

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 16 » 04 2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Нано- и микродобавки в производстве строительных материалов

Направление подготовки - 08.03.01 «Строительство»

Профиль/программа подготовки – Промышленное и гражданское строительство

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения - очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед/час	Лекций, час.	Практич. занятия, час.	Лабор. раб.	СРС час.	Форма промежуточного контроля (экз/зач)
6	3 ЗЕ/108	18		18	36	Экзамен/36
Итого	3 ЗЕ/108	18		18	36	Экзамен/36

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины (модуля) «Нано и микродобавки в производстве строительных материалов» является: ознакомление с основами нанотехнологий, их возможностями и перспективами применения в различных сферах деятельности человека. Нанотехнологии относят к классу так называемых высоких технологий и их применение позволяет не только интенсифицировать производство тех или иных изделий, но и совершить скачок в технологических параметрах и качестве приборов. Поэтому важность изучения таких вопросов при подготовке бакалавра очевидна.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Нано и микродобавки в производстве строительных материалов» относится к вариативной части блока Б1 программы подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство». Дисциплина предлагается для свободного выбора студентами по данному профилю, базируется на результатах изучения следующих дисциплин химии, строительных и конструкционных материалов. Для успешного усвоения дисциплины студент должен

### **знать:**

электронное строение атомов и молекул, основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии, основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния, химические свойства элементов различных групп Периодической системы и их важнейших соединений

### **уметь:**

использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач

### **владеть:**

- методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях;
- методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента
- теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов, экспериментальными методами определения физико-химических неорганических соединений

### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:** роль и возможности интенсивных технологий в производстве материалов и изделий строительной отрасли; о классификации объектов наномира и общих законах масштабирования физико-химических свойств веществ при уменьшении количества (размеров) вещества; основы физики, физической химии, определяющие специфические свойства объектов наномира; теоретические основы физико-химических методов контроля структуры и химических свойств наноразмерных объектов; физико-химические свойства индивидуальных наночастиц и наноструктурированных объемных материалов.

**уметь:** применять полученные знания при теоретическом анализе исследования физических процессов, лежащих в основе нанотехнологии изготовления современных строительных материалов.

**владеть:** информацией об областях применения и перспективах развития нанотехнологий; навыками анализа первичных экспериментальных данных исследования структуры и физико-химических свойств наночастиц и нанобъектов с использованием основных методов.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Нано и микродобавки в производстве строительных материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

Выпускник программы бакалавриата должен обладать следующими **общекультурными компетенциями (ОК):**

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)

следующими **профессиональными компетенциями (ПК):**

владением технологией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства, эксплуатации, обслуживания зданий, сооружений, инженерных систем, производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования (ПК-8);

способностью вести подготовку документации по менеджменту качества и типовым методам контроля качества технологических процессов на производственных участках, организацию рабочих мест, способность осуществлять техническое оснащение, размещение и обслуживание технологического оборудования, осуществлять контроль соблюдения технологической дисциплины, требований охраны труда и экологической безопасности (ПК-9);

знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности (ПК-13);

- владение методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования, стандартных пакетов автоматизации исследований, владение методами испытаний строительных конструкций и изделий, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам (ПК-14);

способностью составлять отчеты по выполненным работам, участвовать во внедрении результатов исследований и практических разработок (ПК-15)

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:** роль и возможности интенсивных технологий в производстве материалов и изделий строительного назначения и смежных областях техники; о классификации объектов наномира и общих законах масштабирования физико-химических свойств веществ при уменьшении количества (размеров) вещества; основы физики, физической химии, определяющие специфические свойства объектов наномира; теоретические основы физико-химических методов контроля структуры и химических свойств наноразмерных объектов; физико-химические свойства индивидуальных наночастиц и наноструктурированных объемных материалов.

**уметь:** применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании и экспериментальном исследовании физических процессов, лежащих в основе нанотехнологии; основные методы получения наночастиц и наноструктур.

**владеть:** информацией об областях применения и перспективах развития нанотехнологий; навыками анализа первичных экспериментальных данных исследования структуры и физико-химических свойств наночастиц и нанообъектов с использованием основных методов.

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**«Нано и микродобавки в производстве строительных материалов»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 33Е, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интегративных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	1										
1.	Тема 1. Что такое нанотехнологии?	6	1-2	2		2		4		2/50	
2.	Тема 2. Физические основы нанотехнологий.	6	3-4	2		2		4		2/50	
3.	Тема 3. Наноматериалы и методы их получения.	6	5-6	2		2		4		2/50	Рейтинг-контроль №1
4.	Тема 4. Применение наноматериалов и нанотехнологий.	6	7-9	2		2		4		2/50	
5.	Тема 5. Социально-экономические последствия и развитие нанотехнологий в России и в мире.	6	10-11	2		2		4		2/50	
6.	Тема 6. Применение микродобавок при производстве вяжущих материалов	6	12-13	2		2		4		2/50	Рейтинг-контроль №2
7.	Тема 7. Роль поверхностно-активных веществ при введении нано и микродобавок в строительные материалы	6	14-16	2		2		4		2/50	
8.	Тема 8. Особенности технологий нано и микродобавок в использовании местных сырьевых ресурсов.	6	17-18	4		4		8		2/25	Рейтинг-контроль №3
Всего				18		18		36		16/47	Экзамен

