

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

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры



Ярмоленко И.В.

« 21 » апреля 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института



Суваров В.А.

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Композиционные наноструктурированные вяжущие вещества

Направление подготовки:

08.04.01 Строительство

Профиль программы:

**Производство строительных материалов, изделий и конструкций:
наносистемы в строительном материаловедении**

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: инженерно-строительный

Кафедра материаловедения и технологии материалов

Белгород – 2021

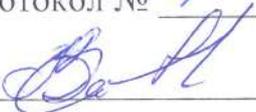
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 482 от 31 мая 2017 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.т.н., проф.  (В.В. Нелюбова)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » апреле 2021 г., протокол № 4

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)

« 12 » апреле 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 29 » апреле 2021 г., протокол № 9

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-2 Способен организовать работы по испытаниям строительных материалов, изделий и конструкций	ПК-2.1 Выбирает нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий	<p>Знать: нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий;</p> <p>Уметь: применять нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий;</p> <p>Владеть: навыками контроля проведения испытаний строительных материалов и изделий</p>
		ПК-2.2 Определяет потребность в материально-технических ресурсах для проведения испытаний строительных материалов и изделий	<p>Знать: методики определения потребности в материально-технических ресурсах для проведения испытаний строительных материалов и изделий;</p> <p>Уметь: определять потребность в материально-технических ресурсах для проведения испытаний строительных материалов и изделий;</p> <p>Владеть: навыками определения потребности в материально-технических ресурсах для проведения испытаний строительных материалов и изделий</p>
		ПК-2.3 Разрабатывает инструкции для проведения испытаний строительных материалов и изделий в соответствии с нормативно-техническими документами	<p>Знать: методики разработки инструкций для проведения испытаний строительных материалов и изделий в соответствии с нормативно-техническими документами;</p> <p>Уметь: применять</p>

			<p>методики разработки инструкций для проведения испытаний строительных материалов и изделий в соответствии с нормативно-техническими документами;</p> <p>Владеть: методиками разработки инструкций для проведения испытаний строительных материалов и изделий в соответствии с нормативно-техническими документами</p>
		<p>ПК-2.4 Проводит инструктаж работников и контроль соблюдения ими регламента проведения работ</p>	<p>Знать: регламент проведения работ при проведении испытаний строительных материалов и изделий;</p> <p>Уметь: проводить инструктаж работников и контроль соблюдения ими регламента проведения работ;</p> <p>Владеть: навыками контроля соблюдения регламента проведения работ при проведения испытаний строительных материалов и изделий</p>
		<p>ПК-2.5 Контролирует проведение испытаний строительных материалов и изделий</p>	<p>Знать: методики проведения испытаний строительных материалов и изделий;</p> <p>Уметь: проводить испытания строительных материалов и изделий;</p> <p>Владеть: навыками контроля проведения испытаний строительных материалов и изделий</p>
		<p>ПК-2.6 Контролирует содержание и оформления документации по результатам испытаний</p>	<p>Знать: содержание и оформление документации по результатам испытаний;</p> <p>Уметь: оформлять документацию по результатам испытаний;</p> <p>Владеть: навыками контроля содержания и оформления</p>

			документации по результатам испытаний
		ПК-2.7 Оценивает и подготавливает заключения о соответствии показателей качества строительных материалов, изделий и конструкций требованиям нормативно-технических документов	<p>Знать: показатели качества строительных материалов, изделий и конструкций в соответствии с требованиями нормативно-технических документов;</p> <p>Уметь: составлять заключения о соответствии показателей качества строительных материалов, изделий и конструкций требованиям нормативно-техническим документам;</p> <p>Владеть: навыками оценки и подготовки заключений о соответствии показателей качества строительных материалов, изделий и конструкций требованиям нормативно-техническим документам</p>
		ПК-2.8 Контролирует выполнение технологической дисциплины и требований охраны труда при испытаниях строительных материалов, изделий и конструкций	<p>Знать: правила технологической дисциплины и требования охраны труда при испытаниях строительных материалов, изделий и конструкций;</p> <p>Уметь: контролировать соблюдение технологической дисциплины и требования охраны труда при испытаниях строительных материалов, изделий и конструкций;</p> <p>Владеть: навыками организации соблюдения и выполнения технологической дисциплины и требований охраны труда при испытаниях</p>

