

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор инженерно-строительного
института
Уваров В.А.
«» 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Основы нанотехнологий

Направление подготовки:

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность программы (профиль):

**Материаловедение и технологии
конструкционных и специальных материалов**

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт: **инженерно-строительный**

Кафедра **материаловедения и технологии материалов**

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Минобрнауки России от 2 июня 2020 г. №701;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н.



Н.И. Кожухова

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры материаловедения и технологии материалов «17» марта 2021 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.



В.В. Строкова

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой материаловедения и технологии материалов

Заведующий кафедрой:

д.т.н., проф.



В.В. Строкова

«17» марта 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«25» марта 2021 г., протокол № 8

Председатель к.т.н., доц.



А.Ю. Феоктистов

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 |
|--------------------------------|--|---|---|
| Научно-исследовательский | ПК-3 Способен осуществлять научно-техническую деятельность и проводить методическое сопровождение в области создания композиционных материалов | ПК-3.1 Собирает и систематизирует научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах | Знать: особенности сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах Уметь: осуществлять сбор и систематизировать научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах Владеть: навыками сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах |
| | | ПК-3.2 Корректирует и разрабатывает методики комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов | Знать: способы корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов Уметь: осуществлять корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов Владеть: навыками корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов |
| | | ПК-3.3 Разрабатывает опытные образцы композиционных материалов | Знать: принципы разработки опытных образцов композиционных материалов Уметь: разрабатывать опытные образцы композиционных материалов Владеть: навыками разработки опытных образцов композиционных материалов |
| | | ПК-3.4 Организует проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов | Знать: принципы организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов Уметь: организовывать и проводить испытания технологических и функциональных свойств композиционных материалов Владеть: навыками организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов |
| | | ПК-3.5 Проводит аналитическое и документационное сопровождение | Знать: основы анализа и документационного сопровождения внедрения |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | <p>внедрения композиционных материалов с заданными свойствами</p> | <p>композиционных материалов с заданными свойствами Уметь: осуществлять аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами Владеть: навыками аналитического и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами</p> |
| | | <p>ПК-3.6 Составляет аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований</p> | <p>Знать: особенности составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований Уметь: составлять аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований Владеть: навыками составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований</p> |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-3 Способен осуществлять научно-техническую деятельность и проводить методическое сопровождение в области создания композиционных материалов.

| Стадия | Наименования дисциплины |
|--------|---|
| 1 | Технология конструкционных материалов |
| 2 | Современные технологии композиционных материалов |
| 3 | Теория и технологии защитных покрытий |
| 4 | Композиционные материалы конструкционного и специального назначения |
| 5 | Физико-химические процессы структурообразования в материаловедении |
| 6 | Защита интеллектуальной собственности |
| 7 | Основы патентоведения |
| 8 | Экспертиза материалов и наноматериалов |
| 9 | Коммерциализация и трансфер результатов инновационной деятельности |
| 10 | Наносистемы в материаловедении |
| 11 | Учебная ознакомительная практика |
| 12 | Учебная научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) |
| 13 | Производственная преддипломная практика |
| 14 | Производственная научно-исследовательская работа |

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 5 зач. единиц.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

| Вид учебной работы ¹ | Всего часов | Семестр № 4 |
|---|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 180 | 180 |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.: | 73 | 73 |
| лекции | 34 | 34 |
| лабораторные | 34 | 34 |
| практические | 0 | 0 |
| групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ² | 5 | 5 |
| Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе: | 107 | 107 |
| Курсовой проект | | |
| Курсовая работа | | |
| Расчетно-графическое задание | | |
| Индивидуальное домашнее задание | 9 | 9 |
| Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) | 65 | 65 |
| Экзамен | 36 | 36 |

