

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

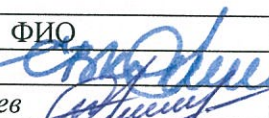

## «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

|           |  |
|-----------|--|
| Шифр      | Наименование дисциплины (модуля)           |
| Б1.В.ОД.8 | Функциональные и специальные наноматериалы |

|  |   |
|--|---|
| Код направления подготовки / специальности       | 28.03.03  |
| Направление подготовки / специальность           | Наноматериалы   |
| Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль) | Композиционные и функциональные наноматериалы (академический бакалавриат) |
| Год начала реализации ОПОП                       | 2017  |
| Уровень образования                              | бакалавриат   |
| Форма обучения                                   | Очная   |
| Год разработки/обновления                        | 2016  |

Разработчики:

| должность | ученая степень, ученое звание | ФИО  |
|-----------|-------------------------------|--|
| Директор  | д.т.н., профессор             | Е.В. Королев    |
| М.н.с.    | к.т.н.                        | А.С. Иноземцев  |

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании Научно-образовательного центра «Наноматериалы и нанотехнологии», Протокол №2 от «11» ноября 2016 г.

Директор НОЦ НТ

(руководитель структурного подразделения)


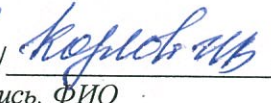
 / Е.В. Королев /  
Подпись, ФИО

Рабочая программа утверждена методической комиссией, Протокол № 2 от «14» 11.2016 г.

Председатель (зам. председателя)  
методической комиссии

 / Самченко С.В./  
Подпись, ФИО

Согласовано:  
ЦОСП

\_\_\_\_\_ /  /  /  
дата Подпись, ФИО

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Функциональные и специальные наноматериалы» является углубление уровня компетенций обучающегося в области использования инструментальных средств эмпирических исследований нанотехнологии.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и с учетом рекомендаций примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 28.03.03 «Наноматериалы» (уровень образования – бакалавриат).

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Компетенция по ФГОС   | Код компетенции по ФГОС | Основные показатели освоения (показатели достижения результата)   | Код показателя освоения |
|---|-------------------------|---|-------------------------|
| Способность применять основы методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы, в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием | ОПК-3                   | Знает теоретические основы современных методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы.  | 31                      |
|   |                         | Умеет применять теоретические основы современных методов для исследования и анализа свойств наноматериалов и наносистем.  | У1                      |
|   |                         | Имеет навыки самостоятельного поиска информации в части использования оптических, спектральных, зондовых и физико-химических методов исследования для анализа и диагностики наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы, в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз. | Н1                      |
| Способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности в области материаловедения и технологии наноматериалов и наносистем   | ПК-1                    | Знает основные принципы и эффективные методы использования глобальных информационных ресурсов и информационно-коммуникационных технологий в научно-исследовательской деятельности.  | 32                      |
|   |                         | Умеет использовать современные информационно-коммуникационные технологии и глобальные информационные ресурсы для решения задач научно-исследовательской деятельности в области материаловедения и технологии наноматериалов и наносистем.   | У2                      |
|   |                         | Имеет навыки самостоятельного поиска информации для реализации научно-исследовательской деятельности в области материаловедения и технологии наноматериалов и наносистем.   | Н2                      |
| Способность применять основные типы наноматериалов  | ПК-5                    | Знает зависимость свойств материала от размера частиц, особые физические, хи-   | 33                      |

| Компетенция по ФГОС  | Код компетенции по ФГОС | Основные показатели освоения (показатели достижения результата)  | Код показателя освоения |
|--|-------------------------|--|-------------------------|
| <p>териалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных и углеродных) природы (твердых, жидких, гелеобразных, аэрозольных), включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, для решения производственных задач, владением навыками выбора этих материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения</p>  |                         | <p>мические свойства нанообъектов и существующие и потенциальные области использования наноматериалов. Знает теоретические основы применения основных типов наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных и углеродных) природы (твердых, жидких, гелеобразных, аэрозольных), включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, для решения производственных задач.</p>   |                         |
|  |                         | <p>Умеет использовать теоретические основы применения основных типов наноматериалов и наносистем и осуществлять их выбор при заданных эксплуатационных условиях.</p>   | УЗ                      |
|  |                         | <p>Имеет навык выбора наноматериалов и наносистем для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения.</p>   | НЗ                      |
| <p>Способность применять навыки использования технологических операций, оборудования, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства, качеству, стандартизации и сертификации основных типов наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы (твердых, жидких, гелеобразных, аэрозольных), включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, а также изделий на их основе и процессов получения с элементами экономического анализа и учетом правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда</p> | ПК-6                    | <p>Знает базовые принципы организации технологии получения и применения наноматериалов и наносистем, знает проблемы адаптации наноматериалов к традиционным технологиям и основы безопасности жизнедеятельности при использовании наноматериалов.</p>  | 34                      |
|  |                         | <p>Имеет навыки использования технологических операций, оборудования, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства, качеству, стандартизации и сертификации основных типов наноматериалов и наносистем неорганической природы (твердых, жидких, гелеобразных, аэрозольных), включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, а также изделий на их основе и процессов получения с элементами экономического анализа и учетом правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда.</p> | Н4                      |

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Функциональные и специальные наноматериалы*» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины/модули» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 28.03.03 «Наноматериалы» (уровень образования – бакалавриат), профиль «Композиционные и функциональные наноматериалы». Дисциплина является обязательной к изучению.

Дисциплинами, предшествующими дисциплине «*Функциональные и специальные наноматериалы*» являются дисциплины «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия» «Фундаментальные основы строения вещества», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Информатика и информационно-коммуникационные технологии», «Современные методы анализа наночастиц и наноматериалов», «Материаловедение и технологии наноматериалов».

Для освоения дисциплины «*Функциональные и специальные наноматериалы*» обучающийся должен:

*Знать:* физические положения, составляющие основу современных представлений об атомно-молекулярном строении вещества; взаимосвязи указанных положений с положениями общей, физической и коллоидной химии.

*Уметь:* осуществлять аналитико-синтетическую деятельность с привлечением средств математики и положений физики и химии (общей, физической, коллоидной и химии высокомолекулярных соединений).

*Иметь навыки:* самостоятельного использования поисковых машин общего назначения для отбора значимой русскоязычной информации во всемирной паутине.

Дисциплина «*Функциональные и специальные наноматериалы*» является завершающей теоретическое обучение и предшествует преддипломной практике и государственной итоговой аттестации.

### 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетные единицы, 288 академических часов.

## Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

| № п/п    | Наименование раздела дисциплины (модуля)   | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) |                                  |                      |                        |    | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)<br>Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |                               |
|----------|--|---------|-----------------|--|----------------------------------|----------------------|------------------------|----|---|-------------------------------|
|          |  |         |                 | Контактная работа с обучающимися   |                                  |                      | Самостоятельная работа |    |   |                               |
|          |  |         |                 | Лекции   | Практико-ориентированные занятия |                      |                        |    |   |                               |
|          |  |         |                 |  | Лабораторный практикум           | Практические занятия |                        |    |   |                               |
| 1        | Классификация наноматериалов по функциональной направленности. Основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов. Особенности наноструктурного и нанодисперсного состояния вещества. | 7       | 1-4             |  | 14                               | 2                    | 10                     |    | 28  | 8                             |
| 2        | Зависимость свойств от размера частиц. Особые физические, химические и биологические свойства нанобъектов.   | 7       | 5-10            | 18   | 6                                | 14                   |                        | 34 | 10  |                               |
| Итого 7: |  |         |                 | 32   | 8                                | 24                   |                        | 62 | 18  | Зачет                         |
| 3        | Существующие и потенциальные области использования функциональных наноматериалов.  | 8       | 1-5             | 14   | 12                               | 8                    |                        | 39 | 15  | Устный опрос, Курсовой проект |

|   |   |   |   |    |    |    |     |    |  |
|---|---|---|---|----|----|----|-----|----|--|
| 4 | Безопасность жизнедеятельности в мире функциональных и специальных наноматериалов. Методы пассивации наноматериалов. Проблемы адаптации функциональных и специальных наноматериалов к традиционным технологиям. | 8 | 6 | 10 | 0  | 4  | 30  | 12 |  |
|   | Итого 8   |   |   | 24 | 12 | 12 | 69  | 27 | Защита курсового проекта<br>Экзамен      |
|   | Итого:  |   |   | 56 | 20 | 36 | 131 | 45 | Зачет, защита курсового проекта, экзамен |

