

**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.  
«*сн*» *Имре* 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Активационные процессы 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

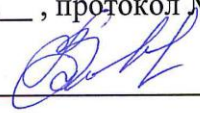
Белгород 2021

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., доц.  В.В. Нелюбова

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. Феокистов

## 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  Технологический тип	ПК-2 Способен организовывать и проводить лабораторно-аналитическое сопровождение разработки композиционных материалов, в том числе с использованием современного программного обеспечения	ПК-2.1 Выполняет работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современных цифровых и информационных технологий	<p><b>Знать:</b> экономичные и эффективные методов производства композиционных материалов с заданными свойствами;</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современных цифровых и информационных технологий;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современных цифровых и информационных технологий</p>
		ПК-2.2 Анализирует сырье, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты, в том числе с использованием современного программного обеспечения	<p><b>Знать:</b> стандарты и технические условия, используемые в производстве;</p> <p><b>Уметь:</b> обрабатывать экспериментальные результаты, в том числе с использованием современного программного обеспечения;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, в том числе с использованием современного программного обеспечения</p>
		ПК-2.3 Подбирает технологические параметры процесса	<p><b>Знать:</b> технологические параметры процесса для производства</p>

		<p>для производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современного программного обеспечения</p>	<p>композиционных материалов с заданными свойствами;  <b>Уметь:</b> подбирать технологические параметры процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современного программного обеспечения;  <b>Владеть:</b> навыками подбора технологических параметров процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современного программного обеспечения</p>
		<p>ПК-2.4 Измеряет характеристики экспериментальных композиционных материалов</p>	<p><b>Знать:</b> характеристики экспериментальных композиционных материалов;  <b>Уметь:</b> измерять характеристики экспериментальных композиционных материалов;  <b>Владеть:</b> навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-2** Способен организовывать и проводить лабораторно-аналитическое сопровождение разработки композиционных материалов, в том числе с использованием современного программного обеспечения

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Учебная ознакомительная практика
2.	Термодинамика в материаловедении
3.	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
4.	Основы физико-химической механики
5.	Технология конструкционных материалов
6.	Технологическое оборудование для получения современных материалов
7.	Модификаторы для композитов различного назначения
8.	Современные технологии композиционных материалов
9.	Термическая обработка
10.	Теория и технологии защитных покрытий
11.	Структурная топология дисперсных систем и композитов
12.	Моделирование материалов и процессов их получения
13.	Экономическое обоснование проектов и исследований
14.	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 3 зач. единицы.

Форма промежуточной аттестации зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Лекции	17	17
Лабораторные		
Практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>1</sup>	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	63	63
Экзамен	–	–

## 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 на подготовку к аудиторным занятиям
<b>1. Активационные процессы (особенности структурообразования) в твердофазных материалах</b>					
1	Масштабные уровни структурных изменений, характерные для природного сырья, техногенных отходов и композиционных материалов. Характер взаимодействия основных типов дефектов в твердофазных материалах. Деформационные структурные изменения и их влияние на свойства материалов.	3	7		9
2	Оценка фазового состояния с позиции структурных изменений. Особенности диффузионных процессов в активированных материалах. Твердофазные (топохимические) реакции с учетом активационных процессов.	2	4		9
<b>2. Особенности активационных процессов при производстве строительных материалов</b>					
3	Механическое активирование. Особенности фазообразования в условиях мокрого помола. Механоактивация в технологии вяжущих материалов. Активационные процессы при производстве бетонов.	4	2		9
4	Термическое активирование. Особенности термоактивации сырьевых материалов. Влияние параметров обжига карбонатных пород на свойства получаемого оксида кальция. Активационные процессы при обжиге портландцементного клинкера. Особенности структуры клинкера и влияние её на активность цемента.	2	2		9
5	Особенности активационных процессов при твердении вяжущих материалов. Формирование коагуляционных структур на начальной стадии гидратации. Активационные методы интенсификации гидратационных процессов.	2	2		9
6	Активационные процессы при производстве керамических материалов. Некоторые особенности структурной неустойчивости глинистого сырья. Исследование активационных процессов при кристаллизации стекол.	2			9
7	Активационные процессы в технологиях переработки и использования техногенных отходов. Особенности структурной нестабильности пирогенных отходов. Активация гранулированных шлаков. Активация закристаллизованных шлаков. Влияние полиморфизма двухкальциевого силиката на активность шлаковой продукции.	2			9
<b>ВСЕГО</b>		17	17		63