¹ в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

² включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 2 Семестр 4

| № 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. Введение в нанотехнологии. Основные понятия | | | | | |
| | Общие представления о нанотехнологии как науке. Основные термины и определения в области нанотехнологий. История развития, основоположники и ведущие ученые, работающие в сфере нанотехнологий; направления в нанотехнологиях | 2 | | | 1 |
| 2. Наноматериалы как объекты размерного мира | | | | | |
| | Наноматериалы, их классификация, строение, характеристические особенности с точки зрения размерности и конфигурации. Наноматериалы в природе | 2 | | 8 | 10 |
| 3. Квантовая механика наносистем | | | | | |
| | Квантоворазмерные эффекты в нанобъектах. Квазичастицы в твердом теле и в наноструктурированных материалах. Квантовые точки. Нитевидные кристаллы, волокна, нанотрубки, тонкие пленки и гетероструктуры. Квантовые эффекты в наноструктурах в магнитном поле. Электропроводимость нанобъектов. Оптические свойства квантовых точек. | 6 | | 8 | 13 |
| 4. Получение наноразмерных объектов | | | | | |
| | Основные принципы получения наноразмерных объектов: преимущества и недостатки. Методы получения наноматериалов. Химические и электрохимические методы. Физические методы. Механические методы. Биохимические методы. | 10 | | 8 | 18 |
| 5. Особенности наносборки | | | | | |
| | Фотолитография; Ионно-лучевая литография; Рентгеновская литография; Электронно-лучевая литография; Микро-контактная печать; Нано-импринт литография | 4 | | | 3 |
| 6. Магнитные наноматериалы | | | | | |
| | Разновидности наноматериалов с магнитными свойствами, ферромагнитная жидкость, основные области применения. | 2 | | 4 | 5 |
| 7. Дефекты в наноматериалах | | | | | |
| | Классификация наноразмерных дефектов: вакансии и межузельные атомы, дислокации, поверхности раздела, полости и нанопоры | 2 | | | 1 |
| 8. Особенности структуры наноматериалов | | | | | |
| | Структура полимерных, биологических и углеродных | 4 | | 6 | 10 |

| | | | | | |
|---|---|----|--|----|----|
| | наноматериалов. Нанополимерные, супрамолекулярные, нанобиологические и нано-пористые структуры | | | | |
| 9. Перспективы развития нанотехнологий | | | | | |
| | Современные достижения науки и техники в области нанотехнологии. Экономический эффект. Экологические последствия. | 2 | | | 1 |
| | ВСЕГО | 34 | | 34 | 62 |

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Учебным планом не предусмотрены.

4.3. Содержание лабораторных занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема лабораторного занятия | К-во часов | К-во часов СРС |
|--------------------|--|--|------------|----------------|
| семестр № <u>4</u> | | | | |
| 1 | Тема 2. Наноматериалы как объекты размерного мира | Изучение размерных свойств дисперсных материалов | 8 | 8 |
| 2 | Тема 3. Квантовая механика наносистем | Исследование оптических свойств наноструктур | 6 | 6 |
| 3 | Тема 4. Получение наноразмерных объектов | Получение частиц наносеребра | 8 | 8 |
| 4 | Тема 6. Магнитные наноматериалы | Изучение магнитных свойств ферромагнитной жидкости | 8 | 8 |
| 5 | Тема 8. Особенности структуры наноматериалов | Изучение влияния макро-, микро- и наношероховатости на водоотталкивающие свойства материалов | 4 | 4 |
| ИТОГО: | | | 34 | 34 |
| ВСЕГО: | | | 68 | |

4.4. Содержание курсового проекта/работы

учебным планом не предусмотрено

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения ИДЗ осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Темы для выполнения ИДЗ выдаются студентам в частном порядке в соответствии с перечнем тем дисциплины. Примерный перечень представлен в п. 5.3.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ПК-3 Способен осуществлять научно-техническую деятельность и проводить методическое сопровождение в области создания композиционных материалов

| Наименование индикатора достижения компетенции | Используемые средства оценивания |
|---|---|
| ПК-3.1 Собирает и систематизирует научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах | Экзамен, собеседование, индивидуальное домашнее задание при выполнении лабораторных работ |
| ПК-3.2 Корректирует и разрабатывает методики комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов | Экзамен, собеседование, индивидуальное домашнее задание |
| ПК-3.3 Разрабатывает опытные образцы композиционных материалов | Экзамен, собеседование, выполнение и защита индивидуального домашнего задания |
| ПК-3.4 Организует проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов | Экзамен, собеседование, выполнение и защита индивидуального домашнего задания |
| ПК-3.5 Проводит аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами | Экзамен, собеседование, выполнение и защита индивидуального домашнего задания |
| ПК-3.6 Составляет аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований | Индивидуального домашнего задания |

