

**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 ИМ  
  
И.В. Ярмоленко  
« 17 » мая 2021 г.

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор института ХТИ  
  
Р.Н. Ястребинский  
« 17 » мая 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

Гидратация вяжущих с использованием техногенных отходов

направление подготовки:

18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии

Направленность программы (профиль):

Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в  
химической технологии вяжущих материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Институт Химико-технологический институт

Кафедра Технология цемента и композиционных материалов

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г., № 909
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): канд. техн. наук  (Л.С. Щелокова)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании выпускающей кафедры  
Технологии цемента и композиционных материалов

« 14 » мая 2021 г., протокол № 19

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  И. Н. Борисов  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  Л. А. Порожнюк  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

с)

## 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
	ПК-1 Способен анализировать технологические процессы с позиции энерго- и ресурсосбережения с применением цифровых инструментов, разрабатывать и обосновывать выбор мероприятий по энерго- и ресурсосбережению в производстве вяжущих материалов	ПК 1-1 Анализирует технологические процессы энерго- и ресурсосбережения на основе законов физической химии	<p>Знать: закономерности проявления вяжущих свойств; состав и основные свойства гидратных фаз вяжущих материалов приемы энерго- и ресурсосбережения, комплексного использования техногенных материалов при производстве гидратационно активных вяжущих материалов.</p> <p>Уметь: анализировать технологические процессы и оценивать состав и свойства гидратных фаз</p> <p>Владеть: современными методами для физико-химического анализа</p>
		ПК-1.3 Формулирует задачи научных исследований по разработке и оптимизации технологических процессов и мероприятий по энерго- и ресурсосбережению	<p>Знать: физико-химические процессы и химические реакции, протекающие при гидратации вяжущих и гидратных фаз в присутствии техногенных материалов</p> <p>Уметь: проводить экспериментальную проверку свойств вяжущих материалов и анализировать полученные результаты</p> <p>Владеть: способностью формулировать задачи по утилизации техногенных отходов для получения вяжущих материалов</p>
	ПК-3. Способен проводить оценку соответствия технологических процессов и качества продукции нормативным требованиям с использованием цифровых средств, разрабатывать и внедрять новые методы и средства контроля	ПК-3.2 Выявляет и анализирует причины брака продукции	<p>Знать: особенности технологического процесса при использовании техногенных материалов и их влияние на качество вяжущих материалов</p> <p>Уметь: экспериментально выявлять причины получения некачественной продукции</p> <p>Владеть: современными методами контроля гидратации для предотвращения брака</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-1** Способен анализировать технологические процессы с позиции энерго- и ресурсосбережения с применением цифровых инструментов, разрабатывать и обосновывать выбор мероприятий по энерго- и ресурсосбережению в производстве вяжущих материалов

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физическая химия вяжущих материалов
2	Эффективность использования воздушных вяжущих материалов
3	Производственная научно-исследовательская работа
4	Энергосбережение в производстве композиционных материалов на основе вяжущих
5	Проектное обучение
6	Технология и энергосбережение при измельчении твердых тел
7	Гидратация вяжущих с использованием техногенных отходов
8	Аудит технологического процесса производства вяжущих материалов
9	Управление технологическим процессом производства цемента с использованием компьютерных технологий
10	Автоматизированные системы управления технологическим процессом производства цемента
11	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
12	Производственная преддипломная практика

**2. Компетенция ПК-3** Способен проводить оценку соответствия технологических процессов и качества продукции нормативным требованиям с использованием цифровых средств, разрабатывать и внедрять новые методы и средства контроля

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физическая химия вяжущих материалов
2	Производственная научно-исследовательская работа
3	Гидратация вяжущих с использованием техногенных отходов
4	Аудит технологического процесса производства вяжущих материалов
5	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
6	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации экзамен, зачёт

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	90	90
лекции	34	34
лабораторные	51	51
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	126	126
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	100	100
Экзамен	36	36