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр №7				
1	1. Активационные процессы (особенности структурообразования) в твердофазных материалах	Механизм зарождения и роста кристаллов. Микроскопические методы исследования структурной поверхности кристаллов	4	4
2	1. Активационные процессы (особенности структурообразования) в твердофазных материалах	Изучение механизма активации твердофазных материалов	3	3
3	1. Активационные процессы (особенности структурообразования) в твердофазных материалах	Расчет кристаллической и аморфной фазы вещества	2	2
4	1. Активационные процессы (особенности структурообразования) в твердофазных материалах	Расчет переноса массы	2	2
5	2. Особенности активационных процессов при производстве строительных материалов	Принципы конструирования композиционных материалов	2	2
6	2. Особенности активационных процессов при производстве строительных материалов	Расчет состава композиционного материала с учетом его структуры	2	2
7	2. Особенности активационных процессов при производстве строительных материалов	Изучение влияния активности вещества на физико-механические характеристики материалов на его основе	2	2
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:			34	



### **4.3. Содержание лабораторных занятий**

Учебным планом не предусмотрено.

### **4.4. Содержание курсового проекта/работы**

Учебным планом не предусмотрено.

### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий**

На выполнение индивидуального домашнего задания отводится 9 часов самостоятельной работы.

Каждый студент выполняет работу в соответствии с вариантом. Преподаватель может выдать и индивидуальное задание с учетом специфики производственной деятельности студента.

Обобщенная тема задания «Особенности активационных процессов с учетом природы и назначения сырьевых компонентов».

ИДЗ включает:

- 1) литературный обзор по теме исследовательской работы студента;
- 2) описание основных нормативных и авторских методик испытаний выбранных материалов;
- 3) описание основных технологических процессов, направленных на активацию сырьевых компонентов;
- 4) выводы;
- 5) список литературы.

Объем ИДЗ составляет 20–25 страниц.

Защита ИДЗ проходит в виде доклада с ответами на вопросы.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

#### 1 Компетенция ПК–2

Способен организовывать и проводить лабораторно-аналитическое сопровождение разработки композиционных материалов, в том числе с использованием современного программного обеспечения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Выполняет работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современных цифровых и информационных технологий	Защита практических работ, защита ИДЗ, зачет
ПК-2.2 Анализирует сырье, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты, в том числе с использованием современного программного обеспечения	Защита практических работ, защита ИДЗ, зачет
ПК-2.3 Подбирает технологические параметры процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современного программного обеспечения	Защита практических работ, защита ИДЗ, зачет
ПК-2.4 Измеряет характеристики экспериментальных композиционных материалов	Защита практических работ, защита ИДЗ, зачет

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
Активационные процессы (особенности структурообразования) в твердофазных материалах	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Роль технологических процессов в формировании структуры и свойств композитов. Рассмотрение классической цепочки «состав – структура – свойство».</li><li>2. Масштабные уровни структурных изменений, характерные для природного сырья, техногенных отходов и композиционных материалов.</li><li>3. Характер взаимодействия основных типов дефектов в твердофазных материалах.</li><li>4. Деформационные структурные изменения и их влияние на свойства материалов.</li><li>5. Теоретические основы динамики дислокаций. Взаимодействие дислокаций</li><li>6. Оценка фазового состояния с позиции структурных изменений.</li><li>7. Дислокационная модель активации твердого тела.</li><li>8. Активационная модель фазообразования.</li><li>9. Особенности диффузионных процессов в активированных материалах.</li><li>10. Особенности массопереноса с учетом динамики дислокаций.</li><li>11. Диффузионные процессы с учетом напряжений в кристаллической решетке.</li><li>12. Массоперенос в условиях скоростной пластической деформации, действия магнитного поля.</li><li>13. Твердофазные (топохимические) реакции с учетом активационных процессов.</li><li>14. Активационные процессы с позиции теории переходного состояния.</li><li>15. Особенности твердофазных реакций с учетом структурной перестройки материала.</li><li>16. Общая классификация твердофазных материалов по агрегатному состоянию, количеству фаз, химическому составу и т.д.</li><li>17. Структура реальных кристаллов. Принципы классификации.</li><li>18. Классификация дефектов. Дефекты кристалла и кристаллической решетки. Равновесные и неравновесные дефекты.</li><li>19. Геометрическая классификация дефектов. Точечные дефекты. Тепловые, примесные дефекты.</li><li>20. Дефекты по Шотки и Френкелю. Линейные дефекты.</li><li>21. Дислокации. Краевые, винтовые и смешанные дислокации. Вектор Бюргерса. Основные свойства дислокаций.</li></ol>