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Наименование индикатора | Содержание вопросов (типовых заданий) |
|-------|--|--|---|
| 1 | Тема 9. Перспективы развития нанотехнологий | ПК-3.1 Собирает и систематизирует научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах | 1. Перечислить основные области применения нанотехнологий |
| 2 | | | 2. Какими проблемами занимается нанофизика? |
| 3 | | | 3. Дать краткую характеристику бактерицидным нанокраскам, модифицированным наночастицами серебра или диоксида титана. |

| | | | |
|----|---|---|---|
| 4 | | | 4. Какими проблемами занимается нанохимия? |
| 5 | Тема 1. Введение в нанотехнологии. Основные понятия | ПК-3.2 Корректирует и разрабатывает методики комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов | 1. Верно ли данное утверждение: цементный камень, модифицированный нанодобавкой TiO_2 является композиционным материалом. |
| 6 | | | 2. Можно ли получать композиционные материалы с использованием нанотехнологического подхода «снизу-вверх»? |
| 7 | | | 3. Используя следующую классификацию наполнителей в композиционных материалах по их форме (дисперсные; волокнистые; листовые; объемные и комбинированные), укажите к какой категории относятся армирующие стальные стержни в цементобетоне. |
| 8 | | | 4. Является ли методика анализа микроструктуры цементного камня литературным обзором? |
| 9 | | | 5. Верно ли определение: Гранулометрия – совокупность приемов определения содержания разных по величине фракций зерен в осадочных горных породах, почвах и искусственных материалах. |
| 10 | | | Тема 3. Квантовая механика наносистем |
| 11 | Тема 4. Получение наноразмерных объектов | ПК-3.3 Разрабатывает опытные образцы композиционных материалов | 2. Верно ли утверждение: Наноармированные композиты – это композиционные материалы, армированные за счет введения в их состав нановолокон. |
| 12 | | | 3. Какие объекты с точки зрения размерной классификации относят к наноразмерным? |
| 13 | Тема 2. Наноматериалы как объекты размерного мира | | 4. Можно ли в результате смешивания сырьевых компонентов композиционного материала получить опытные образцы для испытаний? |
| 14 | Тема 4. Получение наноразмерных объектов | | 5. Какое оборудование используется для испытания образцов-кубов мелкозернистого бетона на прочности при сжатии? |

| | | | |
|----|--|---|--|
| 15 | Тема 2. Нanomатериалы как объекты размерного мира | ПК-3.4 Организует проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов | 1. Что такое проблемы масштабирования в нанотехнологии? |
| 16 | | | 2. Приведите примеры 2D–3D наноструктур. |
| 17 | | | 3. В чем отличие связи «размер - свойство» от связи «состав - свойство»? |
| 18 | | | 4. Как формулируется зависимость температуры плавления наночастицы от ее размера? |
| | | | 5. На чем основаны принципы действия самоочищающихся наноструктурированных красок? |
| 19 | | | 6. Привести примеры влияния размерных эффектов на реакционную способность и каталитическую активность наноматериалов. |
| 20 | | | 7. Является ли научный эксперимент стадией научного исследования, которая служит для проверки научной гипотезы, установления причинных связей между феноменами? |
| 21 | | | 8. Где проводятся научные исследования для, и получаются первичные лабораторные результаты перед их апробацией на производстве? |
| 22 | | | 9. Верно ли утверждение: ГОСТ – это межгосударственный стандарт, который фиксирует требования к оформлению, изготовлению или производству чего-либо. |
| 23 | Тема 2. Нanomатериалы как объекты размерного мира | ПК-3.5 Проводит аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами | 1. Какие из перечисленных способов используется для изучения областей практического применения композиционных материалов с заданными свойствами: литературный обзор, патентный поиск, испытание образца на прочность (подчеркнуть лишнее) |
| 24 | | | 2. Является ли научные предположения основанием для подтверждения качества композиционного материала. |
| 25 | | | 3. Используются ли углеродные нанотрубки для производства композиционных материалов? |
| 26 | Тема 8. Дефекты в | ПК-3.6 Составляет аналитические обзоры, | 1. Основные типы дефектов в наноматериалах. |

