

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор инженерно-строительного
института
Уваров В.А.
« 22 » _____ 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Физико-химические процессы структурообразования в материаловедении

Направление подготовки:

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность программы (профиль):

**Материаловедение и технологии
конструкционных и специальных материалов**

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт: **инженерно-строительный**

Кафедра **материаловедения и технологии материалов**

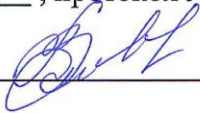
Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Минобрнауки России от 2 июня 2020 г. №701;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н.  М.Н. Сивальнева

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры материаловедения и технологии материалов «17» марта 2021 г., протокол № 3

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

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой материаловедения и технологии материалов

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

«17» марта 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«25» марта 2021 г., протокол № 8

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

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-1. Способен осуществлять контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов техническим условиям и стандартам	ПК-1.1. Проводит анализ сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов	<p>Знать: основы атомной и кристаллической структуры, процессов фазового перехода и структурообразования для дальнейшего проведения анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов</p> <p>Уметь: определять характеристики сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов</p> <p>Владеть: навыками анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов с использованием полученных знаний о структурообразовании</p>
		ПК-1.7. Проводит испытания новых образцов продукции, разрабатывает техническую документацию	<p>Знать: методики испытания новых образцов продукции, основы разработки технической документации</p> <p>Уметь: проводить испытания новых образцов продукции с использованием различных методик и методов</p> <p>Владеть: навыками разработки технической документации</p>
Профессиональные компетенции	ПК-3. Способен осуществлять научно-техническую деятельность и проводить методическое сопровождение в области создания композиционных материалов	ПК-3.2. Корректирует и разрабатывает методики комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов	<p>Знать: методики комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов</p> <p>Уметь: актуализировать и корректировать стандартные методики комплексного анализа структуры и свойств при разработке композиционных материалов</p> <p>Владеть: навыками разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов</p>
		ПК-3.4. Организует проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – зависимости технологических и функциональных свойств от структурообразующих факторов и дефектов в кристаллах, – методики испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов <p>Уметь: проводить испытания технологических и функциональных свойств композиционных материалов</p> <p>Владеть: навыками организации проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1. Способен осуществлять контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов техническим условиям и стандартам

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
2	Металловедение
3	Основы физико-химической механики
4	Композиционные материалы конструкционного и специального назначения
5	Технология конструкционных материалов
6	Технологическое оборудование для получения современных материалов
7	Коррозия и защита материалов
8	Экспертиза материалов и наноматериалов
9	Производственная преддипломная практика

2. Компетенция ПК-3. Способен осуществлять научно-техническую деятельность и проводить методическое сопровождение в области создания композиционных материалов

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Учебная ознакомительная практика
2.	Учебная научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
3.	Основы нанотехнологий
4.	Наносистемы в материаловедении
5.	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
6.	Основы физико-химической механики
7.	Композиционные материалы конструкционного и специального назначения
8.	Технология конструкционных материалов
9.	Производственная научно-исследовательская работа
10.	Современные технологии композиционных материалов
11.	Теория и технологии защитных покрытий
12.	Защита интеллектуальной собственности
13.	Основы патентования
14.	Экспертиза материалов и наноматериалов
15.	Коммерциализация и трансфер результатов инновационной деятельности
16.	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 4 зач. единицы.

Форма промежуточной аттестации экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы ¹	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	56	56
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ²	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	88	88
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	43	43
Экзамен	36	36

¹ в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

² включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс_3_ Семестр_5_

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная ра- бота на подготовку к аудиторным заняти-
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. Экспериментальные кристаллографические методы. Закон Брэггов-Вульфа. Экспериментальные кристаллографические методы.	4		7	9
2. Дефекты в кристаллах					
	Точечные дефекты: типы и термодинамика. Экспериментальное доказательство существования точечных дефектов. Дислокации. Геометрия дислокаций. Методы обнаружения дислокаций. Межзеренные границы. Атомная структура межзеренных границ. Фазовые границы. Классификация фазовых границ. Феноменологическое описание межфазных границ	4		4	7
3. Сплавы					
	Строение сплавов. Термодинамика сплавов. Твердые растворы. Интерметаллические соединения. Общие положения. Упорядоченные твердые растворы. Фазы химических соединений. Фазы с высокой плотностью упаковки. Электронные фазы (фазы Юм-Розери).	4			2
4. Диффузия					
	Основные законы диффузии. Коэффициент диффузии. Атомистический механизм диффузии в твердом теле. Химическая диффузия. Диффузия по межзеренным границам. Диффузия в неметаллах: ионные проводники	2			2
5. Механические свойства					
	Основы теории упругости. Кривая течения. Механизмы пластической деформации. Кристаллографическое смещение при движении дислокации. Механическое двойникование. Критическое разрешенное напряжение сдвига. Закон Шмидта. Дислокационная модель критического разрешенного напряжения сдвига. Упругие	4			4