			строительных материалов, изделий и конструкций
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен проектировать составы строительных материалов для производства изделий и конструкций, в том числе с использованием современного программного обеспечения	ПК-3.1 Составляет задания и контролирует результаты проектирования составов строительных материалов и изделий	Знать: правила разработки технических условий на строительные материалы и изделия; Уметь: составлять задания и контролировать результаты проектирования составов строительных материалов и изделий; Владеть: навыками проектирования составов строительных материалов и изделий
		ПК-3.2 Разрабатывает технические условия на строительные материалы и изделия, в том числе с использованием современного программного обеспечения	Знать: структуру технических условий на строительные материалы и изделия; Уметь: разрабатывать технические условия на строительные материалы и изделия, в том числе с использованием современного программного обеспечения; Владеть: навыками использования технических условий на строительные материалы и изделия
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен обосновать выбор технических решений технологических линий производства строительных материалов, изделий и конструкций	ПК-4.1 Составляет задания на проектирование технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций	Знать: правила составления задания на проектирование технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций; Уметь: составлять задания на проектирование технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций; Владеть: навыками проектирования технологических линий по производству строительных материалов, изделий и

			конструкций
		ПК-4.5 Разрабатывает технологические регламенты на производство строительных материалов и изделий	<p>Знать: правила разработки технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий;</p> <p>Уметь: составлять технологические регламенты на производство строительных материалов и изделий;</p> <p>Владеть: навыками применения технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК–2

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Методы исследования и контроля качества наноструктурированных материалов
2	Производственная исполнительская практика
3	Технология получения наноструктурированных композитов строительного и специального назначения
4	Технологические процессы производства строительных материалов
5	Автоматизация предприятий строительной отрасли
6	Производственная преддипломная практика

2. Компетенция ПК–3

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Производственная исполнительская практика
2	Физическая химия наноструктурированных материалов
3	Технология получения наноструктурированных композитов строительного и специального назначения
4	Технологические процессы производства строительных материалов
5	Автоматизация предприятий строительной отрасли
6	Производственная преддипломная практика

3. Компетенция ПК–4

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Производственная научно-исследовательская работа
2	Организация производства строительных материалов и изделий
3	Проектирование предприятий по производству строительных материалов и изделий
4	Технологические процессы производства строительных материалов
5	Автоматизация предприятий строительной отрасли
6	Трансфер инновационных технологий
7	Особенности трансфера нанотехнологий
8	Производственная исполнительская практика
9	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	38	38
Лекции	17	17
Лабораторные	17	17
Практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	106	106
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	61	61
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 1 Семестр 2

№ 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
1	Композиционные вяжущие материалы. Основные типы и характеристики	2		3	10
2	Структурообразование в композиционных вяжущих системах	3		4	11
3	Получение композиционных вяжущих систем с заданным комплексом свойств	3		3	10
4	Композиционные вяжущие гидратационного типа твердения. Особенности получения и структурообразования.	3		3	10
5	Особенности получения наноструктурированных минеральных вяжущих негидратационного типа твердения	3		4	11
6	Композиционные наноструктурированные вяжущие смешанного типа твердения	3		-	9
ВСЕГО		17		17	61

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Учебным планом не предусмотрено

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр №2				
1	Композиционные вяжущие материалы. Основные типы и характеристики	Изучение физико-механических свойств наноструктурированного вяжущего (НВ) на основе сырья различных генетических типов	3	3
2	Особенности получения наноструктурированных минеральных вяжущих негидратационного типа твердения	Получение композиционного гипсового вяжущего с применением НВ	4	4
3	Композиционные наноструктурированные вяжущие смешанного типа твердения	Оценка качества кварцевого компонента для композиционного вяжущего	3	3
4	Получение композиционных вяжущих систем с заданным комплексом свойств	Подбор пластифицирующего компонента для композиционного вяжущего	3	3
5	Структурообразование в композиционных вяжущих системах	Оценка качества композиционного вяжущего с применением наноструктурирующего компонента	4	4
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:			34	

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

На выполнение ИДЗ предусмотрено 9 часов самостоятельной работы магистрантов.

Целью РГЗ является знакомство с применением наносистем и наноматериалов в строительном материаловедении.

РГЗ включает:

- 1) литературный обзор по теме исследовательской работы студента с основными проблемами, связанными с производством и контролем качества выбранного наноматериала;
- 2) описание основных нормативных и авторских методик испытаний выбранного наноматериала;

3) результаты испытаний выбранного наноструктурированного материала и их анализ;

4) выводы;

5) список литературы.

Объем РГЗ составляет 20–25 страниц.

Защита РГЗ проходит в виде доклада с ответами на вопросы.