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Физико-химические процессы и химические реакции гидратации воздушных вяжущих веществ.					
	Физико-химические процессы и особенности гидратации гипсовых вяжущих. Гашение, гидратация и твердение известковых и известково-песчаных вяжущих. Гидратация магниезальных вяжущих материалов, затворители, состав продуктов гидратации.	6		4	10
2. Физико-химические процессы и реакции гидратации гидравлических вяжущих веществ.					
	Состав и структура продуктов гидратации клинкерных минералов. Состав и структура продуктов гидратации портландцемента.	6		5	10

<b>3. Теории гидратации, структурообразования и твердения цементов.</b>				
	Кристаллизационная теория гидратации. Коллоидная теория гидратации вяжущих веществ. Комбинированная теория гидратации. Улучшенная кристаллизационная теория гидратации вяжущих веществ. Теория силикатного сада и ее модификации. Фрагменты электрохимической теории гидратации вяжущих веществ. Сквозьрастворная теория гидратации	4		20
<b>4. Свойства гидратных фаз вяжущих и композиционных материалов.</b>				
	Физико-химические основы фазообразования при гидратации цемента. О роли примесей в гидратах портландцемента. Водный обмен в гидратах портландцемента и их самовысушивание. Структура бетона. Периоды формирования структуры бетона. Влияние вяжущего на прочность и структуру бетонной композиции.	10	22	30
<b>5. Управление свойствами гидратных фаз вяжущих и композиционных материалов.</b>				
	Роль растворимости, степени пересыщения, свойств воды, гелеобразной фазы, скорости кристаллизации и возможность управления этими процессами.	8	20	30
	<b>ВСЕГО</b>	34	51	100

#### **4.2. Содержание практических (семинарских) занятий**

Не предусмотрено учебным планом

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

Лабораторный практикум проводится в виде научно-исследовательской работы по теме «Исследование кинетики гидратации и твердения цемента, определение фазового состава и свойств продуктов гидратации».

По результатам работы магистрант пишет отчет и выступает с докладом.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>семестр № 3</b>				
1	Физико-химические процессы и реакции гидратации гидравлических вяжущих веществ.	Анализ изменения состава продуктов гидратации в процессе твердения цементного камня с помощью сравнительного рентгенофазового анализа	4	10
	Состав и структура продуктов гидратации клинкерных минералов.	Определение структуры гидратных фаз	5	10
2	Свойства гидратных фаз вяжущих и композиционных материалов.	Исследование кинетики гидратации и твердения цементного камня.	22	30
3	Управление свойствами гидратных фаз вяжущих и композиционных материалов.	Определение прочностных характеристик цементного камня в сроки определения фазового состава и степени гидратации. Анализ полученных результатов, оформление отчета и презентации.	20	30
<b>ИТОГО:</b>			51	80

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

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

Не предусмотрено учебным планом

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

#### 5.1. Реализация компетенций

**1 Компетенция ПК-1** Способен анализировать технологические процессы с позиции энерго- и ресурсосбережения с применением цифровых инструментов, разрабатывать и обосновывать выбор мероприятий по энерго- и ресурсосбережению в производстве вяжущих материалов

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1 Анализирует технологические процессы энерго- и ресурсосбережения на основе законов физической химии	<i>Экзамен, зачет, защита лабораторной работы</i>
ПК-1.3 Формулирует задачи научных исследований по разработке и оптимизации технологических процессов и мероприятий по энерго- и ресурсосбережению	

**2 Компетенция ПК-3.** Способен проводить оценку соответствия технологических процессов и качества продукции нормативным требованиям с использованием цифровых средств, разрабатывать и внедрять новые методы и средства контроля

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.2 Выявляет и анализирует причины брака продукции	<i>Экзамен, зачет, защита лабораторной работы</i>