<p>Особенности активационных процессов при производстве строительных материалов</p>	<p>22. Механическое активирование.  23. Особенности фазообразования в условиях мокрого помола.  24. Механоактивация в технологии вяжущих материалов.  25. Активационные процессы при производстве бетонов.  26. Термическое активирование.  27. Особенности термоактивации сырьевых материалов.  28. Влияние параметров обжига карбонатных пород на свойства получаемого оксида кальция.  29. Активационные процессы при обжиге портландцементного клинкера.  30. Особенности структуры клинкера и ее влияние на активность цемента.  31. Особенности активационных процессов при твердении вяжущих материалов.  32. Формирование коагуляционных структур на начальной стадии гидратации.  33. Активационные методы интенсификации гидратационных процессов.  34. Активационные процессы при производстве керамических материалов.  35. Особенности структурной неустойчивости глинистого сырья. 36. Исследование активационных процессов при кристаллизации стекол.  37. Активационные процессы в технологиях переработки и использования техногенных отходов.  38. Особенности структурной нестабильности пирогенных отходов.  39. Активация гранулированных шлаков.  40. Активация закристаллизованных шлаков.</p>
---	---

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

Учебным планом не предусмотрено.

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

#### **Практические работы**

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
1.	Механизм зарождения и роста кристаллов. Микроскопические методы исследования структурной поверхности кристаллов	1. Что такое кристалл? 2. Механизм зарождения и роста кристаллов. 3. Дефекты на поверхности кристаллов
2.	Изучение механизма активации твердофазных материалов	1. Активация твердофазных материалов 2. Взаимосвязь активности и удельной поверхности материалов.
3.	Расчет кристаллической и аморфной фазы вещества	1. Методика определения содержания кристаллической и аморфной фаз 2. От чего зависит содержание кристаллической и аморфной фаз
4.	Расчет переноса массы	1. Материальный баланс массообменного процесса.

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
		2. Механизм процессов массоотдачи. Уравнение массоотдачи
5.	Принципы конструирования композиционных материалов	1. Композиционные материалы – определения. 2. Подбор составов композиционных материалов.
6.	Расчет состава композиционного материала с учетом его структуры	1. Взаимосвязь состава и структуры композиционного материала. 2. Последовательность расчета состава композиционного материала.
7.	Изучение влияния активности вещества на физико-механические характеристики материалов на его основе	1. Взаимосвязь активности вещества и физико-механических характеристик материалов на его основе. 2. Методы определения активности сырьевых материалов.

*Типовые вопросы для защиты ИДЗ*

- 1) Что такое механоактивация?
- 2) Чем механоактивация отличается от диспергации материала?
- 3) Какие устройства применяют для механоактивации сырьевых материалов?
- 4) Что такое активность? Как ее определяют? Какие существуют способы ее повышения?
- 5) Как активность сырья влияет на характеристики готового материала?
- 6) Какие факторы влияют на эффективность механоактивации и диспергации сырья?
- 7) Как можно повысить эффективность помола сырья? Как влияет изменение условий диспергации на кинетику помола?

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	<p><b>Знание</b> экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами;</p> <p><b>Знание</b> стандартов и технических условий, используемых в производстве;</p> <p><b>Знание</b> технологических параметров процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами;</p> <p><b>Знание</b> характеристик экспериментальных композиционных материалов;</p>
Умения	<p><b>Умение</b> выполнять работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современных цифровых и информационных технологий;</p> <p><b>Умение</b> обрабатывать экспериментальные результаты, в том числе с использованием современного программного обеспечения;</p> <p><b>Умение</b> подбирать технологические параметры процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современного программного обеспечения;</p> <p><b>Умение</b> измерять характеристики экспериментальных композиционных материалов;</p>
Владения	<p><b>Владение</b> навыками работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современных цифровых и информационных технологий;</p> <p><b>Владение</b> навыками анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, в том числе с использованием современного программного обеспечения;</p> <p><b>Владение</b> навыками подбора технологических параметров процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современного программного обеспечения;</p> <p><b>Владение</b> навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов;</p>

