

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 » *Инварь* 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Физико-химические процессы структурообразования в материаловедении

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): к.г.-м.н., доц.  И.В. Жерновский

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой материаловедения и технологии материалов

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

« 19 » сентября 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 19 » сентября 2016 г., протокол № 11

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 28 » сентября 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	
Профессиональные			
1	ПК-10	Способность оценивать качество материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: основные принципы влияния особенностей микро- и наноструктуры материалов на их эксплуатационные свойства.</p> <p>Уметь: проводить интерпретацию влияния технологических и техногенных воздействий на материалы в аспекте изменения и их структурного состояния.</p> <p>Владеть: методами прогнозирования свойств материалов на основании представлений о процессах структурообразования.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Физика
2	Неорганическая химия
3	Математика
4	Физическая химия

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Проектирование и производство изделий из композиционных материалов

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4зач. единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	34	34

лабораторные	17	17
практические		
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	93	93
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	57	57
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36 Э	36 Э

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. Атомная структура твердых тел					
	Межатомное взаимодействие. Кристаллическая структура. Кристаллические системы и пространственные решетки. Кристаллические структуры металлов. Кристаллические структуры керамических материалов. Кристаллические структуры полимеров. Индексы кристаллографических плоскостей и направлений. Представление ориентаций: стереографическая проекция. Экспериментальные кристаллографические методы. Закон Вульфа – Брэггов. Рентгеновские методы. Электронная микроскопия. Кристаллографические текстуры.	2		2	4
2. Дефекты в кристаллах					
	Точечные дефекты. Типы точечных дефектов. Термодинамика точечных дефектов. Экспериментальное доказательство существования точечных дефектов. Дислокации. Геометрия дислокаций. Методы обнаружения дислокаций. Межзеренные границы. Терминология и определения. Атомная структура межзеренных границ. Малоугловые границы. Высокоугловые границы. Фазовые границы. Классификация фазовых границ. Феноменологическое описание межфазных границ.	4			4
3. Сплавы					
	Строение сплавов. Термодинамика сплавов. Твердые растворы. Интерметаллические соединения. Упорядоченные твердые растворы. Фазы химических соединений. Фазы с высокой плотностью упаковки. Электрон-	6		15	28

	<p>ные фазы (фазы Юм-Розери). Многокомпонентные системы.</p> <p>Диаграммы состояния.</p> <p>Диаграмма состояния сплавов с неограниченной взаимной растворимостью компонентов. Диаграмма состояния сплавов с полным отсутствием растворимости компонентов. Диаграмма состояния с перитектическим превращением. Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Диаграмма состояния сплавов, в которых образуется химическое соединение компонентов. Диаграмма состояния сплавов, испытывающих полиморфные превращения. Зависимость свойств сплава от вида диаграммы состояния.</p>				
4. Диффузия					
	<p>Основные законы диффузии. Коэффициент диффузии. Атомистический механизм диффузии в твердом теле. Корреляционные эффекты. Химическая диффузия. Термодинамический фактор. Диффузия по межзеренным границам. Диффузия в неметаллах: ионные проводники.</p>	4			4
5. Механические свойства					
	<p>Основы теории упругости. Кривая течения. Механизмы пластической деформации. Кристаллографическое смещение при движении дислокации. Механическое двойникование. Критическое разрешенное напряжение сдвига. Закон Шмидта.</p> <p>Дислокационная модель критического разрешенного напряжения сдвига. Упругие свойства дислокаций. Взаимодействие дислокаций. Термически активированное движение дислокаций.</p> <p>Упрочнение гранецентрированных монокристаллов под нагрузкой.</p> <p>Геометрия деформации. Дислокационные модели упрочнения растяжением. Диссоциация дислокаций.</p> <p>Прочность и деформация поликристаллов. Механизмы упрочнения. Упрочнение твердых растворов. Дисперсионное упрочнение. Упрочнение при выделении второй фазы. Временная зависимость деформации.</p> <p>Сверхпластичность: зависимость напряжения текучести от скорости деформации. Ползучесть. Неупругость и вязкостная упругость.</p>	6			5
6. Возврат, рекристаллизация, рост зерен					
	<p>Процессы обработки металлов. Терминология. Энергетика рекристаллизации.</p> <p>Деформационная микроструктура. Возврат. Зародышеобразование. Миграция межзеренных границ. Кинетика первичной рекристаллизации. Рекристаллизационная диаграмма. Рекристаллизация в гомогенных сплавах. Рекристаллизация в многофазных сплавах.</p> <p>Нормальный рост зерен. Дискретный рост зерен (вторичная рекристаллизация). Динамическая рекристаллизация. Рекристаллизационные текстуры.</p> <p>Рекристаллизация в неметаллических материалах.</p>	4			4