#### 4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

№ раздела	№ темы	Наименование темы	№ семестра	Перечень рассматриваемых вопросов по теме
1	1	Тема 1. Что такое нанотехнологии?	3	Общие понятия, история развития нанотехнологий, технологические принципы «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Место нанотехнологий в науке и технике.
	2	Тема 2. Физические основы нанотехнологий.	3	Размерные эффекты и условия их проявления. Квантовые эффекты (туннелирование, кулоновская блокада и др. Квантовые структуры, их особенности. Сканирующие зондовые и атомно – силовые микроскопы.
2	3	Тема 3. Наноматериалы и методы их получения.	3	Наноструктурированные наноматериалы, тонкие пленки, гетероструктуры, низкоразмерные системы, фуллерены, фуллериты и нанотрубки, конструкционные материалы, органические и биоорганические наноструктуры
	4	Тема 4. Применение наноматериалов и нанотехнологий.	3	Нанотехнологии и наноматериалы в машиностроении, транспорте, авиации, космической технике, химических технологиях, электронике, информационных технологиях, медицине, экологии, сельском хозяйстве, военном деле и т. д.
3	5	Тема 5. Социально-экономические последствия и развитие нанотехнологий в России и в мире.	3	Социально-экономические последствия внедрения нанотехнологий в отдельные сферы жизнедеятельности человека. Изменения в системе образования и подготовки кадров. Проблемы коммерциализации нанотехнологий. Вредные последствия использования нанотехнологий. Современное состояние и прогнозы развития нанотехнологий в России и в мире.
4	6	Тема 6. Применение микродобавок при производстве вяжущих материалов	3	Общие понятия о структуре и классификации вяжущих веществ и корреляция между реологическими свойствами и присутствием нано и микроструктур
	7	Тема 7. Роль поверхностно-активных веществ при введении нано и микродобавок в строительные материалы	3	Понятие о поверхностно активных веществах и не транспортной роли при введении нано и микроструктур в бетоны и других строительных материалов
	8	Тема 8. Особенности технологий нано и микро добавок в использовании местных сырьевых ресурсов.	3	Роль нано и микро добавок при утилизации местных материалов и отходов производства.

#### 4.2 Перечень лабораторных работ по дисциплине «Нано и микродобавки в производстве строительных материалов»

1. Определение физических свойств сырья для производства нанотрубок
2. Получение УНТ на установке
3. Ультразвуковая обработка УНТ
4. Получение нанокompозитов пригодных для ж/б конструкций
5. Функционализации УНТ
6. Изучение свойств строительных материалов на основе УНТ: электропроводность, прочность

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **«Нано и микродобавки в производстве строительных материалов»**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. Такими формами являются организация компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Преподаватели вуза выбирают методы и средства обучения, наиболее полно отвечающие их индивидуальным особенностям и обеспечивающие высокое качество учебного процесс. Однако формирование регламентированных ФГОС компетенций осуществляется и при информационно - рецептивном или репродуктивном методе обучения и при более продуктивном методе проблемного изложения, как и применение рейтинговой системы аттестации студентов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 47 % аудиторных занятий.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1 Вопросы для подготовки к экзамену**

1. История развития нанотехнологий, предпосылки бурного «нанотехнологического» скачка.
2. Основные виды наноматериалов и способы их получения
3. Методы анализа структуры наноматериалов и активного воздействия на них
4. Свойства наноматериалов
5. Области применения наноматериалов
6. Наноустройства
7. Нанокompозиты
8. Наноматериалы на основе полиоксометаллатов
9. Пленочные наноматериалы
10. Новые области исследований, связанные с нанотехнологиями, перспективы развития направления
11. Основные группы методов получения наноразмерных материалов. Диспергационные методы. Конденсационные методы. Растворные методы. Методы основанные на процессах конденсации вещества из газовой фазы.
12. Промышленное производство и использование наночастиц.
13. Современные тенденции в производстве наночастиц.
14. Исследования наноматериалов методами оптической микроскопии. Основные методы оптической микроскопии.
15. Исследования наноматериалов методами ЭМ
16. История ЭМ. Особенности и элементы ЭМ
17. Просвечивающая ЭМ-ПЭМ (ТЕМ). Получение пучка электронов в ПЭМ
18. Сканирующая (растровая) ЭМ-РЭМ (SEM). Основные параметры РЭМ
19. Методы РЭМ – Топография. Химический и структурный анализ.
20. Вторичные эффекты. Дифракция обратно рассеянных электронов
21. Энергодисперсионный анализ. Спектральнодисперсный анализ. Химический анализ.
22. Низковакумные РЭМ. Локальная компенсация заряда. Манипуляторы.
23. Сканирующий ПЭМ (STEM)
24. Амплитудный контраст. Дифракция электронов в ПЭМ

25. Основы использования сканирующей зондовой микроскопии для исследования наноматериалов и наноструктур
26. Что такое СЗМ
27. Классификация методов СЗМ
28. Краткая история метода СЗМ
29. Принципы работы СЗМ. Типы зондов и взаимодействий
30. Сканирующая туннельная микроскопия. Основные методики СТМ.

