема металла при лезвийной обработке металлов? 4. Как влияет введение углеродных модификаторов в СОЖ на шероховатость обрабатываемой поверхности при лезвийной обработке металлов? 5. Как зависит степень изменения эффективности обработки металлов резанием при введении углеродных модификаторов в СОЖ от размеров масляных капель?

Критерии оценивания практической работы.

ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

Форма оценки	Критерий оценивания
ОПК-5.1. Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное производство при изготовлении наноматериалов и изделий из них	
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. 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.
ОПК-5.2. Оценивает технологии изготовления наноматериалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности	
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

Форма оценки	Критерий оценивания
	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. 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 проводится в конце семестра изучения дисциплины, в форме экзамена и защиты ид.

Критерии оценивания ИДЗ.

Форма оценки	Критерий оценивания
Компетенция ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии ОПК-5.1. Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное производство при изготовлении наноматериалов и изделий из них ОПК-5.2. Оценивает технологии изготовления наноматериалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности	
зачтено	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 требования 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.
Не зачтено	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, содержаться 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.

Экзамен включает два теоретических вопроса по темам, изученным в дисциплине. Для подготовки к ответу на вопросы билета, который студент вытаскивает случайным образом После ответа на вопросы билета, 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. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Вопросы к экзамену

Компетенция	Вопросы к экзамену
Компетенция ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	
ОПК-5.1. Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное производство при изготовлении наноматериалов и изделий из них	1. Методы определения площади удельной поверхности. Газовая адсорбция. Изотермы адсорбции. 2. Теория БЭТ. 3. Газовая хроматография. 4. Газовый хроматограф. Хроматограмма. 5. Распределение частиц по размерам. Ситовой метод. 6. Метод лазерной дифракции. Основы теории Ми. 7. Лазерный анализатор. Многократное рассеяние. 8. Метод динамического рассеяния света. 9. Седиментационный анализ. 10. Ультрацентрифуги. 11. Оптическая микроскопия. Волновая теория света. Качество изображения оптического микроскопа. 12. Схема оптического микроскопа и осветительной системы. Погрешности изображения. 13. Классификация оптических микроскопов. 14. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Основные компоненты СЗМ и их назначение. Виды датчиков и принципы их действия. 15. Пьезоэлектрический эффект и принцип действия пьезоэлектрического двигателя. Артефакты, вносимые пьезокерамикой: нелинейность, гистерезис, ползучесть, температурный дрейф. 16. Методы определения площади удельной поверхности. Газовая адсорбция. Изотермы адсорбции. 17. Теория БЭТ. 18. Газовая хроматография. 19. Газовый хроматограф. Хроматограмма. 20. Распределение частиц по размерам. Ситовой метод. 21. Метод лазерной дифракции. Основы теории Ми. 22. Лазерный анализатор. Многократное рассеяние. 23. Метод динамического рассеяния света. 24. Седиментационный анализ. 25. Ультрацентрифуги.
ОПК-5.2. Оценивает технологии изготовления наноматериалов и	26. Оптическая микроскопия. Волновая теория света. Качество изображения оптического микроскопа. 27. Схема оптического микроскопа и осветительной системы. Погрешности изображения.

Компетенция	Вопросы к экзамену
изделий из них с позиции безопасности и эффективности	28. Классификация оптических микроскопов. 29. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Основные компоненты СЗМ и их назначение. Виды датчиков и принципы их действия. 30. Пьезоэлектрический эффект и принцип действия пьезоэлектрического двигателя. Артефакты, вносимые пьезокерамикой: нелинейность, гистерезис, ползучесть, температурный дрейф. 31. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ). Туннельный эффект. 32. Туннельный сенсор. Режим постоянного тока и постоянной высоты. Туннельная спектроскопия. 33. Атомно-силовая микроскопия (АСМ) Взаимодействия зонд-образец. Основные режимы работы АСМ и их назначение. 34. Микроскопия ближнего поля. Оптический зонд. 35. Ближнепольный сканирующий оптический микроскоп (БСОМ). 36. Методы БСОМ. 37. Разрешающая способность ближнепольных микроскопов. Применения ближнепольной оптики. 38. Методы оценки механических характеристик наноматериалов. Наноиндентирование. Инденторы. 39. Принципы и техника наноиндентирования. 40. Приборы для наноиндентирования. Метод Оливера-Фарра. 41. Электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия. Физические основы растровой электронной микроскопии. 42. Растровая электронная микроскопия. Отраженные электроны. Вторичные электроны. Поглощенные электроны. 43. Схема растрового электронного микроскопа, назначение его узлов и их функционирование. 44. Несовершенства электронной оптики. 45. Технические возможности растрового электронного микроскопа. Области применения растрового электронного микроскопа. 46. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Электронная оптика. Схема ПЭМ. 47. Изображение и разрешение ПЭМ. 48. Характеристики электронного пучка. Интенсивность, яркость, когерентность, размер источника и стабильность. 49. Электронные пушки. Источники с термоэлектронной эмиссией и автоэмиссионные источники.