	свойства дислокаций. Взаимодействие дислокаций. Термически активированное движение дислокаций. Упрочнение гранецентрированных монокристаллов под нагрузкой. Прочность и деформация поликристаллов. Механизмы упрочнения. Упрочнение твердых растворов. Дисперсионное упрочнение. Упрочнение при выделении второй фазы. Временная зависимость деформации.				
6. Возврат, рекристаллизация, рост зерен					
	Энергетика рекристаллизации. Возврат. Зародышеобразование. Миграция межзеренных границ. Кинетика первичной рекристаллизации. Рекристаллизационная диаграмма. Рекристаллизация в гомогенных и многофазных сплавах. Нормальный рост зерен. Дискретный рост зерен (вторичная рекристаллизация). Динамическая рекристаллизация. Рекристаллизационные текстуры. Рекристаллизация в неметаллических материалах	4			3
7. Затвердевание					
	Зародышеобразование в твердой фазе. Рост кристаллов. Форма кристалла. Атомный механизм роста кристаллов. Рост кристаллов в расплаве. Кристаллизация чистых металлов. Кристаллизация сплавов. Кристаллизация эвтектических сплавов. Микроструктура литых образцов. Дефекты, обусловленные кристаллизацией. Затвердевание стекол и полимеров	4			3
8. Фазовые переходы в твердом теле.					
	Чистые металлы. Сплавы. Диффузионный контроль фазовых переходов. Термодинамика разложения. Зародышеобразование и спинодальный распад. Метастабильные фазы. Старение. Кинетика роста частиц выделяющейся фазы. Эвтектоидный распад и дискретные выделения. Мартенситные превращения.	4			3
9. Физические свойства					
	Основы теории электронного строения. Механические и тепловые свойства. Теплопроводность. Электрические свойства. Магнитные свойства. Оптические свойства	4		6	10
	ВСЕГО	34	0	17	43

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 5_				
1	Атомная структура	Рентгеноструктурный анализ	4	5
2	твердых тел	Исследование структуры объектов с	3	4

		помощью электронной микроскопии		
3	Дефекты в кристаллах	Макроанализ и дефектоскопия металлов	4	5
4	Физические свойства	Определение теплоемкости материалов колориметрическим методом	3	4
5		Анализ теплоизоляционных свойств различных материалов	3	4
ИТОГО:			17	22
			ВСЕГО:	22

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения индивидуального домашнего задания (ИДЗ) осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета. На ИДЗ отводится 9 часов самостоятельной работы студента. Цель ИДЗ состоит в закреплении студентом изученного материала на лекциях и лабораторных занятиях, получении навыков в рамках профессиональных компетенций.

Задание ИДЗ.

Выявить особенности современных и/или новых материалов, проанализировать методики определения различных их свойств. Согласно проведенному анализу скорректировать стандартные методики комплексного анализа структуры и свойств данных материалов.

Содержание ИДЗ.

1. Краткая информация о материале (состав, характеристики, особенности структурообразования, область применения).
2. Описать методики определения свойств с указанием ссылки на нормативно-техническую документацию.
3. Скорректировать стандартные методики комплексного анализа структуры и свойств материала. Представить проект методики.
4. Сделать вывод.
5. Список использованной литературы.

Объем ИДЗ должен составлять не менее 10 страниц.

Примерные тематики ИДЗ.

1. Бетон с углеродными нанотрубками. Методики определения параметров состояния (всех видов плотности), структурных характеристик (всех видов пористости), гидрофизических, теплофизических и механических свойств.
2. Кварцвиниловые полы. Методики определения структурных характеристик, физических, механических и специальных свойств.
3. Модифицированная древесина. Методики определения структурных характеристик, физических, механических и специальных свойств.