Конкретизация тематик осуществляется с учетом специфики научной работы магистранта.

1. Классификация дисперсных систем по их уровню. Методы получения дисперсных систем. Нанодисперсные системы в технологии строительных материалов, их особенности.

2. Дисперсность систем и критерии ее характеризующие (удельная поверхность и показатель полидисперсности). Форма и характер поверхности частиц. Строение высокодисперсных систем.

3. Основные положения синтеза высокоплотных дисперсных систем.

4. Применение принципа механоактивации при управлении процессом синтеза высокодисперсных систем и структурообразования композитов на их основе.

5. Сопоставительный анализ кинетики измельчения материала по сухому способу (до критического порога измельчения) и измельчения (помола) материала по «методу ВКВС»

6. Сопоставительный анализ зернового состава материала, полученного на различных стадиях процесса измельчения (помола) по сухому способу и по «методу ВКВС».

7. Определение степени дефектности поверхности материала, измельчаемого различными способами.

8. Определение степени рентгеноаморфности вещества материала, получаемого различными способами измельчения.

9. Способы регулирования процессов структурообразования и реологического поведения минеральных водных суспензий.

10. Композиционные вяжущие гидратационного типа твердения, особенности процесса получения и механизма структурообразования.

11. Фосфогипсовая композиция, особенности процесса получения и механизма структурообразования.

12. Белитовый цемент, особенности процесса получения и механизма структурообразования.

13. Известковый портландцемент, особенности процесса получения и механизма структурообразования.

14. Известково-зольное вяжущее, особенности процесса получения и механизма структурообразования.

15. Вяжущее на основе гидросульфферритов кальция, особенности процесса получения и механизма структурообразования.

16. Вяжущее низкой водопотребности, особенности процесса получения и механизма структурообразования.

17. Проблемы использования в современном промышленном и гражданском строительстве вяжущих негидратационного твердения, сравнительные характеристики и перспективы применения.

18. Особенности получения наноструктурированных минеральных вяжущих негидратационного типа твердения.

19. Особенности процесса получения и механизма структурообразования композиционных наноструктурированных вяжущих смешанного типа твердения на основе гипса.

20. Особенности процесса получения и механизма структурообразования композиционных наноструктурированных вяжущих смешанного типа твердения на основе портландцемента.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-2

Способен организовать работы по испытаниям строительных материалов, изделий и конструкций

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Выбирает нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-2.2 Определяет потребность в материально-технических ресурсах для проведения испытаний строительных материалов и изделий	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-2.3 Разрабатывает инструкции для проведения испытаний строительных материалов и изделий в соответствии с нормативно-техническими документами	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-2.4 Проводит инструктаж работников и контроль соблюдения ими регламента проведения работ	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-2.5 Контролирует проведение испытаний строительных материалов и изделий	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-2.6 Контролирует содержание и оформления документации по результатам испытаний	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-2.7 Оценивает и подготавливает заключения о соответствии показателей качества строительных материалов, изделий и конструкций требованиям нормативно-технических документов	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-2.8 Контролирует выполнение технологической дисциплины и требований охраны труда при испытаниях строительных материалов, изделий и конструкций	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль

2 Компетенция ПК-3

Способен проектировать составы строительных материалов для производства изделий и конструкций, в том числе с использованием современного программного обеспечения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.1 Составляет задания и контролирует результаты проектирования составов строительных материалов и изделий	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-3.2 Разрабатывает технические условия на строительные материалы и изделия, в том числе с использованием современного программного обеспечения	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль

3 Компетенция ПК-4

Способен обосновать выбор технических решений технологических линий производства строительных материалов, изделий и конструкций

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.1 Составляет задания на проектирование технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-4.5 Разрабатывает технологические регламенты на	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ,

производство строительных материалов и изделий	экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
--	--

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме **экзамена**.

Экзамен проводится в форме письменного ответа на вопросы билета с последующим собеседованием по тематике вопросов. Вопросы охватывают весь пройденный материал. Студент письменно отвечает на 2 вопроса в билете и устно рассказывает преподавателю основную информацию по тематике вопросов. По окончании ответа преподаватель может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы. Положительным также будет стремление студента изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам изучаемого курса.