| | | | |
|----|--|---|--|
| 27 | наноматериалах | научные отчеты, публикации результатов исследований | 2. Какое влияние дефекты оказывают на свойства наноматериалов |
| 28 | Тема 5. Особенности наносборки | ПК-3.4 Организует проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов | 1. Сборка наноструктур под влиянием механического напряжения. |
| 29 | | | 2. Перечислить литографические методы. |
| 30 | | | 3. Литографически-индуцированная самосборка наноструктур. |
| 31 | Тема 4. Получение наноразмерных объектов | | 1. Химические методы получения нанообъектов |
| 32 | | | 2. Биохимические методы получения нанообъектов |
| 33 | | | 3. Физические методы получения нанообъектов |
| 34 | Тема 6. Магнитные наноматериалы | | 4. Основные области применения наноматериалов с магнитными свойствами. Ферромагнитная жидкость. |
| 35 | | ПК-3.6 Составляет аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований | 5. В чем заключаются перспективы развития наноматериалов. |
| 36 | | | 6. Что из перечисленного не является результатом научных исследований: научный отчет, аналитический обзор, правила техники безопасности, научная публикация в журнале. |
| 37 | | | 7. Является ли верным утверждение: Научный отчет – это документ, описывающий процесс, ход или результаты технического или научного исследования или состояние проблемы технического или научного исследования. |
| 38 | | | 8. Является ли описание последовательности испытания цемента бетона на морозостойкость аналитическим обзором? |
| 39 | | ПК-3.1 Собирает и систематизирует научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах | 1. Экологические барьеры применения нанотехнологий |
| 40 | | | 2. Экономическая целесообразность внедрения нанотехнологий |

Примеры практико-ориентированных и тестовых заданий

ПК-3.1 Собирает и систематизирует научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах

Произвести анализ научно-технической литературы и дать краткий литературный обзор о нанокремнеземе/наносилике, способах его получения, свойствах и областях применения.

На выполнение задания отводится 2 академических часа

ПК-3.2 Корректирует и разрабатывает методики комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов

Используя формулу для расчёта плотности материала: $\rho = m/V$, определите неизвестный параметр и укажите его единицу измерения. $\rho = 1000 \text{ м}^3/\text{кг}$; $m = 350 \text{ кг}$.

ПК-3.3 Разрабатывает опытные образцы композиционных материалов

С использованием имеющихся в лаборатории образцов нанокремнезема произвести их гранулометрический анализ с использованием метода лазерной гранулометрии; на основании полученных данных дать развернутую характеристику исследуемого материала и сделать заключение о его качестве.

На выполнение задания отводится 2 академических часа

ПК-3.4 Организует проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов

В каком из перечисленных документов отображена подробная структура проведения экспериментальных исследований:

- план здания;
- план эксперимента;
- план местности.

ПК-3.6 Составляет аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований

Используя произведенный гранулометрический анализ на образцах микрокремнезема в форме заключения предложить возможные области его применения и описать специфические требования работы с ним.

На выполнение задания отводится 2 академических часа

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра на лабораторных занятиях в форме собеседования, выполнения различных заданий в форме индивидуальных домашних заданий, предлагаемых преподавателем, представления доклада-презентации.

Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) – это самостоятельная работа студента, которая выполняется по заданию преподавателя. Она состоит из теоретической и практической частей. Теоретическая часть носит описательный характер и предполагает создание краткого научного обзора по заданной теме.

Практическая часть включает в себя расчет основных характеристик исследуемого объекта в зависимости от поставленной задачи.

ИДЗ должно включать:

- титульный лист,
- задание на ИДЗ,
- теоретическая часть,
- практическая часть,
- заключение (выводы),
- список использованной литературы.
- приложения (при необходимости).

Пример задания ИДЗ:

Перечень конкретных вопросов, которые должны быть отражены в ИДЗ, определяется преподавателем. Изложение материала должно быть достаточно детальным, чтобы была возможность провести проверку результатов.

Заключение по работе должно содержать перечень и оценку результатов выполнения квалификационной работы и степени их соответствия требованиям задания. В приложения следует включать вспомогательный материал, необходимый, по мнению автора, для лучшего понимания изложенного материала, который, однако, загромождает текст основного раздела. Например, вывод используемого ИДЗ графического иллюстративного материала и т.п.

Общий рекомендуемый объем расчетно-пояснительной записки по ИДЗ с приложениями составляет 10–15 страниц.

Типовые тематики ИДЗ

1. Микрокремнезем. Методы получения
2. Метакаолин. Способы синтеза
3. Ферромагнитная жидкость. Способы получения и свойства.
4. Наноструктурированное вяжущее. Технология получения. Основные характеристики.