4. Защитные пленки. Методики определения структурных характеристик, физических, механических и специальных свойств.
5. Лакокрасочные материалы с наночастицами металлов. Методики определения структурных характеристик, физических, механических и специальных свойств.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-1. Способен осуществлять контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов техническим условиям и стандартам

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Проводит анализ сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов	Экзамен, выполнение и защита лабораторных работ
ПК-1.7. Проводит испытания новых образцов продукции, разрабатывает техническую документацию	Экзамен, выполнение и защита лабораторных работ, выполнение и защита ИДЗ

2. Компетенция ПК-3. Способен осуществлять научно-техническую деятельность и проводить методическое сопровождение в области создания композиционных материалов

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.2. Корректирует и разрабатывает методики комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов	Экзамен, выполнение и защита ИДЗ
ПК-3.4. Организует проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов	Экзамен, выполнение и защита лабораторных работ

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Атомная структура твердых тел	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кристаллические структуры металлов, керамических материалов и полимеров 2. Индексы кристаллографических плоскостей и направлений. 3. Закон Вульфа – Брэггов. 4. Экспериментальные кристаллографические методы.
2	Дефекты в кристал-	<ol style="list-style-type: none"> 1. Точечные дефекты: типы и термодинамика.

	лах	<ul style="list-style-type: none"> 2. Экспериментальное доказательство существования точечных дефектов. 3. Дислокации. Геометрия дислокаций. Методы обнаружения дислокаций. 4. Межзеренные границы. Атомная структура межзеренных границ. 5. Малоугловые и высокоугловые границы. 6. Классификация фазовых границ.
3	Сплавы	<ul style="list-style-type: none"> 1. Строение сплавов, их термодинамика. 2. Твердые растворы. 3. Интерметаллические соединения. 4. Упорядоченные твердые растворы. 5. Фазы химических соединений. 6. Фазы с высокой плотностью упаковки. 7. Электронные фазы (фазы Юм-Розери).
4	Диффузия	<ul 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	<ul style="list-style-type: none"> 1. Основы теории упругости. 2. Кривая течения. 3. Механизмы пластической деформации. 4. Кристаллографическое смещение при движении дислокации. 5. Механическое двойникование. 6. Критическое разрешенное напряжение сдвига. Закон Шмидта. 7. Дислокационная модель критического разрешенного напряжения сдвига. 8. Упругие свойства дислокаций. 9. Взаимодействие дислокаций. 10. Термически активированное движение дислокаций. 11. Упрочнение гранецентрированных монокристаллов под нагрузкой. 12. Прочность и деформация поликристаллов. 13. Механизмы упрочнения. 14. Упрочнение твердых растворов. 15. Дисперсионное упрочнение. 16. Упрочнение при выделении второй фазы. 17. Сверхпластичность. 18. Временная зависимость деформации
6	Возврат, рекристаллизация, рост зерен	<ul style="list-style-type: none"> 1. Энергетика рекристаллизации. 2. Возврат. 3. Зародышеобразование . 4. Миграция межзеренных границ. 5. Кинетика первичной рекристаллизации. 6. Рекристаллизационная диаграмма. 7. Рекристаллизация в гомогенных и многофазных сплавах. 8. Вторичная рекристаллизация. 9. Динамическая рекристаллизация. 10. Рекристаллизационные текстуры.

		11. Рекристаллизация в неметаллических материалах
7	Затвердевание	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зародышеобразование в твердой фазе. 2. Рост и форма кристаллов. Равновесная форма кристаллов по Вульффу. 3. Атомный механизм роста кристаллов. 4. Рост кристаллов в расплаве. 5. Кристаллизация чистых металлов и сплавов. 6. Дефекты, обусловленные кристаллизацией. 7. Затвердевание стекол и полимеров.
8	Фазовые переходы в твердом теле	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фазовые переходы в чистых металлах и сплавах. 2. Диффузионный контроль фазовых переходов. 3. Зародышеобразование и спинодальный распад. 4. Метастабильные фазы. 5. Старение. 6. Кинетика роста частиц выделяющейся фазы. 7. Эвтектоидный распад и дискретные выделения. 8. Мартенситные превращения.
9	Физические свойства	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основы теории электронного строения. 2. Механические и тепловые свойства. 3. Теплопроводность. 4. Электрические свойства. 5. Магнитные свойства. 6. Оптические свойства

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра на лабораторных занятиях и при выполнении индивидуального домашнего задания.

Предполагается защита каждой правильно выполненной лабораторной работы и ИДЗ, которая осуществляется в форме **собеседования**, т.е. специальной беседе с обучающимся, что позволяет оценить объём его знаний.

Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ

№	Тема лабораторной работы	Вопросы
1	Рентгеноструктурный анализ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что представляет собой рентгеноструктурный анализ? На каком физическом явлении основан? 2. Свойства и возбуждение рентгеновских лучей (тормозное и характеристическое излучения). 3. Вывод и смысл уравнения Вульфа-Брегга. 4. Что такое межплоскостные расстояния? 5. Почему линии на дебаеграмме имеют форму дуг? 6. Практическое применение метода порошка (метода Дебая-Шерера) при фазовом анализе. 7. Получение рентгеновских лучей для структурного

		<p>анализа.</p> <p>8. Принцип устройства рентгенофлуоресцентного спектрометра.</p>
2	Исследование структуры объектов с помощью электронной микроскопии	<p>1. Что такое микроскопия? Назовите и опишите виды электронной микроскопии.</p> <p>2. Укажите особенности работы электронного микроскопа.</p> <p>3. Для чего напыляют образец при исследовании на электронном микроскопе.</p> <p>4. Какие особенности структуры позволяет определить электронный микроскоп?</p> <p>5. Что такое дифракционные окружности? Для каких образцов они наблюдаются</p>
3	Макроанализ и дефектоскопия металлов	<p>1. Цели и задачи макроанализа.</p> <p>2. Виды макроскопических дефектов и их влияние на свойства металла.</p> <p>3. Виды изломов и их особенности связь со свойствами металла.</p> <p>4. Особенности усталостного излома. Виды и происхождение раковин и пор.</p> <p>5. Методы выявления поверхностных дефектов.</p> <p>6. Методы выявления внутренних дефектов.</p> <p>7. Назовите и кратко охарактеризуйте методы магнитной дефектоскопии.</p> <p>8. Назовите наиболее распространенный метод магнитной дефектоскопии, укажите способы его реализации, а также достоинства и недостатки.</p> <p>9. Опишите принцип работы дефектоскопа МД-6.</p>
4	Определение теплостойкости материалов колориметрическим методом	<p>1. Дайте определение теплостойкости. Какие характеристики оказывают влияние на теплостойкость и как?</p> <p>2. Суть колориметрического метода.</p> <p>3. На каком приборе осуществляется определение теплостойкости материалов колориметрическим методом. Порядок выполнения измерений.</p> <p>4. Представьте закон Дюлонга–Пти. Дайте краткое описание.</p>
5	Анализ теплоизоляционных свойств различных материалов	<p>1. Дайте определение теплопроводности. Какие характеристики оказывают влияние на теплопроводность и как?</p> <p>2. Опишите методику и принцип работы прибора при измерении теплопроводности.</p> <p>3. Напишите выражение для теплопроводности согласно кинетической теории идеального газа.</p> <p>4. Как объясняется явление теплопроводности с позиции атомного строения материалов?</p>

Формулировка индивидуального домашнего задания и требования к его выполнению представлены в п. 4.5.

Примерные вопросы для защиты ИДЗ

1. На какие группы подразделяются свойства материалов.
2. Опишите основные методики определения свойств рассмотренного материала.
3. Назовите нормативно-технические документы, регламентирующие рас-

- смотренный материал.
4. Опишите особенности структуры рассмотренного материала.
 5. Какую методику Вы скорректировали? Как и почему?

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание основ атомной и кристаллической структуры, процессов фазового перехода и структурообразования для дальнейшего проведения анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов
	Знание методик испытания новых образцов продукции, основ разработки технической документации
	Знание методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов
	Знание зависимости технологических и функциональных свойств от структурообразующих факторов и дефектов в кристаллах; методик испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов
Умение	Умение определять характеристики сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов
	Умение проводить испытания новых образцов продукции с использованием различных методик и методов
	Умение актуализировать и корректировать стандартные методики комплексного анализа структуры и свойств при разработке композиционных материалов
	Умение проводить испытания технологических и функциональных свойств композиционных материалов
Владение	Владение навыками анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов с использованием полученных знаний о структурообразовании
	Владение навыками разработки технической документации
	Владение навыками разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов
	Владение навыками организации проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание основ атомной и кристаллической структуры, процессов фазового перехода и структу-	Не знает основ атомной и кристаллической структуры, процессов фазового перехода и структу-	Знает основные понятия, допускает грубые ошибки при проведении дальнейшего анализа	Владеет терминологией, знает основы атомной и кристаллической структуры, процессов фазового	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает основы атомной и кристал-