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

Наименование раздела дисциплины	Код компетенции	Содержание вопросов (типовых заданий)
Композиционные вяжущие материалы. Основные типы и характеристики	ПК-3	Разновидности композиционных вяжущих материалов и их классификация
Структурообразование в композиционных вяжущих системах	ПК-3	Формирование пространственных структур в дисперсных системах. Структуры первого и второго типа.
		Специфика строения структур второго типа. Коллоидные структуры смешанного типа
Получение композиционных вяжущих систем с заданным комплексом свойств	ПК-3	Условия образования, строение и основные свойства коагуляционных и конденсационных (конденсационнокристаллизационных) пространственных структур
		Вяжущее низкой водопотребности, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
		Способы регулирования процессов структурообразования и реологического поведения минеральных водных суспензий.
		Влияние pH, понятие литейного интервала суспензий.
		Особенности структурирования суспензий за счет создания гидрофильно-гидрофобной мозаичности поверхности частиц.
Композиционные вяжущие гидратационного типа твердения. Особенности получения и структурообразования	ПК-3	Композиционные вяжущие гидратационного типа твердения, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
		Фосфогипсовая композиция, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
		Белитовый цемент, особенности процесса получения и

		механизма структурообразования.
		Известковый портландцемент, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
		Известково-золевое вяжущее, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
		Вяжущее на основе гидросульфогидратов кальция, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
Особенности получения наноструктурированных минеральных вяжущих негидратационного типа твердения	ПК-3	Основные количественные характеристики, принципы и методы получения наноструктурированного вяжущего. Понятие принципа высокой концентрации.
		Требования, предъявляемые к сырью, которое используется при получении наноструктурированного вяжущего
		Основные количественные характеристики, принципы и методы получения наноструктурированного вяжущего. Понятие принципа повышенной температуры.
		Охарактеризуйте механизм твердения наноструктурированного вяжущего.
		Особенности выбора ПАВ-модификаторов поверхности в зависимости от природы наполнителя.
		Особенности выбора ПАВ-модификаторов поверхности в зависимости от природы активных центров на поверхности частиц.
		Способы повышения агрегативной устойчивости наноструктурированного вяжущего.
Композиционные наноструктурированные вяжущие смешанного типа твердения	ПК-3	Какие вяжущие широко применяются сегодня (гидратационного и не гидратационного твердения), и с чем это связано?
		Почему получение наноструктурированного вяжущего осуществляется путем помола по мокрому способу?
		Какое влияние наличие частиц наноразмерного уровня оказывает на характеристики вяжущего?
		Особенности процесса получения и механизма структурообразования композиционных наноструктурированных вяжущих смешанного типа твердения на основе гипса
		Особенности процесса получения и механизма структурообразования композиционных наноструктурированных вяжущих смешанного типа твердения на основе портландцемента
		Особенности развития технологии получения наноструктурированных вяжущих, возможность использования различных сырьевых компонентов.
		Чем обусловлена экономическая эффективность получения и применения наноструктурированного вяжущего?

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ.

Лабораторные работы. Лабораторные занятия проводятся в виде фронтальных опытов, лабораторных работ, практикумов, занятий с оборудованием разного типа. Они проводятся в специально оборудованных лабораториях, с применением новейшей техники и измерительной аппаратуры.

Защита лабораторных работ (практико-ориентированных заданий) проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по соответствующим темам. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ (практико-ориентированных заданий) представлен в таблице.

Лабораторные работы

№	Тема практической работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
1.	Изучение физико-механических свойств наноструктурированного вяжущего (НВ) на основе сырья различных генетических типов	ПК-2	1) Какие физико-механические характеристики определяют эффективность НВ? 2) Особенности получения и свойств НВ в зависимости от сырья.
2.	Получение композиционного гипсового вяжущего с применением НВ	ПК-4	1) Как влияет добавка НВ на свойства гипса? 2) Технология получения композиционного гипсового вяжущего с применением НВ 3) Какие оптимальные дозировки НВ при введении в гипсовые вяжущие?
3.	Оценка качества кварцевого компонента для композиционного вяжущего	ПК-2	1) По каким показателям оценивают качество кварцевого компонента? 2) Какие существуют технологии получения композиционных вяжущих? 3) Какие композиционные вяжущие можно получать с применением кварцевых компонентов?
4.	Подбор пластифицирующего компонента для композиционного вяжущего	ПК-4	1) Как осуществляется подбор пластифицирующих компонентов? 2) Как осуществляется подбор дозировок пластификатора? 3) Механизм действия пластификаторов.
5.	Оценка качества композиционного вяжущего с применением наноструктурирующего компонента	ПК-2	1) По каким характеристикам оценивают качество композиционного вяжущего? 2) Влияние наноструктурирующего компонента на свойства композиционного вяжущего.