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

*5.1 Содержание лекционных занятий*

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля)   | Тема и содержание занятия   | Кол-во акад. часов |
|-------|--|---|--------------------|
| 1     | Классификация наноматериалов по функциональной направленности. Основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов. Особенности наноструктурного и нанодисперсного состояния вещества. | Способы классификация наноматериалов по функциональной направленности. Основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов. Особенности наноструктурного и нанодисперсного состояния вещества. Процессы агрегирования в наносистемах. Способы предотвращения. Получение и стабилизация суспензий наночастиц. Влияние ПАВ. Суспензии, коллоиды, аэрозоли и их области применения. Методы получения наноструктурных материалов. Процессы наноструктурирования массивных под действием интенсивных внешних воздействий. Физикохимические особенности компактированных и композитных наноматериалов. Физикохимия границ раздела в нанокompозитах. | 14                 |
| 2     | Зависимость свойств от размера частиц. Особые физические, химические и биологические свойства нанобъектов.   | Специальные виды наноматериалов, используемые в промышленности: силикагели, катализаторы, активированный уголь, наноглины, шунгит. Каталитические, гидрофобные, гидрофильные функциональные наноматериалы. Технологии создания и использования. Специальные наноматериалы с особыми адсорционными свойствами. Нано- и мезопористые материалы. Области использования. Жидкие нанодисперсные системы со специальными свойствами. Полимерные наночастицы и суспензии. Макромолекулы, дендримеры, мицеллы, неньютоновские жидкости. Органические наноматериалы. Полупроводниковые наноматериалы на основе кремния и углерода – наноточки, фуллерены, нанотрубки.      | 18                 |
| 3     | Существующие и   | Перспективы интегрирования наноматериалов в полупровод-   | 14                 |

|       |   |   |    |
|-------|---|---|----|
|       | потенциальные области использования функциональных наноматериалов.  | никовые устройства. Функциональные наноструктурные покрытия. Термохимические, электрохимические и трибологические свойства. Электрохимические свойства. Технологии создания наноструктурных покрытий и области их использования. Конструкционные наноматериалы. Высокопрочные и износостойкие наноматериалы. Композиты армированные углеродными нанообъектами. Инструментальные наноматериалы. Сплавы с наноразмерным структурным состоянием. Нанопорошки металлов. Полинанокристаллические алмазы и алмазоподобных покрытий. Сверхтвердых вещества. Наноструктурные многослойные пленки сложного состава. Магнитные свойства наноматериалов. Защитные наноматериалы. Водно- и маслоотталкивающие свойства наноматериалов. Наночастиц оксида титана. Смачиваемость поверхности. |    |
| 4     | Безопасность жизнедеятельности в мире функциональных и специальных наноматериалов. Методы пассивации наноматериалов. Проблемы адаптации функциональных и специальных наноматериалов к традиционным технологиям. | Физико-химические основы защиты поверхности наночастиц. Пассивация нанопорошков – физико-химические основы и используемые технологии. Особенности безопасности жизнедеятельности при использовании и утилизации функциональных и специальных наноматериалов. Наноматериалы как инструмент для решения экологических проблем. Характер влияния на физико-химические процессы в живых организмах. Биологические свойства. Биосовместимость, бактерицидные свойства. Роль наноструктур в живых организмах. Пути предотвращения экологических и медицинских угроз реализации нанотехнологии в строительном материаловедении. Проблемы адаптации наноматериалов к традиционным технологическим схемам с учетом особенностей их физико-химических свойств.                            | 10 |
| Итого |   |   | 56 |

## 5.2 Лабораторный практикум

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля)   | Тема и содержание занятия  | Кол-во акад. часов |
|-------|--|--|--------------------|
| 1     | Классификация наноматериалов по функциональной направленности. Основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов. Особенности наноструктурного и нанодисперсного состояния вещества. | Анализ дисперсности наночастиц различной природы. Исследование наноматериалов методом сканирующей зондовой микроскопии.  | 2                  |
| 2     | Зависимость свойств от размера частиц. Особые физические, химические и биологические свойства нанообъектов.  | Анализ агрегативной и коагуляционной устойчивости нанодисперсных модификаторов различной природы. Исследование эффективности различных методов диспергирования наносистем. Исследование влияния нанодисперсных модификаторов на процессы структурообразование. | 6                  |

|   |   |   |    |
|---|---|---|----|
| 3 | Существующие и потенциальные области использования функциональных наноматериалов. | Исследование влияния наночастиц различной природы на функциональные (механические, химические, теплофизические, электрофизические, магнитные и др.) свойства строительных материалов. | 12 |
|   | Итого   | 20  |    |



## 5.3 Перечень практических занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля)  | Тема и содержание занятия  | Кол-во акад. часов |
|-------|---|--|--------------------|
| 1     | Классификация наноматериалов по функциональной направленности. Основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов. Особенности наноструктурного и нанодисперсного состояния вещества.      | Основы классификации наноматериалов по функциональной направленности. Классификация методов получения первичных наноматериалов. Углеродные нанотрубки, фуллерены, графен, аэрографит, аэрогель, нанокристаллы, оксидные наноматериалы: развитие технологии получения. Устойчивость нанодисперсных систем. Поверхностные силы в наносистемах. Стабилизация нанодисперсных систем. Определение дисперсности первичных наноматериалов различной природы для модифицирования строительных материалов.  | 12                 |
| 2     | Зависимость свойств от размера частиц. Особые физические, химические и биологические свойства нанобъектов.  | Основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов. Методы порошковой металлургии, методы аморфизации, поверхностные технологии. Нанопорошки. Механическое размельчение. Методы формовки. Методы спекания. Методы осаждения. Особенности свойств наноматериалов и основные направления их использования. Физические причины специфики наноматериалов.   | 12                 |
| 3     | Существующие и потенциальные области использования функциональных наноматериалов.   | Композиционные наноматериалы, полимерные нанокомпозиты, металлические композиты, стекло, нанокерамика, наноцемент, углеродные композиты. Межфазная граница матрица/наполнитель. Структура и морфология композитов, фазоворазделенный, интеркалированный, эксфолиированный композит. Биodeградируемые нанокомпозиты. «Умные» полимерные нанокомпозиты. Получение полимерных нанокомпозитов. Применение нанокомпозитов. Нанопористые материалы.  | 12                 |
| 4     | Безопасность жизнедеятельности в мире функциональных и специальных наноматериалов. Методы пассивации наноматериалов. Проблемы адаптации функциональных и специальных наноматериалов к традиционным технологиям. | Преимущества и опасности в применении наноматериалов. Потенциальные источники поступления наночастиц при производстве и применении функциональных и специальных наноматериалов. Оценки рисков для здоровья населения в результате поступления в окружающую среду наночастиц и наноматериалов. Жизненный цикл производимых наноматериалов и наносистем, используемых в производстве. Практические критерии оценки целесообразности реализации нанотехнологии. Условия организации безопасности на опытном и/или промышленном производстве наноматериалов. Экономическая эффективность технологии и показатели качества. | 6                  |
| Итого |   |  | 36                 |

## 5.4 Групповые занятия – компьютерные практикумы

Не предусмотрены учебным планом.

## 5.5 Самостоятельная работа

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля)  | Виды самостоятельной работы  | Кол-во акад. часов      |          |
|-------|---|--|-------------------------|----------|
|       |   |  | в период теор. обучения | в сессию |
| 1     | Классификация наноматериалов по функциональной направленности. Основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов. Особенности наноструктурного и нанодисперсного состояния вещества.      | Самостоятельное освоение учебного материала. Подготовка к устному опросу.  | 28                      | 8        |
| 2     | Зависимость свойств от размера частиц. Особые физические, химические и биологические свойства нанобъектов.  | Самостоятельное освоение учебного материала. Подготовка к устному опросу. Подготовка к промежуточной аттестации. | 34                      | 10       |
| 3     | Существующие и потенциальные области использования функциональных наноматериалов.   | Самостоятельное освоение учебного материала.   | 39                      | 15       |
| 4     | Безопасность жизнедеятельности в мире функциональных и специальных наноматериалов. Методы пассивации наноматериалов. Проблемы адаптации функциональных и специальных наноматериалов к традиционным технологиям. | Самостоятельное освоение учебного материала. Выполнение курсового проекта и подготовка к его защите.             | 30                      | 12       |
| Итого |   |  | 131                     | 45       |

### 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Основные принципы организации самостоятельной работы обучающихся изложены в Положении об организации самостоятельной работы обучающихся (НИУ МГСУ).