## **6.2 Вопросы Рейтинг-контроля**

### **РК №1**

1. История возникновения микродобавок и нанотехнологии в производстве строительных материалов. Примеры.
2. Изменение свойств вяжущих веществ при введении нано и микродобавок
3. Роль ПАВ в механизме работы нано и микроструктур в строительных растворах
4. Классификация макро и нанодобавок по химическому составу и механизму поведения в различных строительных материалах
5. Реологические свойства материалов и методы их определения
6. Методы получения наноматериалов
7. Классификация макро и нано добавок при производстве строительных материалов
8. Химическая природа наноструктур
9. Чем отличаются микро и нано добавки в строительных материалах
10. Что такое «умный бетон»

### **РК №2**

11. Изменение технологических и физических свойств строительных материалов при введении микродобавок
12. Методы получения микро- и нанодобавок
13. Что такое нанопористые материалы
14. Какие металлы поддаются наноструктурированию
15. Что такое «самоочищающиеся» строительные материалы
  
16. Структурные особенности наноструктурированных бетонов
17. Огнестойкие наноматериалы
18. Методика определения электропроводности в наноструктурированных бетонах
19. Дефекты структуры строительных материалов
20. Механизм залечивания дефектов бетонов с помощью УНТ

### **РК №3**

21. Что такое функционализация УНТ
22. УНТ, фуллерены и графены
23. Нанокремнезень и его применение в производстве дорожно-строительных материалов
24. Энергоэффективность использования микро- и наноматериалов в строительной отрасли
25. Получение геотекстиля на основе УНТ
26. Технология залечивания дефектов ж/б конструкций на действующих объектах
27. Асфальтобетоны и их технико-экономические и технологические показатели при использовании нано структур различного генезиса.
28. Функционализация УНТ и механизм внедрения в структуру групп ОН и металлов.
29. Теплоизоляционные материалы на основе утилизации отходов промышленности силикатных материалов, модифицированных различными наноструктурами.

### 6.3 Вопросы для СРС

1. Нанотехнологии. От алхимии к химии и дальше.
2. Развитие в России работ в области нанотехнологий.
3. Химические методы получения наночастиц.
4. Принципы манипуляции атомами и молекулами.
5. Электронные элементы на основе углеродных нанотрубок.
6. Физико-химические основы получения наноматериалов
7. Нанопроектирование металлических материалов
8. Методы изучения наноструктур. Исследования наноматериалов методами электронной микроскопии
9. Основные виды наноматериалов и способы их получения
10. Нанокompозиты и нанопористые материалы.
11. Естественное наноструктурирование.
12. Ричард Фейнман – пророк нанотехнологической революции.
13. Технологии наночастиц и их применение
14. Технологии наночастиц
15. Прогноз развития нанотехнологий до 2050 г.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (Модуля)

#### Основная литература:

1. Рыжонков Д.И. Наноматериалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 3-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.-365 с.
2. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин. - М. Лаборатория знаний : БИНОМ., 2014. 400 с.
3. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Старостин. - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. -431 с

#### Дополнительная литература:

1. Компьютерное моделирование и оптимизирование составов композиционных строительных материалов: Монография / В.В. Белов, А.Н. Бобрышев, В.Т. Ерофеев, И.В. Образцов, А.А. Бобрышев, А.И. Меркулов, П.С. Ерофеев, И.Н. Максимова, Д.А. Меркулов. - М., Издательство АСВ, 2014. - 264 с.
2. Нанотехнологии и специальные материалы: Учебное пособие для вузов. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2009. -336 с.
3. Наномир без формул [Электронный ресурс] / Ю. И. Головин ; под ред. проф. Л. Н. Патрикеева. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 543 с.

#### Журналы:

Научный интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве», 2013г.

### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### «Нано и микродобавки в производстве строительных материалов»

Лекции по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной видеопроектором. В процессе обучения используются слайды, презентации, видеоматериал, фотоиллюстрации, графические материалы (чертежи), отражающие суть представляемого материала.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

Автор (ы) доцент кафедры СП Л.В. Закревская Закревская Л.В.

Рецензент (ы) ОО "Вэртис", ген. дир. - Алексей Д.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании СП

протокол № 14 от 13.09.15 года

Заведующий кафедрой Ким Б.Г. [подпись]

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 08.03.01 - "Строительство"

Протокол № 8 от 16.09.15 года

Председатель комиссии [подпись]

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08 2016 года

Заведующий кафедрой СП [подпись] Ким Б.Г.

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08 2017 года

Заведующий кафедрой СП [подпись] Ким Б.Г.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Заведующий кафедрой СП \_\_\_\_\_ Ким Б.Г.