рообразования для дальнейшего проведения анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов	рообразования для дальнейшего проведения анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов	сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов	перехода и структурообразования для дальнейшего проведения анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов. Возможны неточности и незначительные ошибки.	лической структуры, процессов фазового перехода и структурообразования, что необходимо для дальнейшего проведения анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов
Знание методик испытания новых образцов продукции, основ разработки технической документации	Не знает методики испытания новых образцов продукции, основ разработки технической документации	Владеет знаниями об основных методиках испытаний новых образцов продукции, основах разработки технической документации. Допускает грубые ошибки.	Владеет знаниями о методиках испытания новых образцов продукции, основах разработки технической документации. Возможны неточности и незначительные ошибки.	В полном объеме владеет знаниями о методиках испытания новых образцов продукции, основах разработки технической документации.
Знание методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов	Не знает методики комплексного анализа структуры и свойства композиционных материалов	Знает основные методики комплексного анализа структуры и свойства композиционных материалов. Допускает грубые ошибки.	Знает методики комплексного анализа структуры и свойства композиционных материалов. При их описании допускает неточности.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает методики комплексного анализа структуры и свойства композиционных материалов
Знание зависимости технологических и функциональных свойств от структурообразующих факторов и дефектов в кристаллах; методик испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов	Не знает зависимости технологических и функциональных свойств от структурообразующих факторов и дефектов в кристаллах; методики испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов	Может перечислить зависимости технологических и функциональных свойств от структурообразующих факторов и дефектов в кристаллах, их описание вызывает сложности. При характеристике основных методик испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов допускает грубые ошибки.	Перечисляет и описывает зависимости технологических и функциональных свойств от структурообразующих факторов и дефектов в кристаллах, а также методики испытаний технологических и функциональных свойств композиционных. Возможны неточности и незначительные ошибки.	Знает зависимости технологических и функциональных свойств от структурообразующих факторов и дефектов в кристаллах; методики испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов. Может проводить анализ информации и приводить примеры.

Оценка сформированности компетенций по показателю умение.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение определять характеристики сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов	Не умеет или неправильно определяет характеристики сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов	Допускает грубые ошибки при определении характеристик сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов	Выполняет работы по определению характеристик сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов. Возможны неточности и незначительные ошибки.	Самостоятельно определяет характеристики сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов. Может их анализировать с позиций структурообразующих процессов.

Умение проводить испытания новых образцов продукции с использованием различных методик и методов	Не умеет или неправильно проводит испытания новых образцов продукции с использованием различных методик и методов	Допускает грубые ошибки при проведении испытаний новых образцов продукции с использованием различных методик и методов	Умеет испытывать новые образцы продукции с использованием различных методик и методов. Возможны неточности и незначительные ошибки.	Умеет проводить испытания новых образцов продукции с использованием различных методик и методов
Умение актуализировать и корректировать стандартные методики комплексного анализа структуры и свойств при разработке композиционных материалов	Не умеет актуализировать и корректировать стандартные методики комплексного анализа структуры и свойств при разработке композиционных материалов	Допускает грубые ошибки при актуализации и корректировке стандартных методик комплексного анализа структуры и свойств при разработке композиционных материалов	Умеет актуализировать и корректировать стандартные методики комплексного анализа структуры и свойств при разработке композиционных материалов. Возможны неточности и незначительные ошибки.	Умеет актуализировать и корректировать стандартные методики комплексного анализа структуры и свойств при разработке композиционных материалов
Умение проводить испытания технологических и функциональных свойств композиционных материалов	Не умеет проводить испытания технологических и функциональных свойств композиционных материалов	Допускает грубые ошибки при испытаниях технологических и функциональных свойств композиционных материалов	Умеет выполнять испытания технологических и функциональных свойств композиционных материалов. Возможны неточности и незначительные ошибки.	Грамотно выполняет испытания технологических и функциональных свойств композиционных материалов