Примеры заданий для лабораторных работ

Компетенция ПК-2. Способен организовать работы по испытаниям строительных материалов, изделий и конструкций

Оценка качества кварцевого компонента для композиционного вяжущего

Задание 1. Провести исследование качества кварцевого компонента и его влияния на свойства композиционного вяжущего.

Определить зависимость значений нормальной густоты, сроков схватывания и прочности от применяемого кварцевого компонента.

По полученным данным дать анализ влияния вида кварцевого компонента на характеристики системы вяжущего. Определить коэффициент качества кварцевого компонента.

На выполнение работы отводится 3 часа

Примеры типовых практических задач

Компетенция ПК-2. Способен организовать работы по испытаниям строительных материалов, изделий и конструкций

Задача 1. Составьте план работ по определению качества кварцевого компонента для получения композиционного вяжущего.

Компетенция ПК-3. Способен проектировать составы строительных материалов для производства изделий и конструкций, в том числе с использованием современного программного обеспечения

Задача 2. Перечислите факторы, влияющие на расход компонентов для получения композиционного наноструктурированного гипсового вяжущего и опишите операции в технологии его производства.

Компетенция ПК-4. Способен обосновать выбор технических решений технологических линий производства строительных материалов, изделий и конструкций

Задача 3. Предложите технологическое решение по рационализации способа введения наноструктурирующего компонента в бетонную смесь.

Примеры тестовых заданий

Компетенция ПК-2. Способен организовать работы по испытаниям строительных материалов, изделий и конструкций

1. Какие из указанных свойств контролируются для бетонных смесей

- а) удобоукладываемость;
- б) прочность на сжатие, изгиб;
- в) водоудерживающая способность;
- г) расслаиваемость;
- д) средняя плотность;
- е) объем вовлеченного воздуха;
- ж) влажность
- з) сохраняемость свойств во времени;
- и) подвижность;
- к) морозостойкость

Компетенция ПК-3. Способен проектировать составы строительных материалов для производства изделий и конструкций, в том числе с использованием современного программного обеспечения

2. Состав бетона, определенный для сухих материалов, называют

- а) лабораторный;
- б) производственный;
- в) теоретический

Компетенция ПК-4. Способен обосновать выбор технических решений технологических линий производства строительных материалов, изделий и конструкций

3. Основной целью единой системы технологической подготовки производства является:

- а) нормирование потребности в различных видах материальных ресурсов;
- б) обеспечение необходимых условий для достижения полной готовности любого типа производства к выпуску изделий заданного качества в оптимальные сроки при оптимальных затратах;
- в) стандартизация и унификация технологических процессов на предприятии

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	<p>Знать: нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий;</p> <p>Знать: методики определения потребности в материально-технических ресурсах для проведения испытаний строительных материалов и изделий;</p> <p>Знать: методики разработки инструкций для проведения испытаний строительных материалов и изделий в соответствии с нормативно-техническими документами;</p> <p>Знать: регламент проведения работ при проведении испытаний строительных материалов и изделий;</p> <p>Знать: методики проведения испытаний строительных материалов и изделий;</p> <p>Знать: содержание и оформление документации по результатам испытаний;</p> <p>Знать: показатели качества строительных материалов, изделий и конструкций в соответствии с требованиями нормативно-технических документов;</p> <p>Знать: правила технологической дисциплины и требования охраны труда при испытаниях строительных материалов, изделий и конструкций;</p> <p>Знать: правила разработки технических условий на строительные материалы и изделия;</p> <p>Знать: структуру технических условий на строительные материалы и изделия;</p> <p>Знать: правила составления задания на проектирование технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций;</p> <p>Знать: правила разработки технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий;</p>
Умения	<p>Уметь: применять нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий</p> <p>Уметь: определять потребность в материально-технических ресурсах для проведения испытаний строительных материалов и изделий;</p> <p>Уметь: применять методики разработки инструкций для проведения испытаний строительных материалов и изделий в соответствии с нормативно-техническими документами;</p> <p>Уметь: проводить инструктаж работников и контроль соблюдения ими регламента проведения работ;</p> <p>Уметь: проводить испытания строительных материалов и изделий;</p> <p>Уметь: оформлять документацию по результатам испытаний;</p> <p>Уметь: составлять заключения о соответствии показателей качества строительных материалов, изделий и конструкций требованиям нормативно-техническим документам;</p> <p>Уметь: контролировать соблюдение технологической дисциплины и требования охраны труда при испытаниях строительных материалов, изделий и конструкций;</p> <p>Уметь: составлять задания и контролировать результаты проектирования составов строительных материалов и изделий;</p> <p>Уметь: разрабатывать технические условия на строительные материалы и изделия, в том числе с использованием современного программного обеспечения;</p> <p>Уметь: составлять задания на проектирование технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций</p>