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
<p><b>Знание</b> экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами</p>	<p>Не знает экономичные и эффективные методов производства композиционных материалов с заданными свойствами;</p>	<p>Знает и может предлагать для практического применения экономичные и эффективные методы производства композиционных материалов с заданными свойствами;</p>
<p><b>Знание</b> стандартов и технических условий, используемых в производстве</p>	<p>Не знает стандарты и технические условия, используемые в производстве;</p>	<p>Знает и может самостоятельно работать со стандартами и техническими условиями, используемые в производстве;</p>

<b>Знание</b> технологических параметров процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами	Не знает технологические параметры процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами;	Знает и умеет подбирать с учетом требований технологические параметры процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами;
<b>Знание</b> характеристик экспериментальных композиционных материалов	Не знает характеристики экспериментальных композиционных материалов	Знает и может самостоятельно анализировать характеристики экспериментальных композиционных материалов

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
<b>Умение</b> выполнять работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современных цифровых и информационных технологий	Не умеет выполнять работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами;	Умеет самостоятельно выполнять работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами. Может допускать ошибки и недочеты.
<b>Умение</b> обрабатывать экспериментальные результаты, в том числе с использованием современного программного обеспечения	Не умеет обрабатывать экспериментальные результаты;	Умеет самостоятельно обрабатывать экспериментальные результаты в специализированных программах. Может допускать ошибки и недочеты.
<b>Умение</b> подбирать технологические параметры процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современного программного обеспечения	Не умеет подбирать технологические параметры процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами;	Умеет самостоятельно подбирать с учетом специфики материала технологические параметры процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современного программного обеспечения. Может допускать ошибки и недочеты.
<b>Умение</b> измерять характеристики экспериментальных композиционных материалов;	Не умеет измерять характеристики экспериментальных композиционных материалов;	Умеет самостоятельно измерять характеристики экспериментальных композиционных материалов на специализированном оборудовании. Может допускать ошибки и недочеты.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
<b>Владение</b> навыками работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современных цифровых и информационных технологий	Не владеет навыками работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами	Владеет навыками самостоятельного поиска экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современных цифровых и информационных технологий

технологий		информационных технологий. Может допускать ошибки и недочеты.
<b>Владение</b> навыками анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, в том числе с использованием современного программного обеспечения	Не владеет навыками анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве	Владеет навыками самостоятельного анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, в том числе с использованием современного программного обеспечения. Может допускать ошибки и недочеты.
<b>Владение</b> навыками подбора технологических параметров процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современного программного обеспечения	Не владеет навыками подбора технологических параметров процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами	Владеет навыками самостоятельного подбора технологических параметров процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современного программного обеспечения. Может допускать ошибки и недочеты.
<b>Владение</b> навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов	Не владеет навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов	Владеет навыками самостоятельного измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов. Может допускать ошибки и недочеты.



## 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 лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы УКЗ, №103	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2.	Учебная аудитория УКЗ, № 026 Опытно-промышленный участок НИИ «Наносистемы в строительном материаловедении»	Комплекс оборудования для получения образцов материалов: Шаровая мельница РМШ-200, объем 200 л, Валковая мельница с барабанами на 2, 4 и 6 литров. Набор форм-балочек 4*4*16 см Виброплощадка СМЖ Верхнеприводное перемешивающее устройство ПЭ-8300 Электронные весы Adventurer. Грохот вибрационный Гр 30. Предназначен для сухого отсева в непрерывном режиме сыпучих материалов на ряд фракций по различным классам крупности частиц Испытательный пресс гидравлический ПГМ 100 - предназначен для визуально контролируемого статического испытания образцов строительных материалов Растворосмеситель лабораторный Matest E095 с подачей песка. Электронные весы Adventurer.
3.	Учебная аудитория УКЗ, № 027 Лаборатория синтеза и исследований высокомолекулярных систем	Комплекс оборудования для синтеза наносистем и наноматериалов: Реактор Minni-100-05 Аналитические весы АВ-60-01. Центрифуга лабораторная Liston C2205 Спектрофотометр LEKI SS-1207 – для качественного и количественного анализа частиц размером 100-1000нм по оптической плотности коллоидных растворов.Перемешивающие устройство с подогревом Loip LS-110
4.	Центр высоких технологий	Комплекс аналитического оборудования для исследования наносистем и наноматериалов: Лазерный анализатор размеров частиц ANALYSETTE 22 Сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения TESCAN MIRA 3 LMU Рентгенофлуоресцентный спектрометр