Оценка сформированности компетенций по показателю владение.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов с использованием полученных знаний о структурообразовании	Не владеет навыками анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов с использованием полученных знаний о структурообразовании	Владеет определенными навыками анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов с использованием полученных знаний о структурообразовании. Может допускать грубые ошибки.	Владеет навыками анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов с использованием полученных знаний о структурообразовании. Возможны неточности и незначительные ошибки.	Владеет навыками анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства композиционных материалов с использованием полученных знаний о структурообразовании
Владение навыками разработки технической документации	Не владеет навыками разработки технической документации	С дополнительной помощью разрабатывает техническую документацию. Допускает ошибки.	Владеет навыками разработки технической документации. Возможны неточности и незначительные ошибки.	Владеет навыками разработки технической документации
Владение навыками разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов	Не владеет навыками разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов	Владеет навыками разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов. Может допускать грубые ошибки.	Владеет навыками разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов. Возможны неточности и незначительные ошибки.	Владеет навыками самостоятельной разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов
Владение навыками	Не владеет навыками	Владеет определенными	Владеет основными	Владеет навыками

организации проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов	ми организации проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов	ными навыками организации проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов. Может допускать грубые ошибки.	навыками организации проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов. Возможны неточности и незначительные ошибки.	организации проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов
---	--	---	--	---

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации УКЗ, №103	<ul style="list-style-type: none"> – Специализированная мебель. – Технические средства обучения: ПК с доступом к сети Internet и программным обеспечением MS Office, электронная интерактивная доска Hitahi.
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации УКЗ, №107	<ul style="list-style-type: none"> – Специализированная мебель. – Технические средства обучения: ПК с доступом к сети Internet и программным обеспечением MS Office, проектор, проекционный экран, – дефектоскоп МД-6.
3	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий № 026 Опытно-промышленный участок НИИ «Наносистемы в строительном материаловедении»	<p>Комплекс оборудования для испытаний образцов композиционных материалов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – гидравлический пресс, приспособления для испытания образцов балочек на изгиб, – сушильный шкаф с автоматической регулировкой температуры в пределах 100–110 °С, – весы технические, – штангенциркуль и металлическая линейка, – формы, – лабораторная посуда, – растворосмеситель лабораторный Matest E095 с подачей песка, – верхнеприводная мешалка Ika RW 16 со сменными лопастями, – прибор для измерений теплопроводности материалов ИТП-МГ4 «ЗОНД».
4	Центр высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова	<ul style="list-style-type: none"> – Рентгенофлуоресцентный спектрометр серии ARL 9900 WorkStation со встроенной системой дефракции, – дифференциальный калориметр теплового потока ToniCAL модель 7338, производства Toni Technik Baustoffprüfsysteme GmbH Gustav-Meyer-Allee (Германия), – сканирующий электронный микроскоп Mira 3 FesSem.
5	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	<ul style="list-style-type: none"> – Специализированная мебель. – Технические средства обучения: проекционный экран, проектор, компьютерная техника, подключенная к сети Internet и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
6	Методический кабинет	<ul style="list-style-type: none"> – Специализированная мебель. – Технические средства обучения: мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Готтштайн, Г. Физико-химические основы материаловедения / Г. Готтштайн; пер с англ. К.Н. Золотовой, Д.О. Чаркина; под ред. В.П. Зломова. – М.: Бином. Лаборатория знаний. 2017. – 401 с.
2. Лобанов, М.Л. Методы определения коэффициентов диффузии: учеб. пособие [Электронный ресурс] / М.Л. Лобанов, М.А. Зорина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 100 с.
3. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник / ред.: В.Б. Арзамасов, А.А. Черепяхин. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2009. – 447 с.
4. Уильям, Д. Каллистер Материаловедение. От технологии к применению. Металлы, керамика, полимеры: учебник / Уильям Д. Каллистер, Дэвид Дж. Ретвич. – Санкт-Петербург: Научные основы и технологии, 2011. – 896 с. – ISBN 978-5-91703-022-7. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/13216.html>
5. Дворкин, Л.И. Строительное материаловедение / Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. – Москва: Инфра-Инженерия, 2013. – 832 с. – ISBN 978-5-9729-0064-0. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/15705.html>
6. 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.
7. Приборы и методы исследований в материаловедении: учеб. пособие для студентов направления подготовки 22.03.01 – Материаловедение и техно-

логии материалов / В.В. Строкова, П.С. Баскаков, М.Н. Сивальнева, И.Ю. Маркова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. – 165 с.

8. Приборы и методы исследований в материаловедении: практикум: учебное пособие для студентов направления подготовки 22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов / Строкова В.В., Баскаков П.С., Сивальнева М.Н., Огурцова Ю.Н., Бондаренко Д.О., Абзалилова А.В. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. – 148 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система «Лань». – режим доступа: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система IPR BOOKS – режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
4. Сборник нормативных документов «Стройконсультант». – Режим доступа: <http://www.snip.ru/>.