

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
работе  
\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений  
Блока 1 «Дисциплины (модули)»

**«Нанотехнологии в строительном материаловедении»**

Направление подготовки магистров – 08.04.01 Строительство  
Направленность (профиль) – Технология строительных материалов,  
изделий и конструкций.

Тип задач профессиональной деятельности – технологический.

Форма обучения – очная и заочная.

Инженерно-строительный факультет  
Кафедра производства строительных изделий и конструкций  
Семестр 3

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки магистров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: к.т.н., доцент

М. А. Смирнов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПСК  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_.

Заведующий кафедрой

В. В. Белов

Согласовано  
Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## 1. Цель и задачи дисциплины.

**Целью** изучения дисциплины «Нанотехнологии в строительном материаловедении» является получение знаний о наиболее важных приемах управления структурой и свойствами композиционных материалов с использованием нанотехнологий.

Задачами дисциплины являются:

- ознакомление студентов с современным состоянием исследованием в нанотехнологиях;
- изучение основных подходов в нанотехнологиях применительно к производству строительных материалов и изделий и методов получения наноструктурных материалов;
- изучение способов управления структурой и свойствами композиционных материалов ведением высокодисперсных частиц.

## 2. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, умения и навыки по составлению отчетов по практикам и по выполнению выпускной квалификационной работы, приобретенные в процессе обучения по образовательной программе высшего образования уровня бакалавриата или специалитета по направлению «Строительство».

Приобретенные знания и умения в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем для изучения профильных дисциплин подготовки магистров по направлению «Строительство», при прохождении практик и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.

### 3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине

**Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:**

ПК-2. Способен проводить оценку технологических решений производства и способов применения строительных материалов, изделий и конструкций

**Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:**

ИПК-2.1. Осуществляет выбор информационных ресурсов о технологических решениях и способах производства (применения) строительных материалов, изделий и конструкций, выполняет оценку преимуществ и недостатков заданного технологического решения производства и способа применения строительных материалов, изделий и конструкций

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

З1. Современные методы регулирования свойств строительных композитов с использованием нанотехнологий.

**Уметь:**

У1. Обосновывать оптимальный выбор нанотехнологической продукции для регулирования свойств строительных материалов

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Владеть приемами управления структурой строительных материалов путем введения нанодисперсных порошков.

**Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:**

ПК-3. Способен организовывать и проводить испытания строительных материалов, изделий и конструкций

**Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:**

ИПК-3.1. Осуществляет выбор методик испытаний строительных материалов, изделий и конструкций, выполняет проведение лабораторных испытаний по контролю показате-

лей качества сырьевых материалов (компонентов) и определению свойств продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

**З1.** Методы и процессы получения наноструктурных частиц.

**Уметь:**

**У1.** Применять нанотехнологические подходы для улучшения эксплуатационных свойств строительных материалов.

**Иметь опыт практической подготовки:**

**ПП1.** Владеть методами оценки свойств высокодисперсных наполнителей.

**4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы.**

**ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

**Таблица 1а.** Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы.

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
В том числе:		
Лекции		26
Практические занятия (ПЗ)		26
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		<b>56+36 (экз)</b>
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - проработка лекционного материала - подготовка к защите лабораторных работ		36
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		20+36 (экз)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		<b>26</b>
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		26
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

**ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

**Таблица 1б.** Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы.

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
В том числе:		
Лекции		6
Практические занятия (ПЗ)		8
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены

<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		121+9 (экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Контрольные работы		20
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - проработка лекционного материала - подготовка к защите лабораторных работ		101
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		0+9 (экз)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		8
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		8
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

## 5. Структура и содержание дисциплины.

### 5.1 Структура дисциплины.

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

**Таблица 2а.** Разделы дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы.

№	Наименование модуля	Труд-ть в часах	Лекции	Практические занятия	Сам. работа
1	Современные тенденции в развитии нанотехнологий	24	4	8	8 + 4 (экз.)
2	Основные подходы в нанотехнологиях	32	6	-	16 + 10 (экз.)
3	Методы синтеза наночастиц	42	8	8	16 + 10 (экз.)
4	Применение углеродных нанотрубок и родственных структур в производстве строительных материалов.	46	8	10	16 + 12 (экз.)
	Всего	144	26	26	56 + 36 (экз.)

#### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

**Таблица 2б.** Разделы дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы.

№	Наименование модуля	Труд-ть в часах	Лекции	Практические занятия	Сам. работа
1	Современные тенденции в развитии нанотехнологий	13	1	-	10 + 2 (экз.)
2	Основные подходы в нанотехнологиях	33	1	-	30 + 2 (экз.)

3	Методы синтеза наночастиц	44	2	-	40 + 2 (экз.)
4	Применение углеродных нанотрубок и родственных структур в производстве строительных материалов.	54	2	8	41 + 3 (экз.)
	Всего	144	6	8	121 + 9 (экз.)

## 5.2 Содержание разделов дисциплины.

### МОДУЛЬ 1 «Современные тенденции в развитии нанотехнологий»:

Место нанотехнологий в строительном материаловедении. Приоритетные национальные задачи. Возникновение и развитие нанотехнологии. Общемировые затраты на нанотехнологические проекты.

### МОДУЛЬ 2 «Основные подходы в нанотехнологиях»:

Классификация наноструктурных материалов. Основные методы получения наноструктурных материалов. Классификация наноструктурных материалов: кластер, нанопористые твердые вещества, наночастицы, нанотрубки и нановолокна, нанодисперсии, наноструктурные поверхности и пленки, нанокристаллические материалы.

### МОДУЛЬ 3 «Методы синтеза наночастиц»:

Основные классы методов получения наночастиц: высокотемпературная конденсация из газовой фазы, жидкофазная конденсация, диспергирование. Получение аэрогелей. Получение ксерогелей. Получение наночастиц распылением.

**МОДУЛЬ 4 «Применение углеродных нанотрубок и родственных структур в производстве строительных материалов»:**

Аллотропные модификации углерода. Структуры фуллероидного типа. Особенности строения наноуглеродных структур. Свойства фуллероидных наночастиц. Перспективные направления для применения углеродных нанотрубок современной промышленности строительных материалов. Возможности улучшения свойств пластификаторов бетонных смесей за счет их модификации фуллероидными нанодобавками. Использование углеродных нанотрубок в качестве высокопрочной дисперсной арматуры. Применение природных фуллеренов – шунгита для обеспечения высоких защитных свойств бетону, использование наноуглеродных структур для активации воды. Теоретические аспекты модифицирования цементных систем высокодисперсными минеральными добавками. Влияние ультрадисперсных микронаполнителей на процессы гидратации, структурообразование и свойства цементных систем.

## 5.3 Практические занятия

### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Тематика практических занятий и их трудоемкость

Порядковый номер модуля Цели практикума	Наименование практических занятий	Трудоемкость в часах
Модуль 1 Цель: знакомство со стандартами серии ISO/TS 80004	Критические технологии РФ. (Цели и задачи Нанотехнологического общества России. Содержание периодических изданий, публикующих результаты фундаментальных и прикладных исследований в области нанонаук. Знакомство ISO/TS 80004.)	8
Модуль 3	Реализации нанотехнологий в строительном ма-	8

Цель: изучение реализации нанотехнологий в материаловедении	териаловедении. Анализ методов синтеза наночастиц применяемых в строительной отрасли.	
Модуль 4 Цель: изучение способов улучшения свойств строительных материалов с использованием нанотехнологий.	Механизмы повышения показателей эксплуатационных свойств строительных материалов. (Конкретные пути, преимущества и недостатки направления реализации, связанного с введением в строительные композиции первичной нанотехнологической продукции).	10

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

**Таблица 3а. Тематика практических занятий и их трудоемкость**

Порядковый номер модуля Цели практикума	Наименование практических занятий	Трудоемкость в часах
Модуль 4 Цель: изучение способов улучшения свойств строительных материалов с использованием нанотехнологий.	Механизмы повышения показателей эксплуатационных свойств строительных материалов. (Конкретные пути, преимущества и недостатки направления реализации, связанного с введением в строительные композиции первичной нанотехнологической продукции).	8

### 6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости.

#### 6.1. Цели самостоятельной работы.

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

#### 6.2. Организация и содержание самостоятельной работы.

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости, зачету, в выполнении контрольной работы.