Защита ИДЗ предусматривает **собеседование**, т.е. специальную беседу с обучающимся, что позволяет оценить объём его знаний.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

| Наименование показателя оценивания | Критерий оценивания |
|------------------------------------|---------------------|
|------------------------------------|---------------------|

| | |
|---------------------------------|--|
| результата обучения по практике | |
| Знания | особенности сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах |
| | способы корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов |
| | принципы разработки опытных образцов композиционных материалов |
| | принципы организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов |
| | основы анализа и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами |
| | особенности составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований |
| Умения | осуществлять сбор и систематизировать научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах |
| | осуществлять корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов |
| | разрабатывать опытные образцы композиционных материалов |
| | организовывать и проводить испытания технологических и функциональных свойств композиционных материалов |
| | осуществлять аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами |
| | составлять аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований |
| Владения | навыками сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах |
| | навыками корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов |
| | навыками разработки опытных образцов композиционных материалов |
| | навыками организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов |
| | навыками аналитического и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами |
| | навыками составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований |

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 особенностей сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах | Не знает особенности сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах | Знает, особенности сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах но допускает грубые ошибки при использовании | Знает, особенности сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике | Знает, особенности сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах, свободно использует знания на практике |
| Знание способов корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов | Не знает способы корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов | Знает способы корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов, но допускает грубые ошибки при использовании | Знает способы корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике | Знает способы корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов, свободно использует знания на практике |
| Знание принципов разработки опытных образцов композиционных материалов | Не знает принципы разработки опытных образцов композиционных материалов | Знает принципы разработки опытных образцов композиционных материалов, но допускает грубые ошибки при использовании | Знает принципы разработки опытных образцов композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике | Знает принципы разработки опытных образцов композиционных материалов, свободно использует знания на практике |
| Знание принципов организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов | Не знает принципы организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов | Знает принципы организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов, но допускает грубые ошибки при использовании | Знает принципы организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике | Знает принципы организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов, свободно использует знания на практике |
| Знание основ анализа и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами | Не знает основы анализа и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами | Знает основы анализа и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами, но допускает грубые ошибки при использовании | Знает основы анализа и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами, но допускает незначительные ошибки при | Знает основы анализа и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами, свободно использует знания на практике |

| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| | | | <i>использовании на практике</i> | |
| <i>Знание особенностей составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований</i> | <i>Не знает особенности составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований</i> | <i>Знает особенности составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований, но допускает грубые ошибки при использовании</i> | <i>Знает особенности составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i> | <i>Знает особенности составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований, свободно использует знания на практике</i> |

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

| <i>Критерий</i> | <i>Уровень освоения и оценка</i> | | | |
|--|--|---|---|---|
| | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> |
| <i>Умение осуществлять сбор и систематизировать научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах</i> | <i>Не умеет осуществлять сбор и систематизировать научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах</i> | <i>Умеет осуществлять сбор и систематизировать научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i> | <i>Умеет осуществлять сбор и систематизировать научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i> | <i>Умеет осуществлять сбор и систематизировать научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах, свободно использует умения на практике</i> |
| <i>Умение осуществлять корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов</i> | <i>Не умеет осуществлять корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов</i> | <i>Умеет осуществлять корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i> | <i>Умеет осуществлять корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i> | <i>Умеет осуществлять корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов, свободно использует умения на практике</i> |
| <i>Умение разрабатывать опытные образцы композиционных материалов</i> | <i>Не умеет разрабатывать опытные образцы композиционных материалов</i> | <i>Умеет разрабатывать опытные образцы композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i> | <i>Умеет разрабатывать опытные образцы композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i> | <i>Умеет разрабатывать опытные образцы композиционных материалов, на основе экспериментальных исследований деятельности, свободно использует умения на практике</i> |
| <i>Умение организовывать и проводить</i> | <i>Не умеет организовывать и проводить испытания</i> | <i>Умеет организовывать и проводить испытания</i> | <i>Умеет организовывать и проводить испытания</i> | <i>Умеет организовывать и проводить испытания</i> |

