

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор архитектурно-строительного
института
Уваров В.А.
«28» *сентября* 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Структурная топология дисперсных систем и композитов

Направление подготовки:

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки:

**Материаловедение и технологии
конструкционных и специальных материалов**

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт: архитектурно-строительный

Кафедра: материаловедения и технологии материалов

Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ №1331 от 12 ноября 2015 г.;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

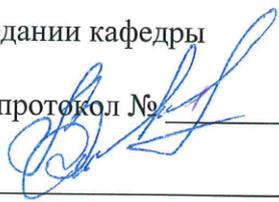
Составитель (составители): д.т.н., проф.  В.В. Строкова
ст. преп.  Д.О. Бондаренко

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
материаловедения и технологии материалов 

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф. В.В. Строкова

« 19 » января 2016 г.

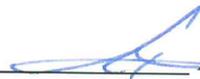
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 19 » января 2016 г., протокол № 1 

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф. В.В. Строкова

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 28 » января 2016 г., протокол № 6

Председатель: к.т.н., доц.  А.Ю. Феоктистов

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
1	ПК-11	Способность применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: физику и структуру конденсированного состояния вещества – кристаллических, жидких и дисперсных материалов; термодинамику и фазовые переходы первого и второго рода; уровни фазотопологических (ФТС) неупорядоченных конденсированных систем – твердых тел, жидкостей и дисперсных материалов; поверхностные и размерные эффекты при измельчении материалов; основные принципы формирования структур топологического беспорядка; основные закономерности распределения частиц зернистых и дисперсных материалов при высокоплотной их упаковке; основные положения, вытекающие из этой закономерности.</p> <p>Уметь: теоретически и экономически обоснованно делать выбор рациональных технологических способов получения прогрессивных композитов; управлять через состав, дисперсностью композита, технологическими параметрами, конструкционными и функциональными свойствами строительных материалов и изделий; на стадиях подготовки сырья и технологических переделах принимать новые технические и технологические решения со знанием основ структурной топологии.</p> <p>Владеть: способами синтеза полученной информации для определения геометрических особенностей структурных параметров наноразмерных материалов; знаниями уравнений и фундаментальных постоянных структуры; знаниями достижений науки и техники и применять их в технологии эффективных композиционных материалов и изделий.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Кристаллография и дефекты кристаллического строения
2	Основы нанотехнологий

4	Термодинамика в материаловедении
5	Композиционные материалы конструкционного и специального назначения

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Модификаторы для композитов различного назначения

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	34	34
лекции	17	17
лабораторные		
практические	17	17
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	74	74
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	29	29
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Э	Э
	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
Теоретические положения структурной топологии					
1	Введение. Цели и задачи дисциплины. Предмет, основные объекты изучения дисциплины. Основные понятия и положения.	1			1
2	Регулярные (трансляционные) укладки и случайная упаковка твердых сфер (атомов, ионов в кристаллической решетке и в жидкостях).	1			1

3	Принципы формирования структур топологического беспорядка.		3		2
4	Получение общей закономерности распределения зерен по размерам при высокоплотной их упаковке.		2		2
5	Предсказания ОТС (общей теории систем) в топологии структуры зернистого слоя и строительных композитов.	2			2
6	Способы получения высокоплотных зернистых смесей.	2			2
7	Методика расчета высокоплотных зернистых смесей и строительных композитов.		2		
8	Фазовые и топологические переходы при плавлении, кипении, псевдосжижении зернистого слоя и диспергировании вещества. Вывод уравнения ФТП. Построение схем уровней фазотопологических состояний (ФТС) веществ с кристаллической решеткой и неупорядоченных систем.		3		2
9	Фундаментальные топологические характеристики неупорядоченных систем: плотность покрытия и укладок твердой дисперсной фазы в композитах	1			1
10	Пороги дисперсности при измельчении материалов.		2		2
11	Пороги протекания в кристаллических решетках и в случайной упаковке сфер (частиц).	1			1
12	Теория прочности твердых поризованных композитов	1			1
13	Топология структуры ячеистых бетонов.		2		1
14	Дисперсное армирование ячеистых композитов.	1			2
15	Зерновой состав заполнителя и топология структуры легких и тяжелых бетонов.		3		2
16	Краевые задачи строительного материаловедения.	1			1
Процессы и синтез дисперсных систем и композитов на их основе					
17	Классификация дисперсных систем по их уровню (степени измельчения или дисперсности). Количественное соотношение между фазами и плотность системы.	1			1
18	Дисперсность, форма частиц, зерновой состав и строение высокодисперсных систем.	2			2
19	Основные положения синтеза высокоплотных дисперсных систем.	1			1
20	Применение принципа механоактивации при управлении процессом синтеза высокодисперсных систем и структурообразования композитов на их основе.	1			1
21	Принципы модификации дисперсных систем на наноуровне.	1			1
	ВСЕГО	17	17		29