7. Затвердевание				
	Жидкое состояние. Зародышеобразование в твердой фазе. Рост кристаллов. Форма кристаллов. Атомный механизм роста кристаллов. Рост кристаллов в расплаве. Кристаллизация чистых металлов. Кристаллизация сплавов. Кристаллизация эвтектических сплавов. Микроструктура литых образцов. Дефекты, обусловленные кристаллизацией. Быстрая закалка металлов и сплавов. Затвердевание стекол и полимеров. Ионные кристаллы и стекла. Полимеры.	4		4
8. Фазовые переходы в твердом теле				
	Чистые металлы. Сплавы. Диффузионный контроль фазовых переходов. Общая классификация. Термодинамика разложения. Зародышеобразование и спинодальный распад. Метастабильные фазы. Старение. Кинетика роста частиц выделяющейся фазы. Эвтектоидный распад и дискретные выделения. Мартенситные превращения. ВТП-диаграммы. Технологическая важность мартенситных превращений.	4		4
	ВСЕГО	34	17	57

4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во лабор. часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Атомная структура твердых тел	Индексирование граней и направлений в кубических и гексагональных кристаллах.	2	4
2	Сплавы	Определение типа диаграммы состояния сплава по изображениям его микроструктуры из набора: 1. Сплав с неограниченной взаимной растворимостью компонентов. 2. Сплав с полным отсутствием растворимости компонентов.	5	10
3	Сплавы	Определение типа диаграммы состояния сплава по изображениям его микроструктуры из набора: 1. Сплав сперитектическим превращением. 2. Сплав с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.	5	10
	Сплавы	Определение типа диаграммы состояния сплава по изображениям его микроструктуры из набора: 1. Сплав, в котором образуется химическое соединение компонентов. 2. Сплав с компонентами, испытывающими полиморфные превращения.	5	10

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	Атомная структура твердых тел	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кристаллические структуры металлов. 2. Кристаллические структуры керамических материалов. 3. Кристаллические структуры полимеров. 4. Индексы кристаллографических плоскостей и направлений. 5. Стереографическая проекция. 6. Закон Вульфа – Брэггов. 7. Кристаллографические текстуры.
2	Дефекты в кристаллах	<ol style="list-style-type: none"> 1. Типы точечных дефектов. 2. Термодинамика точечных дефектов. 3. Экспериментальное доказательство существования точечных дефектов. 4. Дислокации. Геометрия дислокаций. Методы обнаружения дислокаций. 5. Межзеренные границы. 6. Атомная структура межзеренных границ. 7. Малоугловые границы. 8. Высокоугловые границы. 9. Классификация фазовых границ.
3	Сплавы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Правило фаз Гиббса. 2. Диаграмма состояния сплавов с неограниченной взаимной растворимостью компонентов. 3. Диаграмма состояния сплавов с полным отсутствием растворимости компонентов. 4. Диаграмма состояния с перитектическим превращением. 5. Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. 6. Диаграмма состояния сплавов, в которых образуется химическое соединение компонентов. 7. Диаграмма состояния сплавов, испытывающих полиморфные превращения. 8. Зависимость свойств сплава от вида диаграммы состояния.
4	Диффузия	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные законы диффузии. 2. Коэффициент диффузии. 3. Атомистический механизм диффузии в твердом теле. 4. Корреляционные эффекты вакансионной диффузии. 5. Химическая диффузия. 6. Диффузия по межзеренным границам. 7. Диффузия в неметаллах.
5	Механические свойства	<ol style="list-style-type: none"> 1. Тензор деформации и тензор констант эластичности. 2. Закон Гука, модуль Юнга, отношение Пуассона. 3. Кривая течения.