В рамках дисциплины выполняется три лабораторные работы, которые защищаются посредством устного опроса. Максимальные и минимальные оценки в баллах за выполнение и защиту каждой работы приведены в рейтинг-плане дисциплины.

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

#### 7.1. Основная литература.

1. Перспективные строительные материалы и технологии : учебное пособие / В.В. Белов [и др.]; Тверской государственной технический университет ; под общей редакцией В.В. Белова. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0876-0 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/118966> . - (ID=118966-1)

2. Перспективные строительные материалы и технологии : учебное пособие / В.В. Белов [и др.]; Тверской государственной технический университет ; под общей редакцией В.В.

Белова. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - 107 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0876-0 : [б. ц.]. - (ID=120567-65)

3. Пул, Ч. (мл.). Нанотехнологии : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / Пул, Ч. (мл.), Ф. Оуэнс. - М. : Техносфера, 2009. - 335 с. - (Мир материалов и технологий. VI; 23). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-94836-201-4 : 201 р. 60 к. - (ID=74668-2)

4. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / Д.И. Рыжонков, В.В. Левина, Э.Л. Дзидзигури. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 365 с. : ил., табл. - (Нанотехнологии) (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9963-0345-8 : 246 р. 40 к. - (ID=78277-10)

## 7.2. Дополнительная литература.

1. Гончаров, С.А. Нанотехнологии и нанокристаллические материалы в горной промышленности : учеб. пособие для вузов по спец. "Физ. процессы горн. и нефтегазового права" / С.А. Гончаров, Н.Ю. Чернегов; Моск. гос. горный ун-т. - М. : Московский гос. горный ун-т, 2006. - 100 с. - (Высшее горное образование / ред. совет: Л.А. Пучков (пред.) [и др.]). - Библиогр. : с. 98. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7418-0444-6 : 129 р. 60 к. - (ID=64623-2)

2. Дьячков, П.Н. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения / П.Н. Дьячков. - М. : Бином : Лаборатория знаний, 2006. - 293 с. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Нанотехнология). - Библиогр. : с. 268 - 285. - Текст : непосредственный. - ISBN 8-94774-341-8 : 170 р. - (ID=67778-2)

3. Справочник Шпрингера по нанотехнологиям : в 3 т. Т. 1 / под ред. Б. Бхушана ; пер. с англ. под общ. ред. А.П. Саурова ; Моск. гос. ин-т электрон. техники (техн. ун-т). - М. : Техносфера, 2010. - 862 с. : ил. - (Мир материалов и технологий. VI; 29). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-94836-262-5 (т. 1) : 960 р. - (ID=86562-3)

4. Справочник Шпрингера по нанотехнологиям : в 3 т. Т. 2 / под ред. Б. Бхушана ; пер. с англ. под общ. ред. А.П. Саурова ; Моск. гос. ин-т электрон. техники (техн. ун-т). - М. : Техносфера, 2010. - 1039 с. : ил., граф., табл. - (Мир материалов и технологий. VI; 30). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-94836-263-2 (т. 2) : 960 р. - (ID=86563-3)

5. Справочник Шпрингера по нанотехнологиям : в 3 т. Т. 3 / под ред. Б. Бхушана ; пер. с англ. под общ. ред. А.П. Саурова ; Моск. гос. ин-т электрон. техники (техн. ун-т). - М. : Техносфера, 2010. - 831 с. : ил., граф. - (Мир материалов и технологий. VI; 31). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-94836-264-9 (т. 3) : 960 р. - (ID=86564-3)