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 8				
1	Получение общей закономерности распределения зерен по размерам при высокоплотной их упаковке	Определение формы зерен и расчет коэффициента (фактора) формы.	2	2

2	Построение схем уровней фазотопологических состояний (ФТС) веществ с кристаллической решеткой и неупорядоченных систем.	Построение схем уровней формирования структур топологического беспорядка и фазотопологических состояний (ФТС) систем, наделенных дискретностью.	3	3
3	Принципы формирования структур топологического беспорядка	Определение координационного числа частиц в зернистых и дисперсных материалах.	3	3
4	Методика расчета высокоплотных зернистых смесей и строительных композитов	Расчет размера контрольных образцов бетона и толщины минеральной оболочки на зернах заполнителя при наибольшем их обжатии.	2	2
5	Зерновой состав заполнителя и топология структуры легких и тяжелых бетонов.	Расчет и подбор высокоплотных составов заполнителя для строительных композитов.	3	3
6	Топология структуры ячеистых бетонов	Расчет структурообразующих элементов и состава пенобетона.	2	2
7	Пороги дисперсности при измельчение материалов	Определение порога критического и предельного измельчения строительных материалов.	2	2
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:			34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Теоретические положения структурной топологии	Сингонии и типы кристаллических структур, способы и плотность укладки атомов в кристаллах и жидкостях.
2		Фундаментальные топологические характеристики упорядоченных и неупорядоченных системах. Привести пример для металлов.
3		Классификация структур топологического беспорядка.
4		Принципы формирования структур топологического беспорядка.
5		Термодинамика фазовых и топологических переходов.
6		Изоморфизм и полиморфизм в кристаллах, симметричные формы.
7		Вывод простейшего уравнения распределения элементов структуры – полиморфной формы.
8		Понятия системы и хаоса, симметрия и свойства системности изучаемых объектов.

		размерам в абстрактной системе, ее анализ.
12		Размеры пустот в случайной укладке твердых сфер и их характеристика.
13		Классы систем распределение зерен по размерам.
14		Бимодальные упаковки и их свойства.
15		Предсказание ОТС в топологии зернистого слоя.
16		Вывод величин критических плотностей упаковки твердых сфер.
17		Вывод выражения для пристенного фактора.
18		Получение элементов золотого геометрического и топологического сечения. Исходные уравнения значения их в природе и технике (в компьютерных системах).
19		Высокоплотные полидисперсные смеси наполнителей (наполнителей) и их значение в технологии композитов.
20		Вывод уравнения для объемной доли наполнителя (наполнителя) в композитах, его анализ.
21		Способы получения высокоплотных зерновых составов.
22		Вывод выражения для расхода по массе и объему каждой фракции для получения высокоплотной полидисперсной системы.
23		Расчет плотности упаковки зерен в полидисперсных смесях заданного гранулометрического состава.
24		Эффективность зерновых составов по гранулометрии в бетонах и полимерных композитах.
25		Расчет удельной поверхности зерен.
26		Простейшая модель топологического перехода. Ее математический исток.
27		Вывод уравнения ФТП и его анализ.
28		Схемы уровней ФТС и их анализ на примере случайной упаковки.
29		Уравнения для координационного числа взаимодействующих и не взаимодействующих элементов структуры.
30		Практическое приложение топологических характеристик к критическому состоянию вещества, жидкому гелию, бетону и строительному раствору.
31		Критическая дисперсность микро- и нанодисперсных материалов.
32		Пороги протекания в случайной упаковке твердых сфер.
33		Пороги протекания в кристаллических решетках по данным схем уравнений ФТС.
34		Уравнение для индекса амплитуды плотности упаковки и получение величин топологической плотности упаковки зерен сферической формы.
35		Перколяционные индексы и приложение их к исследованию экстремальных зависимостей свойств строительных композитов.
36		Критические показатели степени степенных законов и их приложения в теории прочности композитов.
37		Типы структур композитов. Влияние объемной доли наполнителя (наполнителя) на их свойства.
38		Теория прочности ячеистых бетонов.
39		Порообразующие элементы структуры пористых материалов