Критерии оценивания экзамена

Форма оценки	Критерий оценивания
Компетенция ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии ОПК-5.1. Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное производство при изготовлении наноматериалов и изделий из них ОПК-5.2. Оценивает технологии изготовления наноматериалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности	

Форма оценки	Критерий оценивания
отлично	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.
хорошо	показывает базовые знания по рассматриваемым вопросам; не полно ориентируется в поставленных вопросах, грамотно формирует на них ответ; демонстрирует понимание необходимости приобретенных знаний и умений для будущей профессиональной деятельности; владеет общими терминами и определениями курса дисциплины; демонстрирует хорошие знания вопросов проверки качества монтажа и наладки, применяя знания из основных разделов, поясняя свой ответ; отвечая на вопрос, комментирует иллюстрированным материалом общего характера; демонстрирует основные формы умственной деятельности: анализ, сравнение и т.д.; владеет четкой, доступной и понятной речью при общении.
удовлетворительно	показывает минимально необходимые знания по поставленным вопросам; с помощью преподавателя ориентируется в поставленных вопросах, дает общий ответ на поставленные вопросы; демонстрирует базовое понимание необходимости знаний и умений для будущей профессиональной деятельности; с подсказками и небольшими ошибками владеет терминами и определениями курса дисциплины; демонстрирует удовлетворительные знания вопросов проверки качества монтажа и наладки, опираясь на знания конкретных разделов и тем; отвечая на вопрос, может с затруднениями проиллюстрировать ответ дополнительными примерами; демонстрирует наиболее распространенные формы умственной деятельности: логику, сравнение и т.д.; владеет простой, доступной и понятной речью при общении.
неудовлетворительно	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 низкие 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 речью 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
Компетенция ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии ОПК-5.1. Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное производство при изготовлении наноматериалов и изделий из них ОПК-5.2. Оценивает технологии изготовления наноматериалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности	
Знания	Знание распределения обязанностей в коллективе
	Знание правил проектирования нанообъектов
	Знание приемов и методов работы с высокотехнологичным оборудованием, необходимым для получения нанообъектов
	Знание требований методик по оценке показателей безопасности и эффективности технологии изготовления наноматериалов и изделий из них
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	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.
	Оценивать технологии изготовления наноматериалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности
	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 качественного оформлять (презентовать) выполнение заданий
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Работы на оборудовании для получения наноструктур
	Проведения проектирования наноматериалов
	Работы на приборах и оборудовании при производстве нанообъектов
	Применения методик для оценки эффективности и безопасности технологии изготовления наноматериалов и изделий из них
	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
Компетенция ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии ОПК-5.1. Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное производство при изготовлении наноматериалов и изделий из них ОПК-5.2. Оценивает технологии изготовления наноматериалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности				
Знание распределения обязанностей в коллективе; правил проектирования нанообъектов	Недостаточный уровень знаний по вопросам распределения обязанностей в коллективе; правил проектирования нанообъектов. Не ответил на дополнительные вопросы	Знает вопросы распределения обязанностей в коллективе; правила проектирования нанообъектов, но допускает неточности формулировок. Ответил на некоторые дополнительные вопросы	Знает вопросы распределения обязанностей в коллективе; правил проектирования нанообъектов. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Знает вопросы распределения обязанностей в коллективе; правил проектирования нанообъектов, может корректно сформулировать их самостоятельно Аргументированно ответил на все дополнительные вопросы
Знание приемов и методов работы с высокотехнологичным оборудованием, необходимым для получения нанообъектов	Не знает приемы и методы работы с высокотехнологичным оборудованием, необходимым для получения нанообъектов	Знает приемы и методы работы с высокотехнологичным оборудованием, необходимым для получения нанообъектов	Знает, интерпретирует и использует сведения о приемах и методах работы с высокотехнологичным оборудованием, необходимым для получения нанообъектов	Знает и может самостоятельно получить сведения о о приемах и методах работы с высокотехнологичным оборудованием, необходимым для получения нанообъектов
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 дополни-тельными 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
Компетенция ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии ОПК-5.1. Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное производство при изготовлении наноматериалов и изделий из них ОПК-5.2. Оценивает технологии изготовления наноматериалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности				
Умения выполнять поручения в составе коллектива; предоставлять руководителю коллектива данные о проделанной работе.	Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы, связанные с выполнением поручения в составе коллектива; предоставления руководителю коллектива данных о проделанной работе	Испытывает затруднения в применении теории при выполнении практических задач; связанных с выполнением поручения в составе коллектива; предоставления руководителю коллектива данных о проделанной работе	Правильно применяет полученные знания при выполнении, обосновании решений и защите заданий. Грамотно применяет методики выполнения поручения в составе коллектива; предоставления руководителю коллектива данных о проделанной работе	Умеет применять теоретическую базу дисциплины при выполнении всех видов заданий в составе коллектива, предлагает собственные методы решения; грамотно обосновывает полученные результаты; и представляет руководителю коллектива данные о проделанной работе.
Умения проводить ряд комплексных мер, необходимых для создания и производства нанообъектов	Не умеет проводить ряд комплексных мер, необходимых для создания и производства нанообъектов	Умеет проводить типовой ряд комплексных мер, необходимых для создания и производства нанообъектов с применением известного алгоритма действий	Умеет проводить типовой ряд комплексных мер, необходимых для создания и производства нанообъектов, предусмотренных рабочей программой	Умеет проводить типовой ряд комплексных мер, необходимых для создания и производства нанообъектов повышенной сложности
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
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	Не способен	Небрежно	Понятно и корректно	Умеет качественно,