| | | | | |
|--|--|---|---|---|
| <i>испытания технологических и функциональных свойств композиционных материалов</i> | <i>технологических и функциональных свойств композиционных материалов</i> | <i>технологических и функциональных свойств композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i> | <i>технологических и функциональных свойств композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i> | <i>технологических и функциональных свойств композиционных материалов, свободно использует умения на практике</i> |
| <i>Умение осуществлять аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами</i> | <i>Не умеет осуществлять аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами</i> | <i>Умеет осуществлять аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i> | <i>Умеет осуществлять аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i> | <i>Умеет осуществлять аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами, свободно использует умения на практике</i> |
| <i>Умение составлять аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований</i> | <i>Не умеет составлять аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований</i> | <i>Умеет составлять аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i> | <i>Умеет составлять аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i> | <i>Умеет составлять аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований, свободно использует умения на практике</i> |

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

| <i>Критерий</i> | <i>Уровень освоения и оценка</i> | | | |
|--|--|--|--|--|
| | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> |
| <i>Владение навыками сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах</i> | <i>Не владеет навыками сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах</i> | <i>Владеет навыками сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах, но допускает незначительные ошибки при применении навыков на практике</i> | <i>Владеет навыками сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах, но допускает незначительные ошибки при применении навыков на практике</i> | <i>Свободно владеет навыками сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах</i> |
| <i>Владение навыками корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и</i> | <i>Не владеет навыками корректировки и разработки методик комплексного</i> | <i>Владеет навыками корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств</i> | <i>Владеет навыками корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств</i> | <i>Свободно владеет навыками корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и</i> |

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 занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Специализированная мебель, технические средства обучения: ноутбук, проектор, проекционный экран. |
| 2 | Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Специализированная мебель, технические средства обучения: ноутбук, проектор, проекционный экран |
| 3 | Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Специализированная мебель, технические средства обучения: ноутбук, проектор, проекционный экран, модельные образцы (ферритмагнитная жидкость, наноструктурированное вяжущее, набор нанодисперсных порошков) |
| 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 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

1. Наносистемы в строительном материаловедении: учеб. пособие / В.В. Строкова, И.В. Жерновский, А.В. Череватова. – Белгород: Издательство БГТУ, 2011. – 205 с.
2. Малинецкий, Г.Г. Чтоб сказку сделать былью: высокие технологии – путь России в будущее / Г.Г. Малинецкий. – Изд. 2-е. – М.: Либликом, 2013. – 224 с
3. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы [Электронный ресурс] / Р. А. Андриевский. – М.: Лаборатория знаний, 2020. – 255 с.
4. Фундаментальные основы нанотехнологии: учебник / К.К. Джаманбалин. – Костанай: КСТУ, 2019. – 236 с.
5. Рыжонков Д.И. Наноматериалы учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л. Дзидзигури. – 2-е изд. – М.: БИНОМ, 2010. – 365 с.
6. Физическая химия наноструктурированных материалов: методические указания к выполнению лабораторных работ, индивидуального домашнего задания и расчетно-графического задания для студентов направления подготовки 08.04.01 – Строительство / М.Н. Сивальнева, Ю.Н. Огурцова, Д.Д. Нецвет, Н.И. Кожухова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. – 72 с.
7. Нанотехнологии в материаловедении. Опыт и перспективы применения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. И. Кожухова, Е. В. Фомина, Е. А. Яковлев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2022. – 93 с.
8. Нанотехнологии и специальные материалы: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 140140 – Техническая физика / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова – 2-е изд., стереотип. – Санкт-петербург: ХИМИЗДАТ, 2017. – 336 с.
9. Основы нанотехнологий: лабораторный практикум / Н.И. Кожухова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 30 с.

10. Наносистемы в строительном материаловедении: учебное пособие. – 2-е изд., испр. / В.В. Строкова, И.В. Жерновский, А.В. Череватова. – СПб.: Лань, 2016. – 236 с.

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

Электронные образовательные ресурсы библиотеки БГТУ.

1. <http://www.DWG.ru>.
2. <http://www.iprbookshop.ru/27465>. - ЭБС «IPRbooks».
3. <http://www.vashdom.ru/norms.htm>
4. <http://ntb.bstu.ru/resource>
5. <http://www.stroyoffis.ru>

Иные электронные образовательные ресурсы.

1. <http://www.nanonewsnet.ru/>
2. <http://www.ntsр.info/>