		на примере пенобетона.
40	Процессы и синтез дисперсных систем и композитов на их основе	Принципы и стадии расчета состава пенобетона заданной средней плотности. Кратность пеноцементной суспензии.
41		Уравнение для толщины перегородки поризованных материалов.
42		Дисперсное армирование пенобетона и пенопластов. Критическая длина волокна.
43		Уравнения для критической и рациональной длины волокна в дисперсно- армированных поризованных материалах.
44		Влияние крупного заполнителя на прочность легких и тяжелых бетонов. Характер разрушения образцов.
45		Условия необходимости и достаточности моделей разрушения композитов.
46		Уравнения для прочности при сжатии тяжелого бетона в зависимости от зернового состава заполнителя.
47		Кривая зависимости прочности при сжатии тяжелого бетона от объемной доли крупного заполнителя.
48		Объяснение гиперболической зависимости прочности при сжатии от высоты образцов строительных композитов. Условия для эффективного их армирования.
49		Модели стесненного и свободного формирования минеральной оболочки на зернах заполнителя.
50		Реверс собственных деформаций минеральных оболочек на зернах заполнителя с усадочным и расширяющимся минеральным вяжущим веществом.
51		Уравнения для оптимальной толщины минеральной оболочки на зернах заполнителя для свободного стесненного ее формирования.
52		Рассчитать относительное изменение силы обжатия зерен минеральной оболочкой на усадочном цементе в строительном растворе следующего состава: Ц:П = 1:4, В/Ц=0,5. Плотность упаковки зерен кварцевого песка $\eta=0,60$. Водопотребность цемента на его гидратацию – $0,25Ц$, вовлеченная пористость 5%. Средняя плотность цементного камня – 2100 кг/м^3 .
53		Классификация дисперсных систем по их уровню (степени измельчения или дисперсности).
54		Особенности фазового состава высококонцентрированных дисперсных систем.
55		Особенности зернового состава и факторы, влияющие на плотность упаковки высокодисперсных систем.
56		Основные принципы синтеза высококонцентрированных дисперсных систем.
57		Массовое и объемное содержание фаз в высококонцентрированных дисперсных системах.
58		Особенности реологии высококонцентрированных дисперсных систем.
59		Активационные процессы при синтезе высокодисперсных систем. Особенности процессов передачи механической энергии при ударном воздействии.
60		Особенности активационных процессов в различных типах механохимических реакторов.
61	Принципы модификации высокодисперсных систем на	

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

На выполнение индивидуального домашнего задания отводится 9 часов. Конкретизация тематик осуществляется с учетом специфики научной работы бакалавра. Целью данной дисциплины является повышение профессионального уровня бакалавра, глубоко владеющего основами структурной топологии для разработки технологий и нанотехнологий, получения новых современных композитов. Специалист должен быть подготовлен к созданию новых технологий с учетом максимальной экономии и рационального использования сырьевых, топливно-энергетических ресурсов, снижения трудоемкости как в сфере производства, так и в сфере их применения. Это может быть достигнуто в результате знания специалистами структурных, поверхностных, размерных, химических и термодинамических эффектов и синергизма сырьевых материалов, подготовленных к новым технологиям композитов строительного и специального назначения.