		серии ARL 9900 WorkStation со встроенной системой дефракции Фурье-ИК-спектрометр VERTEX 70
5.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
6.	Методический кабинет	Специализированная мебель; 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	Программное обеспечение для расшифровки результатов съемки образцов для рентгено-фазового анализа «DIFWIN 1» или аналог	Локальная сеть БГТУ им. В.Г. Шухова
7	Программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF – Crystallographica Search-Match	Локальная сеть БГТУ им. В.Г. Шухова
8	Программное обеспечение TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов	Доступ в лаборатории растровой электронной микроскопии ЦВТ БГТУ им. В.Г. Шухова
9	Sigma Plot или аналог	Локальная сеть БГТУ им. В.Г. Шухова

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Анчаров, А.И. Механокомпозиты – прекурсоры для создания материалов с новыми свойствами [Электронный ресурс] / А.И. Анчаров, В.М. Аульченко, А.П. Баринаова. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2010. – 424 с. – ISBN 978-5-7692-1108-9. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15799.html>

2. Строкова, В.В. Наносистемы в строительном материаловедении: учеб. пособие для студентов / В.В. Строкова, И.В. Жерновский, А.В. Череватова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. – 206 с. 3. Лесовик, В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород / В.С. Лесовик. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 525 с.

4. Болдырев, В.В. Фундаментальные основы механической активации, механосинтеза и механохимических технологий [Электронный ресурс] / В.В. Болдырев, Е.Г. Аввакумов, Е.В. Болдырева. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2009. – 343 с. – ISBN 978-5-7692-1063-1. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15822.html>

5. Дворкин, Л.И. Справочник по строительному материаловедению [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Электрон. текстовые данные. – М.: Инфра-Инженерия, 2013. – 472 с. – ISBN 978-5-9729-0029-9. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13557.html>

6. Фролова, М.А. Нано- и микрогетерогенные системы в строительстве [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / М.А. Фролова [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. – 88 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70252.html>

7. Ломаченко, В.А. Поверхностные явления и дисперсные системы / В.А. Ломаченко. – Белгород: Изд-во БГТУ. Ч. 3: Поверхностные явления. Адсорбция. Смачивание. – 2010. – 46 с.

8. Практикум по материаловедению [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсу «Материаловедение» для студентов дневной формы обучения специальностей 151001 – технология машиностроения, 151003 – инструментальные системы машиностроительных производств, 151701.65 – проектирование технологических машин и комплексов / – Электрон. текстовые данные. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011. – 121 с. – ISBN 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28384.html>

9. Русанов, А.И. Термодинамические основы механохимии: монография / А.И. Русанов. – СПб.: Наука, 2006. – 221 с.

10. Структура и свойства металлов при различных энергетических воздействиях и технологических обработках [Электронный ресурс]: материалы научного семинара с международным участием, посвященного юбилею Заслуженного профессора ТГАСУ Эдуарда Викторовича Козлова / Н.В. Абабков [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 312 с. — 978-5-93057-604-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/38037.html>

11. Суздалев, И.П. Нанотехнологии. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздалев. – М.: КомКнига, 2006. – 589 с.
12. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2007. – 414 с.
13. Ролдугин, В.И. Физикохимия поверхности: учеб.-моногр. / В.И. Ролдугин. 2-е изд., испр. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 568 с.
6. Рыбьев, И.А. Строительное материаловедение: учеб. пособие для бакалавров, для студентов строит. специальностей / И.А. Рыбьев. – 4-е изд. – М.: Изд-во Юрайт, 2012. – 701 с.
14. Лесовик, В.С. Методы исследования строительных материалов: учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности 270106, направления 270100 / В.С. Лесовик, А.Д. Толстой, Н.В. Чернышева, А.С. Коломацкий; БГТУ им. В. Г. Шухова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. – 96 с. – ISBN 978-5-361-00143-9

#### **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. Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова – режим доступа: <http://ntb.bstu.ru/resource>
4. Научная электронная библиотека Elibrary – режим доступа: <http://elibrary.ru/>