6. Егорова, Е.М. Нанотехнологии: методология исследований действия наночастиц металлов на биологические объекты : учебное пособие для вузов / Е.М. Егорова, А.А. Кубатиев. - Москва : Юрайт, 2022. - 188 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-12250-3. - URL: <https://urait.ru/bcode/494652>. - (ID=146045-0)

7. Попович, А.А. Современные проблемы нанотехнологии : учеб.-метод. комплекс "Современные проблемы нанотехнологии" / А.А. Попович, И.Н. Мутьлина, В.В. Андреев. - Москва : Проспект, 2016. - 404 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-392-20746-6 : 450 р. - (ID=74608-2)

8. Мартин-Пальма, Р. Нанотехнологии: ударный вводный курс : учеб. пособие / Р. Мартин-Пальма, А. Лахтакия; пер. с англ.: Е.Г. Заболоцкого, А.В. Заболоцкого. - Долгопрудный : Интеллект, 2014. - 206 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-91559-146-1 : 1012 р. - (ID=105397-4)

9. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие для вузов по напр. "Нанотехнологии" : в составе учебно-методического комплекса / В.В. Старостин. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 431 с. - (Нанотехнологии) (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9963-0346-5 : 242 р. - (ID=78276-10)



10. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В. А. Рогов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 190 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00528-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490806> (дата обращения: 24.10.2022). - (ID=151013-0)

### 7.3. Методические материалы

1. Приложение к рабочей программе дисциплины "Нанотехнологии в строительном материаловедении" направления подготовки 08.04.01 Строительство. Профиль: Технология строительных материалов, изделий и конструкций : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Производство строительных конструкций ; сост. М.А. Смирнов. - 2017. - (УМК-ПП). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/125454> . - (ID=125454-0)
2. Учебно-методический комплекс дисциплины "Нанотехнологии в строительном материаловедении" направления подготовки 08.04.01 Строительство. Профиль: Технология строительных материалов, изделий и конструкций : ФГОС 3+ / Каф. Производство строительных конструкций ; сост. М.А. Смирнов. - 2017. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/117792> . - (ID=117792-1)

### 7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

### 7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы:<https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ:<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань":<https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн":<https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»:<https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»):<https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY:<https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.]. Диск 1,2,3,4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
  9. База данных учебно-методических комплексов:<https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>
  10. Гарант и Консультант Плюс

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/117792>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Кафедра «Производство строительных изделий и конструкций» имеет аудитории для проведения лекций и практических занятий по дисциплине; специализированные учебные классы, оснащенные современной компьютерной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями для проведения практических работ и самостоятельной работы.

В процессе обучения используются слайды, фотоиллюстрации, отражающие суть представляемого материала. Возможна демонстрация лекционного материала с помощью оверхед-проектора (кодоскопа) и мультипроектора.

## **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

### **9.2. Оценочные средства промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».
2. Вид промежуточной аттестации – по результатам текущего контроля знаний обучающегося без дополнительных контрольных испытаний.
3. Критерии проставления зачета – оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех учебных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

### **9.3. Оценочные средства промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы**

Учебным планом курсовая работа и курсовой проект по дисциплине не предусмотрены.

## **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.**

Студенты перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с возможностью получения зачета по результатам текущей успеваемости, с формами защиты выполненных лабораторных работ.

Рекомендуется обеспечить студентов, изучающих дисциплину, электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению лабораторных работ, к выполнению расчетно-графической работы, а также всех видов самостоятельной работы.

Преподаватели вуза выбирают методы и средства обучения, наиболее полно отвечающие их индивидуальным особенностям и обеспечивающие высокое качество учебного процесса.

Студенты перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с системами кредитных единиц и модульно-рейтинговой системой обучения и оценки текущей успеваемости, которые должны быть опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

В учебном процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закреплённому за ним модулю дисциплины.

## **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний кафедры, форма которых утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.