В процессе самостоятельной работы учащиеся осваивают дополнительные теоретические вопросы по разделам дисциплины, закрепляют лекционный теоретический материал, готовятся к текущей и промежуточной аттестации.

Формы самостоятельной работы обучающихся:

- изучение основной и дополнительной литературы, включая справочные издания и конспекты лекций;
- изучение нормативной базы дисциплины;
- ознакомление с терминами и понятиями (русскоязычными и соответствующими англоязычными) с помощью печатных и электронных информационных источников;
- изучение справочной литературы по аналитическому, измерительному и диагностическому оборудованию;

- осуществление подготовки к мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по вопросам, указанным в рабочей программе дисциплины;
- составление перечней вопросов, подлежащих обсуждению с преподавателем;
- выполнение домашних заданий.

Формы организации самостоятельной работы обучающихся, учебно-методические материалы, которые могут помочь обучающемуся организовать самостоятельное изучение тем дисциплины, а также типовые задания для самопроверки (и устных опросов) определяются содержанием тем, выносимых на промежуточную и итоговую аттестацию, и обобщены в материалах информационно-справочной системы «Образовательный ресурс НОЦ ИТ НИУ МГСУ».

#### **7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля обучающихся является Приложением 1 к рабочей программе дисциплины (модуля).

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля по дисциплине (модуля) хранятся в подразделении, ответственном за преподавание данной дисциплины.

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

- учебно-методическую литературу, имеющуюся в НТБ НИУ МГСУ,
- учебную литературу, размещенную в Электронных библиотечных системах ЭБС АСВ и IPRbooks,
- методическую литературу, размещенную в ЭБС НИУ МГСУ.

Перечень используемой литературы ежегодно обновляется с учетом уровня развития науки и техники и представлен в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

#### **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

| Наименование ресурса сети «Интернет»                                      | Электронный адрес ресурса   |
|---|---|
| «Российское образование» - федеральный портал                             | <a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>   |
| Научная электронная библиотека  | <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>   |
| Электронная библиотечная система IPRbooks                                 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>   |
| Федеральная университетская компьютерная сеть России                      | <a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>   |
| Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»   | <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>   |
| Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»   | <a href="http://www.vestnikmgsu.ru/">http://www.vestnikmgsu.ru/</a>   |
| Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ                                    | <a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>   |
| Раздел «Кафедры» на официальном сайте НИУ МГСУ                            | <a href="http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/">http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/</a>   |
| Информационно-справочная система «Образовательный ресурс НОЦ ИТ НИУ МГСУ» | <a href="http://edu.nocnt.ru">http://edu.nocnt.ru</a>   |
| Нобелевская лекция В. Кона и Дж. Попла.                                   | <a href="http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1998/kohn-lecture.html">http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1998/kohn-lecture.html</a> |
| Введение в квантовую химию.   | <a href="http://vergil.chemistry.gatech.edu/notes/quantrev/quantrev.html">http://vergil.chemistry.gatech.edu/notes/quantrev/quantrev.html</a>                                     |
| Учебное пособие «Введение в нанотехноло-                                  | <a href="http://intro.edu.nocnt.ru">http://intro.edu.nocnt.ru</a>   |

### 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Перечень тем по разделам дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения обучающимися приведен в таблице (для всех форм обучения).

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля)  | Темы для самостоятельного изучения (в период теоретического обучения)   |
|-------|---|---|
| 1     | Классификация наноматериалов по функциональной направленности. Основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов. Особенности наноструктурного и нанодисперсного состояния вещества.      | Классификация методов исследования поверхности и приповерхностных слоев твердых тел. Классификация наноматериалов по назначению и по количеству измерений. Применение наноматериалов по функциональному признаку. Примеры применения наноматериалов в производственных технологиях и в качестве износостойких материалов. Примеры применения наноматериалов в электронной технике. Примеры применения наноматериалов для защиты материалов. Ограничения в использовании наноматериалов.   |
| 2     | Зависимость свойств от размера частиц. Особые физические, химические и биологические свойства нанобъектов.  | Первичные наноматериалы и методы их получения. Основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов. Специальные виды наноматериалов. Свойства наноматериалов. Каталитические, гидрофобные, гидрофильные функциональные наноматериалы. Специальные наноматериалы с особыми адсорбционными свойствами. Жидкие нанодисперсные системы со специальными свойствами. Органические наноматериалы. Функциональные наноструктурные покрытия. Термохимические, электрохимические и трибологические свойства. Электрохимические свойства. Технологии создания наноструктурных покрытий и области их использования. Физические причины спецификации наноматериалов. |
| 3     | Существующие и потенциальные области использования функциональных наноматериалов.   | Композиционные материалы, их определение и свойства. Классификации композитных материалов. Нанокompозиты, их определение и особенности в сравнении с обычными композитами. Особенности структуры и свойств нанокompозитов. Полимерные нанокompозиты, их определение и типы. Механические свойства нанокompозитов. Слоистые полимерные нанокompозиты. Барьерные свойства полимерных нанокompозитов.  |
| 4     | Безопасность жизнедеятельности в мире функциональных и специальных наноматериалов. Методы пассивации наноматериалов. Проблемы адаптации функциональных и специальных наноматериалов к традиционным технологиям. | Нанотехнологии и социум. Пути поступления нанобъектов в организм человека. Виды возможного токсического действия наночастиц на организм человека. Безопасные нормы весовой концентрации наночастиц в воздухе. Зависимость токсичности наноматериалов и наночастиц от их строения и свойств. Опасности нанотехнологий и пути их преодоления. Система нанобезопасности и сертификации продукции нанопромышленности. Общественная оценка развития нанотехнологий.  |

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) приведен в п.6.

Организация учебной работы обучающихся на аудиторных занятиях осуществляется в соответствии с п. 4.

### 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

#### 11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля)  | Информационные технологии   |
|-------|---|---|
| 1     | Классификация наноматериалов по функциональной направленности. Основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов. Особенности наноструктурного и нанодисперсного состояния вещества.      | Электронные образовательные ресурсы по п. 9, электронный курс лекций по п. 9, слайд-презентации, поиск информации с помощью информационных справочных систем. |
| 2     | Зависимость свойств от размера частиц. Особые физические, химические и биологические свойства нанобъектов.  | Электронные образовательные ресурсы по п. 9, электронный курс лекций по п. 9, слайд-презентации, поиск информации с помощью информационных справочных систем. |
| 3     | Существующие и потенциальные области использования функциональных наноматериалов.   | Электронные образовательные ресурсы по п. 9, электронный курс лекций по п. 9, слайд-презентации, поиск информации с помощью информационных справочных систем. |
| 4     | Безопасность жизнедеятельности в мире функциональных и специальных наноматериалов. Методы пассивации наноматериалов. Проблемы адаптации функциональных и специальных наноматериалов к традиционным технологиям. | Электронные образовательные ресурсы по п. 9, электронный курс лекций по п. 9, слайд-презентации, поиск информации с помощью информационных справочных систем. |

#### 11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется открытое программное обеспечение, указанное в Приложении 3 к рабочей программе.

#### 11.3 Перечень информационных справочных систем

##### Информационно-библиотечные системы

| Наименование ИБС  | Электронный адрес ресурса   |
|---|---|
| Научная электронная библиотека  | <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>   |
| Электронная библиотечная система IPRbooks                                 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>                             |
| Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ                                    | <a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a> |
| Информационно-справочная система «Образовательный ресурс НОЦ ИТ НИУ МГСУ» | <a href="http://edu.nocnt.ru">http://edu.nocnt.ru</a>   |

### 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Учебные занятия по дисциплине проводятся в оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Перечень материально-технического обеспечения дисциплины (модуля) приведен в Приложении 4 к рабочей программе.