		<p>4. Механизмы пластической деформации.</p> <p>5. Кристаллографическое смещение при движении дислокации.</p> <p>6. Механическое двойникование.</p> <p>7. Критическое разрешенное напряжение сдвига. Закон Шмидта.</p> <p>8. Дислокационная модель критического разрешенного напряжения сдвига.</p> <p>9. Упругие свойства дислокаций.</p> <p>10. Взаимодействие дислокаций.</p> <p>11. Термически активированное движение дислокаций.</p> <p>12. Упрочнение гранецентрированных монокристаллов под нагрузкой.</p> <p>13. Дислокационные модели упрочнения растяжением. 14. Диссоциация дислокаций.</p> <p>14. Прочность и деформация поликристаллов.</p> <p>15. Механизмы упрочнения.</p> <p>16. Упрочнение твердых растворов.</p> <p>17. Дисперсионное упрочнение.</p> <p>18. Упрочнение при выделении второй фазы.</p> <p>19. Сверхпластичность.</p> <p>20. Ползучесть.</p> <p>21. Неупругость и вязкостная упругость.</p>
6	Возврат, рекристаллизация, рост зерен	<p>1. Процессы обработки металлов.</p> <p>2. Энергетика рекристаллизации.</p> <p>3. Деформационная микроструктура.</p> <p>4. Возврат.</p> <p>5. Миграция межзеренных границ.</p> <p>6. Кинетика первичной рекристаллизации.</p> <p>7. Рекристаллизационная диаграмма.</p> <p>8. Рекристаллизация в гомогенных сплавах.</p> <p>9. Рекристаллизация в многофазных сплавах.</p> <p>10. Вторичная рекристаллизация.</p> <p>11. Динамическая рекристаллизация.</p> <p>12. Рекристаллизационные текстуры.</p> <p>13. Рекристаллизация в неметаллических материалах.</p>
7	Затвердевание	<p>1. Правило Ричардса</p> <p>2. Зародышеобразование в твердой фазе.</p> <p>3. Равновесная форма кристаллов по Вульффу.</p> <p>4. Атомный механизм роста кристаллов.</p> <p>5. Рост кристаллов в расплаве.</p> <p>6. Кристаллизация чистых металлов.</p> <p>7. Кристаллизация сплавов.</p> <p>8. Кристаллизация эвтектических сплавов.</p> <p>9. Дефекты, обусловленные кристаллизацией.</p> <p>10. Быстрая закалка металлов и сплавов.</p> <p>11. Затвердевание стекол и полимеров.</p> <p>12. Ионные кристаллы и стекла.</p> <p>13. Затвердевание полимеров.</p>
8	Фазовые переходы в твердом теле	<p>1. Фазовые переходы в чистых металлах.</p> <p>2. Фазовые переходы в сплавах.</p> <p>3. Диффузионный контроль фазовых переходов.</p> <p>4. Зародышеобразование и спинодальный распад.</p> <p>5. Метастабильные фазы.</p>

		6. Старение сплавов. 7. Кинетика роста частиц выделяющейся фазы. 8. Эвтектоидный распад и дискретные выделения. 9. Мартенситные превращения. 10. ВТП-диаграммы. 11. Технологическая значимость мартенситных превращений.
--	--	---

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

Не предусмотрены учебным планом.