качественного оформлять (презентовать) выполнение заданий	качественного оформлять (презентовать) выполнение заданий	оформляет (презентует) выполнение заданий	оформляет (презентует) выполнение заданий	верно и аккуратно оформлять (презентовать) выполненные задания

Оценка сформированности компетенций по показателю «Навыки».

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Компетенция ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии ОПК-5.1. Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное производство при изготовлении наноматериалов и изделий из них ОПК-5.2. Оценивает технологии изготовления наноматериалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности				
Навыки работы на оборудовании для получения наноструктур; на приборах и оборудовании при производстве нанообъектов	Не обладает навыками выполнения заданий по работе на оборудовании для получения наноструктур; на приборах и оборудовании при производстве нанообъектов	Испытывает трудности при выполнении заданий по работе на оборудовании для получения наноструктур; на приборах и оборудовании при производстве нанообъектов	Не испытывает затруднений при выполнении простых заданий по работе на оборудовании для получения наноструктур; на приборах и оборудовании при производстве нанообъектов. Испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий по работе на оборудовании для получения наноструктур; на приборах и оборудовании при производстве нанообъектов	Обладает навыками при выполнении заданий по работе на оборудовании для получения наноструктур; на приборах и оборудовании при производстве нанообъектов. Не испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий по работе на оборудовании для получения наноструктур; на приборах и оборудовании при производстве нанообъектов
Навыки проведения проектирования наноматериалов	Не обладает навыками выполнения заданий и решения стандартных задач по проведению проектирования наноматериалов	Испытывает трудности при выполнении заданий и решения стандартных задач по проведению проектирования наноматериалов	Испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий и решения нестандартных задач по проведению проектирования наноматериалов	Не испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий и решения сложных задач по проведению проектирования наноматериалов.
Навыки применения методик для оценки эффективности и безопасности технологии изготовления наноматериалов и изделий из них	Не обладает навыками выполнения заданий и решения стандартных задач по применению методик для оценки эффективности и безопасности технологии изготовления наноматериалов и	Испытывает трудности при выполнении заданий и решения стандартных задач по применению методик для оценки эффективности и безопасности технологии изготовления наноматериалов и	Испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий и решения нестандартных задач по применению методик для оценки эффективности и безопасности технологии изготовления	Не испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий и решения сложных задач по применению методик для оценки эффективности и безопасности технологии изготовления

	изделий из них	изделий из них	наноматериалов и изделий из них	наноматериалов и изделий из них
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, практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
2	Учебная лаборатория «Производственная безопасность» для лабораторных, практических занятий	Специализированная мебель. Учебно-исследовательские комплексы: «Определение параметров воздуха рабочей зоны и защита от тепловых воздействий», «Методы очистки воды», «Методы очистки воздуха» (ОАО «Кварц», Воздухоочиститель кухонный ВК-1-3М), «Звукоизоляция и звукопоглощение» (ВШВ-003), «Исследование эффективности виброизоляции», «Исследование эффективности и качества освещения» (ООО «Интос +», тип БШ-1 м), «Исследование электробезопасности трехфазных

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
		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

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	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 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

Перечень основной литературы

1.Методы и средства измерений, контроля и испытаний наноструктурированных композиционных материалов [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению расчетно-граф. задания для направлений 152100.68 (28.04.03) – Наноматериалы и 152200.62 (28.03.02) – Наноинженерия / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. материаловедения и технологии материалов; сост.: В. В. Строкова, Е. А. Фанина, М. Н. Сивальнева. - Электрон. текстовые дан. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014.

2.Методы диагностики **в** нанотехнологиях [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лаб. работ для направлений 152100.68 (28.04.03) – Наноматериалы, 152200.62 (28.03.02) – Наноинженерия и 270800.68 (08.04.01) – Стр-во / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. БЖД ; сост.: А. Н. Лопанов, Е. А. Фанина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Электрон. текстовые дан. -

Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014.

Перечень дополнительной литературы:

1. Алексеев В.С. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.С. Алексеев, О.И. Жидкова, И.В. Ткаченко. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Научная книга, 2012. — 159 c. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/6263.html

2. Лопанов А.Н. Основы безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Лопанов, Е.А. Фанина, О.Н. Гузеева. — Электрон. текстовые данные. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. — 223 c. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66669.html

3. Тарасова Н.В. Термодинамические основы нанотехнологий. Энтропия, свободная энергия Гиббса [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологий» / Н.В. Тарасова. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 25 c. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/57620.html

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