## Приложение 1 к рабочей программе

|                  |   |
|------------------|---|
| Шифр             | Наименование дисциплины (модуля)                  |
| <i>Б1.В.ОД.8</i> | <i>Функциональные и специальные наноматериалы</i> |

|  |   |
|--|---|
| Код направления подготовки / специальности       | 28.03.03  |
| Направление подготовки / специальность           | Наноматериалы   |
| Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль) | Композиционные и функциональные наноматериалы (академический бакалавриат) |
| Год начала реализации ОПОП                       | 2017  |
| Уровень образования                              | бакалавриат   |
| Форма обучения                                   | Очная   |
| Год разработки/обновления                        | 2016  |

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине (модулю)**

*1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы*

Формирование компетенций при изучении дисциплины (модуля) происходит поэтапно, по мере освоения обучающимися разделов дисциплины (модуля).

| Код компетенции по ФГОС | Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения) |   |   |   |
|-------------------------|--|---|---|---|
|                         | 1  | 2 | 3 | 4 |
| ОПК-3                   | +  | + | + | + |
| ПК-1                    | +  | + | + | + |
| ПК-5                    | +  | + | + | + |
| ПК-6                    |  | + | + | + |

*2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания*

Оценивание формирования компетенций осуществляется посредством прохождения обучающимися форм промежуточной аттестации и текущего контроля.

Оценивание формирования компетенций производится на основе показателей оценивания, указанных в п.2. рабочей программы.

*2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций*

Формами оценивания компетенций являются мероприятия промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине (модулю), указанные в учебном плане и в п.4 рабочей программы.

Взаимосвязь форм и показателей оценивания компетенций приведена в таблице.

| Код компетенции по ФГОС | Показатели освоения (Код показателя освоения) | Форма оценивания |       |                          |         | Обеспеченность оценивания компетенции |
|-------------------------|---|------------------|-------|--------------------------|---------|---------------------------------------|
|                         |   | Текущий контроль |       | Промежуточная аттестация |         |                                       |
|                         |   | Устный опрос     | Зачет | Защита курсового проекта | Экзамен |                                       |
| 1                       | 2   | 3                | 4     | 4                        | 6       | 7                                     |
| ОПК-3                   | З1  | +                | +     | +                        | +       | +                                     |
|                         | У1  | +                |       | +                        | +       | +                                     |
|                         | Н1  | +                | +     |                          |         | +                                     |
| ПК-1                    | З2  | +                | +     | +                        | +       | +                                     |
|                         | У2  | +                | +     |                          |         | +                                     |
|                         | Н2  | +                |       | +                        |         | +                                     |
| ПК-5                    | З3  | +                | +     | +                        | +       | +                                     |
|                         | У3  | +                | +     | +                        | +       | +                                     |
|                         | Н3  | +                |       | +                        | +       | +                                     |
| ПК-6                    | З4  | +                | +     | +                        | +       | +                                     |
|                         | Н4  | +                |       | +                        | +       | +                                     |
| ИТОГО                   |   | +                |       | +                        | +       | +                                     |

## 2.2. Описание шкалы и критериев оценивания

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена и защиты курсовой работы используется четырехбалльная шкала оценивания:

| Уровень освоения | Оценка                    |
|------------------|---------------------------|
| Минимальный      | «2» (неудовлетворительно) |
| Пороговый        | «3» (удовлетворительно)   |
| Углубленный      | «4» (хорошо)              |
| Продвинутый      | «5» (отлично)             |

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета используется бинарная шкала:

| Уровень освоения | Оценка     |
|------------------|------------|
| Ниже порогового  | Не зачтено |
| Пороговый        | Зачтено    |

Критериями оценивания уровня освоения компетенций являются:

| Показатели оценивания | Критерии оценивания   |
|-----------------------|---|
| Знания                | Знание терминов и определений, понятий  |
|                       | Знание основных закономерностей и соотношений, принципов                                    |
|                       | Объем освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)                   |
|                       | Полнота ответов   |
|                       | Правильность ответов  |
| Умения                | Четкость изложения и интерпретации знаний   |
|                       | Освоение методик - умение решать (типовые) практические задачи, выполнять (типовые) задания |

|        |  |
|--------|--|
|        | Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий |
|        | Умение проверять решение и анализировать результаты  |
|        | Умение качественно оформлять (презентовать) решение задач и выполнения заданий                 |
| Навыки | Навыки решения стандартных/нестандартных задач   |
|        | Быстрота выполнения трудовых действий<br>Объем выполненных заданий                             |
|        | Качество выполнения трудовых действий  |
|        | Самостоятельность планирования выполнения трудовых действий                                    |

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

### 3.1. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце 7 семестра. Оцениваемый период изучения дисциплины – 1-16 недель 7 семестра. Форма промежуточной аттестации – зачет.

Перечень типовых примерных вопросов/заданий для проведения зачета в 7 семестре (очная форма обучения):

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля)   | Вопросы / задания  |
|-------|--|--|
| 1     | Классификация наноматериалов по функциональной направленности. Основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов. Особенности наноструктурного и нанодисперсного состояния вещества. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение понятия «наноматериал».</li> <li>2. Что называют размерным эффектом?</li> <li>3. Сформулируйте определение понятия «нанотехнологии».</li> <li>4. Приведите примеры нанобъектов, имеющих макроскопический размер по одному линейному измерению.</li> <li>5. Как называется нанобъект, имеющий нанометрический размер по одному линейному измерению?</li> <li>6. Приведите примеры нанобъектов, не имеющих макроскопических размеров.</li> <li>7. В чем общность и различие между понятиями «нанопроволока», «нанотрубка» и «нановолокно»?</li> <li>8. В чем общность и различие между понятиями «наночастица» и «наночка»?</li> </ol> |
| 2     | Зависимость свойств от размера частиц. Особые физические, химические и биологические свойства нанобъектов.   | <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Дайте определение понятия «наноматериал».</li> <li>10. Классификация наноматериалов по функциональному назначению.</li> <li>11. Каким характерным размерным диапазоном классифицируют наноструктурные объекты по геометрическим размерам?</li> <li>12. Какие основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов вы знаете?</li> <li>13. Что такое ПАВ и какова его роль в получении наноматериалов?</li> <li>14. Какие виды ПАВ вам знакомы?</li> <li>15. Что такое агрегативная устойчивость?</li> <li>16. Назовите основные условия агрегирования в наносистемах.</li> <li>17. Что такое седиментация?</li> </ol>               |



|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>18. Получение и стабилизация суспензий наночастиц.</p> <p>19. Назовите методы получения наноструктурных материалов.</p> <p>20. Первичные углеродные наноматериалы.</p> <p>21. Углеродные нанотрубки и фуллерены: технология получения и область применения.</p> <p>22. Графен и аэрографит: технология получения и область применения.</p> <p>23. Оксидные наноматериалы: технология получения и область применения.</p> <p>24. Назовите основные условия обеспечения устойчивости нанодисперсных систем.</p> <p>25. Поверхностные силы в наносистемах.</p> <p>26. Какие методы определения дисперсности первичных наноматериалов для модифицирования строительных материалов вам известны?</p> <p>27. Физико-химия границ раздела в нанокompозитах.</p> <p>28. Назовите примеры применения наноматериалов в производственных технологиях.</p> <p>29. Наноматериалы для износостойких покрытий.</p> <p>30. Защитные свойства наноматериалов.</p> <p>31. Какие ограничения в использовании наноматериалов вы знаете?</p> <p>32. Назовите специальные виды наноматериалов.</p> <p>33. Что такое силикагели и где его применяют?</p> <p>34. Каково назначение катализаторы для получения наноматериалов?</p> <p>35. В чем отличие наноглины от глины?</p> <p>36. Что такое шунгит? В чем особенности его свойств?</p> <p>37. Какими свойствами обладают каталитические наноматериалы?</p> <p>38. Какие гидрофобные наноматериалы вы знаете и в чем особенность их свойств?</p> <p>39. В чем разница между гидрофобными и гидрофильными наноматериалами? Где они применяются?</p> <p>40. Специальные наноматериалы с особыми адсорбционными свойствами.</p> <p>41. Назовите основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов.</p> <p>42. Физические причины специфики наноматериалов.</p> <p>43. Жидкие нанодисперсные системы со специальными свойствами.</p> <p>44. Органические наноматериалы.</p> <p>45. Функциональные наноструктурные покрытия.</p> <p>46. Основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов.</p> <p>47. Каковы особенности метода порошковой металлургии при получении наноматериалов?</p> <p>48. В чем суть метода аморфизации для получения наноматериалов?</p> <p>49. Поверхностные технологии для получения наноматериалов.</p> <p>50. Какие методы формовки вам известны?</p> <p>51. Расскажите о методах спекания для получения наноматериалов.</p> <p>52. Преимущества и недостатки методов осаждения для получения наноматериалов.</p> |
|--|--|---|