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

Не предусмотрены учебным планом.

5.4. Перечень контрольных работ.

Не предусмотрены учебным планом.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Физико-химические основы материаловедения: учебное пособие. / Г. Гоппштайн, пер с англ. К.Н. Золотова, Д.О. Чаркина, ред. В.П. Зломанова. – М.:Бином Лаборатория знаний. 2009. – 400 с.

2. Неорганическое материаловедение: энциклоп. изд. в 2-х т. /Нац. акад. наук Украины. Ин-т проблем материаловедения им. И.Н. Францевича. Ред Г.Г. Гнесин, В.В. Скороход. – Киев: Наукова думка. Т.2. Материалы и технологии. Кн. 2 П-Э / В.М. Ажажа [и др.]. – 2008. – 893 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Химия твердого тела. / А.Б. Ярославцев. – М.: Научный мир. 2009. – 327 с.

2. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: учебник /Я.С. Уманский, Ю.А. Скаков, А.Н. Иваноф, Л.Н. Расторгуев. – М.: Металлургия, 1982. – 631 с.

6.3. Перечень интернет ресурсов

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 обу-

чающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

7.1. Перечень программного обеспечения

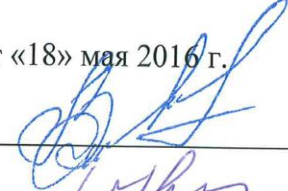
Для проведения занятий используется пакет программного обеспечения Microsoft Office Professional 2013 или аналог.

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 без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 5 заседания кафедры от «23» мая 2017 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 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

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины (включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине).

Практические занятия являются одним из основных этапов в процессе обучения, составляя вместе с лабораторным курсом единый комплекс подготовки специалиста. При помощи преподавателя студенты-бакалавры должны сформировать представление о процессах физико-химической механики строительных композитов. Планирование и лабораторных занятий осуществляется с учётом установленного количества часов. Основные этапы планирования и подготовки занятий:

- Разработка системы занятий по теме или разделу.
- Определение задач и целей занятия.
- Определение оптимального объема учебного материала, расчленение на ряд законченных в смысловом отношении блоков, частей.
- Разработка структуры занятия, определение его типа и методов обучения.
- Нахождение связей данного материала с другими дисциплинами и использование этих связей при изучении нового материала.
- Подбор дидактических средств (фильмов, карточек, плакатов, схем, вспомогательной литературы).
- Своевременная проверка оборудования для опытов и их предварительная постановка.
- Определение объема и форм самостоятельной работы на занятии.
- Определение форм и методов контроля знаний студентов.
- Определение формы подведения итогов.
- Определение самостоятельной работы по данной теме.

Результативность логического изложения материала в соответствии с планом оценивается итоговым контролем в виде зачета. Основные задачи для преподавания по дисциплине это информационная ценность, воспитательный аспект, достижение дидактических целей. Материал представляемый студентам должен нести научный и информативный характер, включая современный научный уровень предлагаемого материала.

На лабораторных занятиях следует обучиться особенностям прогнозирования и активного управления физико-химическими процессами высокодисперсных систем при изменении условий их получения и рассмотреть их влияние на характеристики готового строительного изделия.

Усвоение учебного материала целесообразно контролировать в ходе устных опросов.

Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов. Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя и приведенных в перечне контрольных вопросов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов по лабораторным занятиям. Формой итогового контроля является зачет.

На лабораторных и практических занятиях следует проработать механизмы технологических процессов с участием веществ в твердом состоянии пропорционально их величине поверхности частиц. Исследовать теории тонкого измельчения до наноразмерного уровня и их влияние на реомеханические характеристики систем. Следует научиться рационально и наиболее полно использовать преимущества тонкого измельчения для получения различных материалов с заранее заданными свойствами и комплексом механических (деформационных) показателей. Этапы проведения лабораторных работ отражены в методических указаниях и заданиях к практическим занятиям.