Задание: Рассчитайте зерновой состав заполнителя для класса системы m . Плотность упаковки зерен каждой узкой фракции η . Средний размер зерен d_1 .

Варианты заданий:

№ варианта	m	η	d_1
1	4	0,62	10–5
2	5	0,58	40–20
3	6	0,60	20–10
4	3	0,62	10–5
5	6	0,60	40–20
6	5	0,62	10–5
7	7	0,60	20–10
8	8	0,60	20–10
9	8	0,58	40–20
10	9	0,58	40–20

5.4. Перечень контрольных работ.

Не предусмотрено рабочим планом.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Хархардин А.Н. Структурная топология дисперсных материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Хархардин. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2011. – 288 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918063071432700003937>.

2. Структурная топология. Метод определения критического размера микро- и наночастиц простых и сложных веществ [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению практ. работ для студентов днев. и заоч. форм обучения / А.Н. Хархардин, А.В. Череватова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. – 15 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918063071432700003937>.

3. Хархардин, А.Н. Структурная топология дисперсных материалов: практикум: учеб. пособие / А.Н. Хархардин, В.В. Строкова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2011. – 138 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Дерябин В.А. Физическая химия дисперсных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Дерябин, Е.П. Фарафонтова. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2015. – 88 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66609.html>.

2. Хайнике Г. Трибохимия / пер. с англ. – М.: «Химия», 1987. – 582с.

3. Авакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. – Новосибирск: «Наука», 2-е издание, 1986. – 303с.

6.3. Перечень интернет ресурсов

Не предусмотрено рабочей программой.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

7.1. Перечень программного обеспечения

– Microsoft Office Professional 2013 (или аналог).

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 6 заседания кафедры от «18» мая 2016 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  В.В. Строкова

Директор института д.т.н., проф.  В.А. Уваров

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями
Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2017/2018
учебный год.

Протокол № 5 заседания кафедры от «23» мая 2017г.

Дополнить:

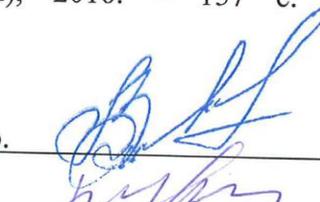
п. 6.1. Перечень основной литературы

1. Хархардин А.Н. Дискретная топология [Электронный ресурс]: учебник А.Н. Хархардин. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2016. – 620 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016030910563207900000656874>.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Артамонова О.В. Синтез наномодифицирующих добавок для технологии строительных композитов [Электронный ресурс]: монография / О.В. Артамонова. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 100 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59131.html>.

2. Ильина Л.В. Технология бетона [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.В. Ильина. – Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2016. – 157 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68851.html>.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  В.В. Строкова

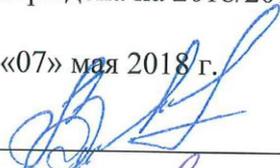
Директор института д.т.н., проф.  В.А. Уваров

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 6 заседания кафедры от «07» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  В.В. Строкова

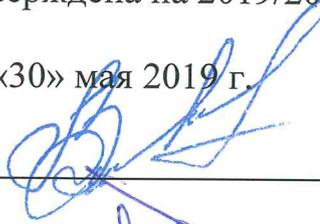
Директор института д.т.н., проф.  В.А. Уваров

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

Протокол № 5 заседания кафедры от «30» мая 2019 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  В.В. Строкова

Директор института д.т.н., проф.  В.А. Уваров

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 3 заседания кафедры от « 28 » 04 2020 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  В.В. Строкова

Директор института д.т.н., проф. В.А. Уваров