Перечень типовых примерных заданий для проведения экзамена в 8 семестре:

|   |  |  |
|---|--|--|
| 3 | Существующие и потенциальные области использования функ- | <p>1. Строительные композиты. Структура, свойства и качество строительного композита.</p> <p>2. Основные понятия нанотехнологии строительного материале-</p> |
|---|--|--|

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <p>циональных наноматериалов.</p>  | <p>дения.</p>  |
| 4 | <p>Безопасность жизнедеятельности в мире функциональных и специальных наноматериалов. Методы пассивации наноматериалов. Проблемы адаптации функциональных и специальных наноматериалов к традиционным технологиям.</p> | <p>3. Общий подход к управлению качеством нанокompозитов.</p> <p>4. Факторы, оказывающие преобладающее влияние на микроструктуру строительных композитов.</p> <p>5. Факторы, оказывающие преобладающее влияние на макроструктуру строительных композитов.</p> <p>Золь-гель технология. Нанесение покрытий технологией с погружением. Атомно-слоевое осаждение.</p> <p>6. Прекурсоры наномодификаторов: алкоголяты.</p> <p>7. Специальные виды наноматериалов.</p> <p>8. Полимерные композиты строительного назначения: область применения, преимущества и недостатки.</p> <p>9. Связующие для ПКМ строительного назначения.</p> <p>10. Дисперсные фазы полимерных композитов.</p> <p>11. Направления реализации нанотехнологии строительного материаловедения.</p> <p>12. Достижения нанотехнологии строительного материаловедения.</p> <p>13. Известные способы повышения показателей свойств цементных композитов. Цементные нанокompозиты.</p> <p>14. Применение полимеров в технологии цементных нанокompозитов.</p> <p>15. Углеродные первичные наноматериалы. Что называют углеродными наноматериалами? Дайте определение фуллерена, графена, аэрографита.</p> <p>16. Преимущества и недостатки направления реализации нанотехнологии, связанного с введением в строительные композиции нанодисперсных материалов.</p> <p>17. Преимущества и недостатки направления реализации нанотехнологии, связанного с синтезом нанобъектов на межфазных границах строительных композитов в процессе формирования структуры материала.</p> <p>18. Наноструктурированные функциональные ПКМ.</p> <p>19. Наномодифицированные ПКМ на терморезистивных вяжущих.</p> <p>20. Наномодифицированные ПКМ с повышенными показателями барьерных свойств.</p> <p>21. Основные показатели защитных покрытий. Области применения защитных покрытий.</p> <p>22. Причины экологических и медицинских угроз нанодисперсных частиц. Можно ли считать, что угрозы снимаются при инкапсуляции нанодисперсных частиц в материале?</p> <p>23. Расскажите о функциональных наноструктурных покрытиях.</p> <p>24. Какие наноматериалы с электрохимическими свойствами вы знаете и где они применяются?</p> <p>25. Конструкционные наноматериалы.</p> <p>26. В чем отличие высокопрочные от конструкционных наноматериалов?</p> <p>27. Назовите свойства и область применения износостойких наноматериалов.</p> <p>28. Армирование углеродными нанобъектами как инструмент для повышения физико-механических свойств.</p> <p>29. Особенности свойств наноструктурных многослойных пленок сложного состава.</p> <p>30. От чего защищают защитные наноматериалы?</p> <p>31. Водо- и маслоотталкивающие свойства наноматериалов.</p> <p>32. Нанодисперсный оксида титана: свойства и область применения.</p> <p>33. Влияние наноматериалов на свойства смачиваемость поверхно-</p> |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>сти.</p> <p>34. В чем заключаются физико-химические основы защиты поверхности наночастиц.</p> <p>35. Композиционные наноматериалы.</p> <p>36. Существует ли связь между наноглиной и нанокерамикой?</p> <p>37. Что такое наноцемент?</p> <p>38. Назовите основные свойства и область применения углеродных композитов в строительстве.</p> <p>39. Классификации композитных материалов</p> <p>40. Структура и морфология композитов.</p> <p>41. Преимущества и недостатки нанокompозитов в сравнении с обычными композитами.</p> <p>42. Механические свойства нанокompозитов.</p> <p>43. В чем особенность «умных» полимерных нанокompозитов?</p> <p>44. Получение полимерных нанокompозитов.</p> <p>45. Где применяются нанокompозиты?</p> <p>46. Какие преимущества и опасности в применении наноматериалов существуют?</p> <p>47. Назовите основные проблемы адаптации наноматериалов к традиционным технологическим схемам с учетом особенностей их физико-химических свойств.</p> <p>48. Пути предотвращения экологических и медицинских угроз реализации нанотехнологии в строительном материаловедении.</p> <p>49. Особенности безопасности жизнедеятельности при использовании и утилизации функциональных и специальных наноматериалов.</p> <p>50. Опасности нанотехнологий и пути их преодоления.</p> |
|--|--|

Тематика курсовых проектов:

1. Наноразмерные полиактивные добавки.
2. Технологии гомогенизации композиций с наноразмерными объектами.
3. Технологии прививки наноразмерных объектов к поверхности минеральных носителей.
4. Технологии синтеза наноразмерных структур на минеральных дисперсных фазах.
5. Технологии наномодифицированных пенобетонов.
6. Технологии наномодифицированных мелкозернистых бетонов.
7. Технологии наномодифицированных высокопрочных бетонов.
8. Технологии синтеза наноразмерных органоминеральных модификаторов для асфальтобетонов.
9. Технологии синтеза наноразмерных добавок для нейтрализации эмиссии токсичных газов из асфальтобетонов.
10. Технологии наномодифицированных композитов на термопластичном вяжущем.
11. Технологии синтеза наномодификаторов на основе гидросиликатов бария.
12. Технологии наномодифицированных функциональных композитов на основе гидросиликатов бария.
13. Закономерности структурных преобразований на межфазных границах наномодифицированных композитов на терморезистивных вяжущих.
14. Надмолекулярные структуры на границе раздела фаз композитов функционального назначения на терморезистивных вяжущих.
15. Композиты с повышенными показателями барьерных свойств на терморезистивных вяжущих.
16. Композиты с повышенной трещиностойкостью на терморезистивных вяжущих.
17. Композиты на терморезистивных вяжущих, структурированные магнитным полем.

18. Композиты на терморезистивных вяжущих, структурированные электромагнитным полем.
19. Композиты на терморезистивных вяжущих, структурированные акустическим полем.
20. Оксидные наномодификаторы для гидрофобных покрытий.
21. Полифункциональные композиты на терморезистивных вяжущих для покрытий строительного назначения.
22. Эпоксисилоксановые градиентные наноструктурированные композиты функционального назначения на терморезистивных вяжущих.

Состав типового задания на выполнение курсового проекта.

Исходя из тематики работы выполнить:

1. Составление предварительного плана.
2. Документальную фиксацию предварительного плана и индивидуального задания.
3. Предварительную работу с информационными источниками.
4. Формулировку целей и задач работы.
5. Проведение соответствующих модельных исследований.
6. Оформление пояснительной записки в соответствии с ГОСТ 7.0.11-2011.