	Уметь: составлять технологические регламенты на производство строительных материалов и изделий;
Владения	<p>Владеть: навыками контроля проведения испытаний строительных материалов и изделий</p> <p>Владеть: навыками определения потребности в материально-технических ресурсах для проведения испытаний строительных материалов и изделий</p> <p>Владеть: методиками разработки инструкций для проведения испытаний строительных материалов и изделий в соответствии с нормативно-техническими документами</p> <p>Владеть: навыками контроля соблюдения регламента проведения работ при проведении испытаний строительных материалов и изделий</p> <p>Владеть: навыками контроля проведения испытаний строительных материалов и изделий</p> <p>Владеть: навыками контроля содержания и оформления документации по результатам испытаний</p> <p>Владеть: навыками оценки и подготовки заключений о соответствии показателей качества строительных материалов, изделий и конструкций требованиям нормативно-техническим документам</p> <p>Владеть: навыками организации соблюдения и выполнения технологической дисциплины и требований охраны труда при испытаниях строительных материалов, изделий и конструкций</p> <p>Владеть: навыками проектирования составов строительных материалов и изделий</p> <p>Владеть: навыками использования технических условий на строительные материалы и изделия</p> <p>Владеть: навыками проектирования технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций</p> <p>Владеть: навыками применения технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий</p>

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
Знать нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий	Не знает нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий	Знает не все нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий	Допускает неточности в выборе нормативно-технических документов для испытаний строительных материалов и изделий	В полной мере знает нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий
Знать методики определения потребности в материально-технических ресурсах для проведения испытаний строительных материалов и изделий	Не знает методики определения потребности в материально-технических ресурсах для проведения испытаний строительных материалов и изделий	Знает не все методики определения потребности в материально-технических ресурсах для проведения испытаний строительных материалов и изделий	Допускает неточности в выборе методик определения потребности в материально-технических ресурсах для проведения испытаний строительных материалов и изделий	В полной мере знает методики определения потребности в материально-технических ресурсах для проведения испытаний строительных материалов и изделий
Знать методики разработки инструкций	Не знает методики разработки	Знает не все методики	Допускает неточности	В полной мере знает методики

			материалов, изделий и конструкций	
Знать правила разработки технических условий на строительные материалы и изделия	Не знает правила разработки технических условий на строительные материалы и изделия	Знает не все правила разработки технических условий на строительные материалы и изделия	Допускает незначительные неточности в формулировке правил разработки технических условий на строительные материалы и изделия	В полной мере знает правила разработки технических условий на строительные материалы и изделия
Знать структуру технических условий на строительные материалы и изделия	Не знает структуру технических условий на строительные материалы и изделия	Допускает значительные ошибки в структуре технических условий на строительные материалы и изделия	Допускает неточности в структуре технических условий на строительные материалы и изделия	В полной мере знает структуру технических условий на строительные материалы и изделия
Знать правила составления задания на проектирование технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций	Не знает правила составления задания на проектирование технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций	Знает не все правила составления задания на проектирование технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций	Допускает незначительные неточности в формулировке правил составления заданий на проектирование технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций	В полной мере знает правила составления задания на проектирование технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций
Знать правила разработки технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий	Не знает правила разработки технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий	Знает не все правила разработки технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий	Допускает незначительные неточности в формулировке правил разработки технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий	В полной мере знает правила разработки технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Уметь применять нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий	Не умеет применять нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий	Умеет с незначительной помощью применять нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий, но допускает ошибки	Умеет с незначительной помощью применять нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий	Умеет самостоятельно применять нормативно-технические документы для испытаний строительных материалов и изделий
Уметь определять	Не умеет	Умеет с	Умеет с	Умеет

материалов и изделий	материалов и изделий	регламенты на производство строительных материалов и изделий, но допускает ошибки	регламенты на производство строительных материалов и изделий	производство строительных материалов и изделий
----------------------	----------------------	---	--	--