Перечень типовых примерных вопросов для защиты курсового проекта:

1. Дайте определение понятия «наноматериал».
2. Что называют размерным эффектом?
3. Сформулируйте определение понятия «нанотехнологии».
4. Какие задачи решались в ходе работы над курсовым проектом/курсовой работой?
5. Какие исходные данные использованы?
6. На основании каких теоретических положений находилось решение?
7. Какие варианты решений рассматривались?
8. Какие критерии выбора решения использовались?
9. Какими источниками информации пользовались?
10. Как оценить полученный результат?
11. Как исправить выявленные ошибки?
12. Какое практическое применение имеет выполненная работа?
13. Сформулируйте определение понятия «нанотехнология» по ISO/TS 80004-1:2010.
14. Приведите примеры нанообъектов, имеющих макроскопический размер по одному линейному измерению.
15. Как называется нанообъект, имеющий нанометрический размер по одному линейному измерению?
16. Приведите примеры нанообъектов, не имеющих макроскопических размеров.
17. В чем общность и различие между понятиями «нанопроволока», «нанотрубка» и «нановолокно»?
18. В чем общность и различие между понятиями «наночастица» и «наноточка»?
19. Дайте определение понятия «наноматериал».
20. Сформулируйте суть проблемы неопределенности целей в оптимизационной задаче строительного материаловедения.
21. Перечислите основные методы скаляризации, пригодные для решения задач многокритериальной оптимизации показателей эксплуатационных свойств строительных материалов.
22. Строительные композиты. Структура, свойства и качество строительного композита.
23. Основные понятия нанотехнологии строительного материаловедения.
24. Общий подход к управлению качеством нанокompозитов.
25. Основные положения теории искусственных строительных конгломератов.

26. Основные положения полиструктурной теории.
27. Факторы, оказывающие преобладающее влияние на микроструктуру строительных композитов.
28. Факторы, оказывающие преобладающее влияние на макроструктуру строительных композитов.
29. Что называют продукцией наноиндустрии?
30. Перечислите критические технологии Российской Федерации, имеющие отношение: а) к нанотехнологии; б) к нанотехнологии и материаловедению.
31. Углеродные первичные наноматериалы. Что называют углеродными наноматериалами? Дайте определение фуллерена, графена, аэрографита.
32. Преимущества и недостатки направления реализации нанотехнологии, связанного с введением в строительные композиции нанодисперсных материалов.
33. Преимущества и недостатки направления реализации нанотехнологии, связанного с синтезом нанообъектов на межфазных границах строительных композитов в процессе формирования структуры материала.
34. Причины экологических и медицинских угроз нанодисперсных частиц.
35. Оксидные первичные наноматериалы.
36. Способы получения оксидных наноматериалов.
37. Достижения нанотехнологии строительного материаловедения.
38. Известные способы повышения показателей свойств цементных композитов. Цементные нанокompозиты.
39. Применение полимеров в технологии цементных нанокompозитов.
40. Золь-гель технология. Нанесение покрытий технологией с погружением. Атомно-слоевое осаждение.

### 3.2. Текущий контроль

Мероприятия текущего контроля – устный опрос по разделам в соответствии с п.4.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости включает в себя вопросы для проведения устного и письменного опросов.

Перечень примерных вопросов устного опроса.

1. Дайте определение понятия «наноматериал».
2. В чем отличие наноструктурированного и наномодифицированного материала?
3. Что называют размерным эффектом?
4. Какие методы получения наноструктурных материалов вы знаете?
5. Назовите первичные углеродные наноматериалы известные вам.
6. Что такое углеродные нанотрубки?
7. Что такое фуллерены?
8. Классификация наноматериалов по функциональному назначению
9. Что вы знаете о наночастицах оксида титана?
10. Для чего используется ПАВ в наносистемах?
11. Полинанокристаллические алмазы и алмазоподобных покрытий
12. Что такое «композит»?
13. Физико-химические основы защиты поверхности наночастиц.
14. Что такое «нанокompозит»?
15. Особенности структуры и свойств нанокompозитов
16. Для чего используются биodeградируемые нанокompозиты?
17. Что такое наноцемент?
18. Функциональные наноструктурные покрытия.
19. Какие гидрофобные наноматериалы вы знаете и в чем особенность их свойств?
20. Технологии создания наноструктурных покрытий и области их использования.
21. Какие нанопористые материалы вы знаете?

22. Что такое нанокерамика?  
 23. Биосовместимость, бактерицидные свойства наноматериалов.  
 24. Какие виды возможного токсического действия наночастиц на организм человека?  
 25. Характер влияния на физико-химические процессы в живых организмах.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура промежуточной аттестации регламентируется с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

4.1. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме экзамена/дифференцированного зачета

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) проводится в форме экзамена в 8 семестре. Используется четырех балльная шкала оценивания освоения, указанная в п.2.2. Используются критерии оценивания, указанные п.2.2. Оценка выставляется преподавателем интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

| Код показателя оценивания | Оценка   |  |   |  |
|---------------------------|--|--|---|--|
|                           | «2»<br>(неудовлетв.)   | Пороговый уровень освоения   | Углубленный уровень освоения  | Продвинутый уровень освоения   |
|                           |  | «3»<br>(удовлетвор.)   | «4»<br>(хорошо)   | «5»<br>(отлично)   |
| 31, 32, 33,<br>34         | не знает терминов и определений  | знает термины и определения, но допускает неточности формулировок      | знает термины и определения   | знает термины и определения, может сформулировать их самостоятельно  |
|                           | не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен самостоятельно их получить и использовать |
|                           | не знает значительной части материала дисциплины                           | знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей       | знает материал дисциплины в запланированном объеме  | обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями                                   |
|                           | Ответ не дан   | дана только часть ответа на вопрос                                     | ответ не полон, некоторые моменты в ответе не отражены  | дан полный, развернутый ответ  |
|                           | допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос                     | В ответе имеются существенные ошибки                                   | В ответе имеются несущественные неточности  | Ответ верен  |
|                           | Неверно излагает и интерпретирует знания. Изложение                        | Допускает неточности в изложении и                                     | Грамотно и по существу излагает материал.   | Логически, грамотно и точно излагает материал  |
|                           |  |  |   |  |

|            |   |  |   |  |
|------------|---|--|---|--|
|            | материала логически не выстроено. Не способен проиллюстрировать изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами                              | интерпретации знаний. Имеются нарушения логической последовательности в изложении. Поясняющие рисунки, схемы выполнены не полно, не отражают материал. | Логическая последовательность изложения не нарушена. Поясняющие рисунки, схемы и примеры корректны и понятны.               | дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его анализировать и делать выводы. Поясняющие схемы, рисунки и примеры точны и раскрывают глубину полученных знаний. |
| У1, У2, У3 | Не умеет выполнять поставленные практические задания, выбрать типовой алгоритм решения  | Умеет выполнять практические задания, но не всех типов. Способен решать задачи только по заданному алгоритму   | Умеет выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой  | Умеет выполнять практические задания повышенной сложности  |
|            | Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы по выполнению заданий, не может обосновать выбор метода решения задач | Испытывает затруднения в применении теории при решении задач, при обосновании решения  | Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения. Грамотно обосновывает ход решения задач | Умеет применять теоретическую базу дисциплины при выполнении практических заданий, предлагать собственный метод решения. Грамотно обосновывает ход решения задач.                          |
|            | Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения   | Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения. Испытывает затруднения с выводами   | Допускает некоторые ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения. Делает выводы по результатам решения       | Не допускает ошибок при выполнении заданий, правильно обосновывает принятое решение. Самостоятельно анализирует задания и решение  |
|            | Не способен проиллюстрировать решение поясняющими схемами, рисунками  | Поясняющие рисунки и схемы содержат ошибки, оформлены небрежно   | Поясняющие рисунки и схемы корректны и понятны.   | Поясняющие рисунки и схемы верны и аккуратно оформлены   |

|                   |   |  |  |   |
|-------------------|---|--|--|---|
| Н1, Н2, Н3,<br>Н4 | Не обладает навыками выполнения поставленных задач  | Испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач               | Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Решение нестандартных задач представляет для него сложности. | Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Использует полученные навыки при решении сложных, нестандартных задач |
|                   | 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.   | Выполняет трудовые действия быстро, выполняя все поставленные задания.  |
|                   | Выполняет трудовые действия некачественно   | Выполняет трудовые действия с недостаточным качеством                          | Выполняет трудовые действия качественно  | Выполняет трудовые действия качественно даже при выполнении сложных заданий   |
|                   | Не может самостоятельно планировать и выполнять собственные трудовые действия               | Выполняет трудовые действия только с помощью наставника                        | Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией у наставника  | Выполняет трудовые действия самостоятельно, без посторонней помощи  |

4.2. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачета

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) проводится в форме зачета в 7 семестре.

Для оценивания знаний, умений и навыков используются критерии, указанные п.2.2.

| Код показателя оценивания | Оценка   |   |
|---------------------------|--|---|
|                           | Не зачтено   | Зачтено   |
| 31,<br>32,<br>33,<br>34   | не знает терминов и определений  | знает термины и определения   |
|                           | не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний   | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать                                     |
|                           | не знает значительной части материала дисциплины   | знает материал дисциплины в запланированном объеме  |
|                           | Ответ не дан   | ответ не полон, некоторые моменты в ответе не отражены  |
|                           | допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос   | В ответе имеются несущественные неточности  |
|                           | Неверно излагает и интерпретирует знания. Изложение материала логически не выстроено. Не способен проиллюстрировать изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами | Грамотно и по существу излагает материал. Логическая последовательность изложения не нарушена. Поясняющие рисунки, схемы и примеры корректны и понятны. |



|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| У1,<br>У2,<br>У3        | Не умеет выполнять поставленные практические задания, выбрать типовой алгоритм решения  | Умеет выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой  |
|                         | Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы по выполнению заданий, не может обосновать выбор метода решения задач | Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения. Грамотно обосновывает ход решения задач |
|                         | Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения   | Допускает некоторые ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения. Делает выводы по результатам решения       |
|                         | Не способен проиллюстрировать решение поясняющими схемами, рисунками  | Поясняющие рисунки и схемы корректны и понятны.   |
| Н1,<br>Н2,<br>Н3,<br>Н4 | Не обладает навыками выполнения поставленных задач  | Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Решение нестандартных задач представляет для него сложности.    |
|                         | Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач   | Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания.  |
|                         | Выполняет трудовые действия некачественно   | Выполняет трудовые действия качественно   |

4.3. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме защиты курсовой проекта

Процедура защиты курсовой проекта определена Положением о курсовом проекте (работе) обучающихся НИУ МГСУ.

Промежуточная аттестация по модулям 1-4 проводится в форме защиты курсового проекта в 8 семестре. Перечень вопросов процедуры защиты курсовой работы приведен выше. Используется четырех балльная шкала оценивания освоения, указанная в п.2.2. Используются критерии оценивания, указанные п.2.2.

| Код показателя оценивания | Оценка   |  |   |  |
|---------------------------|--|--|---|--|
|                           | «2»<br>(неудовлетв.)   | Пороговый уровень освоения   | Углубленный уровень освоения  | Продвинутый уровень освоения   |
|                           |  | «3»<br>(удовлетвор.)   | «4»<br>(хорошо)   | «5»<br>(отлично)   |
| 31, 32, 33,<br>34         | не знает терминов и определений  | знает термины и определения, но допускает неточности формулировок      | знает термины и определения   | знает термины и определения, может сформулировать их самостоятельно  |
|                           | не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать | знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен самостоятельно их получить и использовать |

|            |  |   |   |  |
|------------|--|---|---|--|
|            | не знает значительной части материала дисциплины   | знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей  | знает материал дисциплины в запланированном объеме  | обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями   |
|            | Ответ не дан   | дана только часть ответа на вопрос  | ответ не полон, некоторые моменты в ответе не отражены  | дан полный, развернутый ответ  |
|            | допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос   | В ответе имеются существенные ошибки  | В ответе имеются несущественные неточности  | Ответ верен  |
|            | Неверно излагает и интерпретирует знания. Изложение материала логически не выстроено. Не способен проиллюстрировать изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами | Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний. Имеются нарушения логической последовательности в изложении. Поясняющие рисунки, схемы выполнены не полно, не отражают материал. | Грамотно и по существу излагает материал. Логическая последовательность изложения не нарушена. Поясняющие рисунки, схемы и примеры корректны и понятны. | Логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его анализировать и делать выводы. Поясняющие схемы, рисунки и примеры точны и раскрывают глубину полученных знаний. |
| У1, У2, У3 | Не умеет выполнять поставленные практические задания, выбрать типовой алгоритм решения   | Умеет выполнять практические задания, но не всех типов. Способен решать задачи только по заданному алгоритму  | Умеет выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой  | Умеет выполнять практические задания повышенной сложности  |
|            | Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы по выполнению заданий, не может обосновать выбор метода решения задач                        | Испытывает затруднения в применении теории при решении задач, при обосновании решения   | Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения. Грамотно обосновывает ход решения задач                             | Умеет применять теоретическую базу дисциплины при выполнении практических заданий, предлагать собственный метод решения. Грамотно обосновывает ход решения задач.  |

|                   |   |  |  |   |
|-------------------|---|--|--|---|
|                   | Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения                   | Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения. Испытывает затруднения с выводами | Допускает некоторые ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения. Делает выводы по результатам решения    | Не допускает ошибок при выполнении заданий, правильно обосновывает принятое решение. Самостоятельно анализирует задания и решение |
|                   | Не способен проиллюстрировать решение поясняющими схемами, рисунками                        | Поясняющие рисунки и схемы содержат ошибки, оформлены небрежно                                       | Поясняющие рисунки и схемы корректны и понятны.  | Поясняющие рисунки и схемы верны и аккуратно оформлены  |
| Н1, Н2, Н3,<br>Н4 | Не обладает навыками выполнения поставленных задач  | Испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач                                     | Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Решение нестандартных задач представляет для него сложности. | Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Использует полученные навыки при решении сложных, нестандартных задач |
|                   | 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.   | Выполняет трудовые действия быстро, выполняя все поставленные задания.  |
|                   | Выполняет трудовые действия некачественно   | Выполняет трудовые действия с недостаточным качеством  | Выполняет трудовые действия качественно  | Выполняет трудовые действия качественно даже при выполнении сложных заданий   |
|                   | Не может самостоятельно планировать и выполнять собственные трудовые действия               | Выполняет трудовые действия только с помощью наставника  | Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией у наставника  | Выполняет трудовые действия самостоятельно, без посторонней помощи  |

## Приложение 2 к рабочей программе

|  |   |
|--|---|
| Шифр   | Наименование дисциплины (модуля)  |
| <i>Б1.В.ОД.8</i>                                 | <i>Функциональные и специальные материалы</i>                             |
| Код направления подготовки / специальности       | 28.03.03  |
| Направление подготовки / специальность           | Наноматериалы   |
| Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль) | Композиционные и функциональные наноматериалы (академический бакалавриат) |
| Год начала реализации ОПОП                       | 2017  |
| Уровень образования                              | бакалавриат   |
| Форма обучения                                   | Очная   |
| Год разработки/обновления                        | 2016  |

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

| № п/п                             | Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц  | Количество экземпляров печатных изданий в библиотеке НИУ МГСУ   | Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль) |
|-----------------------------------|--|---|---|---|
| 1                                 | 2  | 3   | 4   | 5   |
| <i>Основная литература:</i>       |  |   |   |   |
|                                   |  | НТБ НИУ МГСУ  |   |   |
| 1                                 | Функциональные и специальные материалы                           | Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологий [Текст] : учебное пособие / В. В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. - 2-е изд. - Москва : Бинном, 2013. - 431 с.   | 10  | 60  |
| 2                                 |  | Халл, М. Нанотехнологии и экология: риски, нормативно-правовое регулирование и управление [Текст] / М. Халл, Д. Боумен ; пер. с англ.: В. Н. Егорова, Е. В. Гуляевой. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 344 с.  | 15  | 60  |
| 3                                 |  | Павлючко, А. И. Физические процессы при напылении наночастиц [Электронный ресурс]: [монография] / А. И. Павлючко, Н. И. Прокофьева, М. И. Панфилова; [под ред. М. С. Хлыстунова] ; Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. - Электрон. текстовые дан. - Москва : НИУ МГСУ, 2015. - (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ). | URL:<br><a href="http://lib-04.gic.mgsu.ru/lib/2016/4_9.pdf">http://lib-04.gic.mgsu.ru/lib/2016/4_9.pdf</a><br>Открытый доступ из локальной сети НИУ МГСУ | 60  |
| <i>Дополнительная литература:</i> |  |   |   |   |
|                                   |  | НТБ НИУ МГСУ  |   |   |

|   |  |   |    |    |
|---|--|---|----|----|
| 4 | Функциональные и специальные материалы | Наноматериалы [Текст] : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 2-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, [2012]. - 365 с. : ил., табл. - (Нанотехнологии). - Библиогр.: с. 363 (12 назв.). - ISBN 978-5-9963-0345-8 | 30 | 60 |
| 5 |  | Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст] : [монография] / А. И. Гусев. - Изд. 2-е, испр. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 414 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - Имен. указ.: с. 406-407. - Предм. указ.: с. 408-414. - ISBN 978-5-9221-0582-8 | 5  | 60 |
| 6 |  | Стандартизация и метрология в нанотехнологиях [Текст] : монография / В. В. Окрепилов. - СПб. : Наука, 2008. - 263 с. : ил., цв.ил. - Библиогр.: с. 198-207 (166 назв.). - ISBN 978-5-02-025339-1  | 2  | 60 |