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками контроля проведения испытаний строительных материалов и изделий	Не владеет навыками контроля проведения испытаний строительных материалов и изделий	В низкой степени владеет навыками контроля проведения испытаний строительных материалов и изделий	С незначительной помощью использует навыки контроля проведения испытаний строительных материалов и изделий	В высокой степени владеет навыками контроля проведения испытаний строительных материалов и изделий
Владеть навыками определения потребности материально-технических ресурсов для проведения испытаний строительных материалов и изделий	Не владеет навыками определения потребности материально-технических ресурсов для проведения испытаний строительных материалов и изделий	В низкой степени владеет навыками определения потребности материально-технических ресурсов для проведения испытаний строительных материалов и изделий	С незначительной помощью использует навыки определения потребности материально-технических ресурсов для проведения испытаний строительных материалов и изделий	В высокой степени владеет навыками определения потребности материально-технических ресурсов для проведения испытаний строительных материалов и изделий
Владеть методиками разработки инструкций для проведения испытаний строительных материалов и изделий в соответствии с нормативно-техническими документами	Не владеет методиками разработки инструкций для проведения испытаний строительных материалов и изделий в соответствии с нормативно-техническими документами	В низкой степени владеет методиками разработки инструкций для проведения испытаний строительных материалов и изделий в соответствии с нормативно-техническими документами	С незначительной помощью использует методики разработки инструкций для проведения испытаний строительных материалов и изделий в соответствии с нормативно-техническими документами	В высокой степени владеет методиками разработки инструкций для проведения испытаний строительных материалов и изделий в соответствии с нормативно-техническими документами
Владеть навыками контроля соблюдения регламента проведения работ при проведении испытаний строительных материалов и изделий	Не владеет навыками контроля соблюдения регламента проведения работ при проведении испытаний строительных материалов и изделий	В низкой степени владеет навыками контроля соблюдения регламента проведения работ при проведении испытаний строительных материалов и изделий	С незначительной помощью использует навыки контроля соблюдения регламента проведения работ при проведении испытаний строительных материалов и изделий	В высокой степени владеет навыками контроля соблюдения регламента проведения работ при проведении испытаний строительных материалов и изделий

			материалов и изделий	изделий
Владеть навыками использования технических условий на строительные материалы и изделия	Не владеет навыками использования технических условий на строительные материалы и изделия	В низкой степени владеет навыками использования технических условий на строительные материалы и изделия	С незначительной помощью использует навыки использования технических условий на строительные материалы и изделия	В высокой степени владеет навыками использования технических условий на строительные материалы и изделия
Владеть навыками проектирования технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций	Не владеет навыками проектирования технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций	В низкой степени владеет навыками проектирования технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций	С незначительной помощью использует навыки проектирования технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций	В высокой степени владеет навыками проектирования технологических линий по производству строительных материалов, изделий и конструкций
Владеть навыками применения технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий	Не владеет навыками применения технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий	В низкой степени владеет навыками применения технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий	С незначительной помощью использует навыки применения технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий	В высокой степени владеет навыками применения технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий

5.5. Примеры теоретических заданий оценочных средств для проведения профессионального экзамена для студентов «Вход в профессию»

Спецификация примеров заданий для теоретической части профессионального экзамена для студентов «Вход в профессию»

Знания, умения в соответствии с требованиями к квалификации, на соответствие которым проводится оценка квалификации	Критерии оценки квалификации	Тип и N Задания
1	2	3
<i>С/01.7 Руководство испытаниями новых и модифицированных бетонов с наноструктурирующими компонентами</i>		
<i>Материалы, используемые для приготовления бетонных смесей с наноструктурирующими компонентами</i>	Называет эффект, соответствующий виду наноструктурирующей добавки	Задание на установление соответствия 1
<i>С/02.7 Организация разработки и оптимизации рецептур бетонных и растворных смесей с наноструктурирующими компонентами</i>		
Виды наноструктурирующих добавок в бетонные смеси: углеродные фуллерены, углеродные нанотрубки, серебро, медь, диоксид титана, диоксид кремния, оксиды металлов, известь, полимерные наночастицы	Знает особенности применения наноструктурирующих добавок в бетонных смесях	Задание на установление соответствия 2
Требования стандартов и технических условий по производству бетонов к сырьевым материалам и наноструктурирующим компонентам	На основе нормативной документации составляет задание по подбору состава	Задание открытого типа 3
<i>Е/04.7 Контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству бетонных смесей с наноструктурирующими компонентами</i>		
Контролировать наличие на складах сырьевых материалов по производству бетонных смесей с наноструктурирующими компонентами	Ориентируется в сырьевых материалах по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Задание закрытого типа 4

Задание 1

Установите соответствие между видом добавки и эффектом, который она создает.

Заполните таблицу:

1. Активный высокодисперсный наполнитель – (наночастицы аморфного микрокремнезема, пуццолановых	
--	--

добавок и т.д.)	
2. Наномодифицированные заполнители-песок и др. (модификаторы – фуллероиды, их аддукты, аддукты нанотрубок, твердые наночастицы гидросиликатов и т.п.)	
3. Наномодифицированные дисперсно-упрочняющие заполнители (модифицированные фуллероидами, нанотрубками и т.п. базальтовая микрофибра, углеродные микроволокна и т.д.)	
4. Наноразмерные зародыши направленной кристаллизации цементного камня (фуллероиды, нанотрубки, аддукты фуллероидов, аддукты нанотрубок и т.п.)	

- А. динамическое дисперсное армирование бетона взаимодействия с наполнителем;
- В. улучшение структуры цементного камня, его дисперсное самоармирование;
- С. улучшение структуры цементного камня и его взаимодействия с наполнителем;
- Д. улучшение (уплотнение) межфазных границ.

Задание 2

Установите соответствие между добавкой и ее назначением в бетонной смеси.

Заполните таблицу:

1 – биопластификаторы	
2 – микрокремнезем	
3 – диоксид титана	

- А. фотокаталитические свойства, самоочищение;
- В. бактерицидные свойства;
- С. прочностные характеристики.

Задание 3

Определить в процентах количество молотого кварцевого песка как добавки к портландцементу для обычного бетона нормального твердения, если из исходного портландцемента активностью $R_{ц} = 48$ МПа требуется получить смешанный цемент активностью $R_{см} = 25$ МПа. Величины нормальной плотности портландцемента и смешанного цемента практически одинаковы.

Задание 4

Выберите и обведите все верные варианты ответа.

Наноструктурирующими компонентами бетонных смесей являются:

1. наноструктурированное вяжущее алюмосиликатного состава;
2. углеродные нанотрубки;
3. микрокремнезем;
4. природные фуллерены;
5. зола-уноса;
6. наносиликаты;
7. гиперпластификатор на поликарбоксилатной основе;
8. наночастицы Fe_2O_3 ;
9. гидросульфоалюминаты;
10. наночастицы Al_2O_3 ;
11. наноструктурированное вяжущее силикатного состава.

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 занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2.	Учебная аудитория 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 визуального контролируемого статического испытания образцов строительных материалов Растворосмеситель лабораторный Matest E095 с подачей песка. Электронные весы Adventurer.
3.	Учебная аудитория 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. Перемешивающее 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. Буракова, Е.А. Методы научно-технического творчества в области нанотехнологий: учебное пособие /Е.А. Буракова, А.В. Рухов, Е.Н. Туголуков и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет». – Тамбов: Издательство ФГБОУВПО «ТГТУ», 2017. – 81 с.
2. Строкова В.В. Композиционные наноструктурированные вяжущие вещества [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лаб. раб. / В.В. Строкова, В.В. Нелюбова, Н.И. Алфимова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.
3. Строкова В.В. Композиционные наноструктурированные вяжущие вещества [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению курс. раб. / В.В. Строкова, А.В. Череватова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.
4. Андреева, Н.А. Химия цемента и вяжущих веществ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андреева Н.А. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. – 67 с.
5. Дворкин, Л.И. Строительные минеральные вяжущие материалы [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие/ Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. – Электрон. текстовые данные. – М.: Инфра-Инженерия, 2013. – 544 с.
6. Строкова, В.В. Наносистемы в строительном материаловедении [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению Строительство / В.В. Строкова, И.В. Жерновский, А.В. Череватова; БГТУ им. В.Г. Шухова. – Электрон. текстовые дан. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2011. Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы: учеб. пособие / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. – М.: Академия, 2005. – 187 с.
7. Минько, Н.И. Методы получения и свойства нанообъектов: учебное пособие / Н.И. Минько, В.В. Строкова, И.В. Жерновский, В.М. Нарцев. – Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007. – 148 с.
8. Нанотехнологии: учебное пособие: пер. с англ. / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. – 2-е изд., доп. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
9. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – М.: Физматлит, 2005. – 410 с.
10. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 416 с.
11. Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы [Текст]: учебник для вузов / Ю.Г. Фролов. – 3-е изд. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. – 464 с
12. Ратнер, М. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 234 с.
13. Череватова, А.В. Строительные композиты на основе высококонцентрированных вяжущих систем [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Череватова А.В.; БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород, 2008. – 43 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/>