Согласовано:  
НТБ

*22.11.2016*  
дата

 / **НТБ МГСУ** /  
Подпись, ФИО

|           |  |
|-----------|--|
| Шифр      | Наименование дисциплины (модуля)       |
| Б1.В.ОД.8 | Функциональные и специальные материалы |

|  |   |
|--|---|
| Код направления подготовки / специальности       | 28.03.03  |
| Направление подготовки / специальность           | Наноматериалы   |
| Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль) | Композиционные и функциональные наноматериалы (академический бакалавриат) |
| Год начала реализации ОПОП                       | 2017  |
| Уровень образования                              | бакалавриат   |
| Форма обучения                                   | Очная   |
| Год разработки/обновления                        | 2016  |

**Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

| № | Наименование раздела дисциплины (модуля)   | Тема  | Наименование программного обеспечения   | Тип лицензии   |
|---|--|---|---|--|
| 1 | Классификация наноматериалов по функциональной направленности. Основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов. Особенности наноструктурного и нанодисперсного состояния вещества. | Основы классификации наноматериалов по функциональной направленности. Классификация методов получения первичных наноматериалов. Углеродные нанотрубки, фуллерены, графен, аэрографит, аэрогель, нанокристаллы, оксидные наноматериалы: развитие технологии получения. Устойчивость нанодисперсных систем. Поверхностные силы в наносистемах. Стабилизация нанодисперсных систем. Определение дисперсности первичных наноматериалов различной природы для модифицирования строительных материалов. | Система численной математики<br>GNU Octave<br>Система символьной математики<br>Maxima<br>Система научной визуализации<br>gnuplot. Растровый графический редактор GIMP<br>Векторный графический редактор<br>InkScape<br>Система подготовки публикаций LaTeX и среда подготовки<br>Gummi<br>Текстовый редактор SciTE<br>Программа просмотра документов Evince | Open licenses:<br>GPLv2 (GNU Octave, Maxima, Evince)<br>gnuplot license (gnuplot, <a href="http://gnuplot.cvs.sourceforge.net/gnuplot/gnuplot/Copyright/">http://gnuplot.cvs.sourceforge.net/gnuplot/gnuplot/Copyright/</a> ), GPLv3 (InkScape)<br>LPPL (LaTeX, <a href="http://www.latex-project.org/lppl.txt">http://www.latex-project.org/lppl.txt</a> )<br>MIT (Gummi), HPND (SciTE, <a href="https://opensource.org/licenses/HPND">https://opensource.org/licenses/HPND</a> ) |
| 2 | Зависимость свойств от размера частиц. Особые физические, химические и биологические свойства нанообъектов.  | Основные принципы получения функциональных и специальных наноматериалов. Методы порошковой металлургии, методы аморфизации, поверхностные технологии. Нанопорошки. Механическое размельчение. Методы формовки. Методы спекания. Методы осаждения. Особенности свойств наноматериалов и основные направления их использования. Физические причины специфики наноматериалов.  |   |  |
| 3 | Существующие и потенциальные области использования   | Композиционные наноматериалы, полимерные нанокомпозиты, металлические композиты, стекло, нанокерамика, наноцемент, углеродные   |   |  |

|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
|   | функциональных наноматериалов.  | композиты. Межфазная граница матрица/наполнитель. Структура и морфология композитов, фазоворазделенный, интеркалированный, эксфолированный композит. Биodeградируемые нанокомпозиты. «Умные» полимерные нанокомпозиты. Получение полимерных нанокомпозитов. Применение нанокомпозитов. Нанопористые материалы.   |  |  |
| 4 | Безопасность жизнедеятельности в мире функциональных и специальных наноматериалов. Методы пассивации наноматериалов. Проблемы адаптации функциональных и специальных наноматериалов к традиционным технологиям. | Преимущества и опасности в применении наноматериалов. Потенциальные источники поступления наночастиц при производстве и применении функциональных и специальных наноматериалов. Оценки рисков для здоровья населения в результате поступления в окружающую среду наночастиц и наноматериалов. Жизненный цикл производимых наноматериалов и наносистем, используемых в производстве. Практические критерии оценки целесообразности реализации нанотехнологии. Условия организации безопасности на опытном и/или промышленном производстве наноматериалов. Экономическая эффективность технологии и показатели качества. |  |  |

## Приложение 4 к рабочей программе

|                  |   |
|------------------|---|
| Шифр             | Наименование дисциплины (модуля)                  |
| <i>Б1.В.ОД.8</i> | <i>Функциональные и специальные наноматериалы</i> |

|  |   |
|--|---|
| Код направления подготовки / специальности       | 28.03.03  |
| Направление подготовки / специальность           | Наноматериалы   |
| Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль) | Композиционные и функциональные наноматериалы (академический бакалавриат) |
| Год начала реализации ОПОП                       | 2017  |
| Уровень образования                              | бакалавриат   |
| Форма обучения                                   | Очная   |
| Год разработки/обновления                        | 2016  |

**Перечень материально-технического обеспечения по дисциплине (модулю):**

| № п/п | Вид учебного занятия | Наименование оборудования   | № и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий |
|-------|----------------------|---|--|
| 1     | 2                    | 3   | 4  |
| 1     | Лекции               | Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, оснащенные стационарными / мобильными (переносными) наборами демонстрационного мультимедийного оборудования (проектор, микрофон, экран, компьютер) | 129337, г. Москва, ш. Ярославское, д.26, корп.7, помещение 8 комн.14, 64.                      |
| 2     | Практические занятия | Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, оснащенные стационарными / мобильными (переносными) наборами демонстрационного мультимедийного оборудования (проектор, микрофон, экран, компьютер) | 129337, г. Москва, ш. Ярославское, д.26, корп.7, помещение 8 комн.14, 64.                      |



|   |                        |   |   |
|---|------------------------|---|---|
| 3 | Лабораторные занятия   | <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, оснащенная: НОЦ "Наноматериалы и нанотехнологии": DYNAPAVE130 Сервогидравлическая система для динамических испытаний с максимальной нагрузкой 130кН, LCD панель 42*Flame 42 ST, Автоматический анализатор удельной поверхности и размера пор NOVA 2200e, Вертикальный dilatометр L75VS1600LT, Весы электронные AND "DX-300WP", Высокотемпературный дифференциальный сканирующий калориметр HDSC PT1600, Дистиллятор FL 2004, ИК-спектрометр Cary 630, Климатическая камера CL4003, Комплекс оборудования для исследования супрамолекулярных систем Zetatrac, Комплекс оборудования для исследования дисперсионного состава Microtrac S3500, Комплекс подготовки проб Presi, Комплект термомеханических испытаний Anton Paar, pH-метр/Иономер 781, Ротационный вискозиметр MCR 101, Система TitrIC 4, Система микроволнового синтеза Anton Paar, Спектрометр KP Senterra, Тензиометр процессорный K100, Термогитратор 859 Titrotherm, ТНВ-анализатор, Ультразвуковой гомогенизатор Vibra-Cell, ЯМР-релаксометр Minispec Mq (2 шт.);</p> <p>Лаборатория атомно-силовой микроскопии и учебный класс научно-образовательного центра "Наноматериалы и нанотехнологии": Интерактивная доска SMART Board SBD 685 ix, Система видеоконференцсвязи Life Size Room, Учебный сканирующий зондовый микроскоп Наноэлюкатор (6 шт.).</p> | 129337, г. Москва, ш.Ярославское, д.26, корп.2, помещение 1, комн. 49,68. |
| 4 | Самостоятельная работа | <p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное 29 персональными компьютерами с конфигурацией: 1,6 ГГц, HDD 80 Гб, RAM 1 Гб, Video RAM 128 Мб, DVD-R/RW, монитор 17 ``</p>  | 129337, г. Москва, ш.Ярославское, д.26, корп.2, помещение 6, комн. 5.     |