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

#### Перечень контрольных вопросов для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Физико-химические процессы и химические реакции гидратации воздушных вяжущих веществ	<p>1. Общие понятия дисциплины: гидратация; вяжущие вещества; вяжущие свойства; гидравлическая активность; гидратационная активность.</p> <p>2. Общие понятия дисциплины: затворитель, тесто, цементный камень, раствор, бетон, схватывание, твердение.</p> <p>3. Общие понятия дисциплины: гидратация, вяжущие свойства, вяжущие вещества, водопотребность, водотвердое отношение, нормальная густота.</p> <p>4. Гидратация извести. Гашение извести. Минимальное (стехиометрическое) и максимальное (допустимое) количество воды для гашения.</p> <p>5. Твердение извести, гидратное, карбонатное, гидросиликатное.</p> <p>6. Гидратация гипсовых вяжущих. Теория твердения гипса Лавуазье. Три классических периода гидратации.</p> <p>7. Особенности твердения гипсовых вяжущих веществ, приемы улучшения строительно-технических свойств изделий из гипса.</p>
2	Физико-химические процессы и реакции гидратации гидравлических вяжущих веществ.	<p>8. Методы изучения продуктов и процессов гидратации.</p> <p>9. Портландит. Время образования при гидратации клинкерных минералов. Прочность, устойчивость к воздействию агрессивных сред.</p> <p>10. Гидросиликаты кальция. Реакции и условия образования ГСК, их основность, прочность, морозостойкость.</p> <p>11. Гидросиликаты кальция. Реакции и условия образования ГСК, их основность, прочность, морозостойкость.</p> <p>12. Гидросиликаты кальция цементного камня, твердеющего в нормальных условиях. Разновидности и типы тоберморита. Условия перехода тоберморита -14А в другие разновидности.</p>
3	Теории гидратации, структурообразования и твердения цементов.	<p>13. Кристаллизационная и коллоидная теории твердения вяжущих веществ. Современное отношение к этим теориям.</p> <p>14. Комбинированная теория твердения вяжущих веществ.</p> <p>15. Улучшенная кристаллизационная теория гидратации.</p> <p>16. Понятие степень пересыщения суспензии вяжущего вещества в воде относительно новообразований. Твердение вяжущих веществ с высокой степенью пересыщения.</p> <p>17. Понятие степень пересыщения суспензии вяжущего вещества в воде относительно новообразований. Твердение вяжущих веществ с пониженной степенью пересыщения.</p>
4	Свойства гидратных фаз вяжущих и композиционных материалов	<p>18. Гидратация <math>C_3S</math>. Влияние <math>CO_2</math>, ход гидратации в присутствии <math>CO_2</math>.</p> <p>19. Гидратация <math>C_3S</math>. Влияние <math>CO_2</math>, ход гидратации в присутствии <math>CO_2</math>.</p> <p>20. Реакции гидратации <math>C_3S</math>; 4 этапа взаимодействия <math>C_3S</math> с водой; основные продукты гидратации <math>C_3S</math>, их основность и ее</p>

		<p>влияние на прочность и коррозионную стойкость.</p> <p>21. Гидратация <math>C_3A</math> и <math>C_4AF</math>. AFm-фаза: образование, общая формула.</p> <p>22. Гидратация свежемолотого <math>C_3A</math>; основные гидраты и их свойства.</p> <p>23. Гидратация лежалого <math>C_3A</math>, собственные предгидраты, их роль в ходе гидратации; цикл образования-распада <math>C_3AH_6</math>.</p> <p>24. Причины ввода и роль гипса при гидратации <math>C_3A</math>. Переход трисульфатной формы этtringита в моносульфатную, его последствия и способы предот-вращения перехода.</p> <p>25. Гидратация <math>C_4AF</math>.</p> <p>26. Чем обусловлены отличия гидратации портландцемента от гидратации отдельных клинкерных фаз? Влияние примесей в гидратах портландцемента на состав и свойства новообразований.</p>
5	Управление свойствами гидратных фаз вяжущих и композиционных материалов.	<p>27. Влияние примесей в клинкерных минералах на скорость и степень гидратации.</p> <p>28. Совместное влияние тонкости помола и водоцементного отношения на скорость гидратации и прочностные характеристики</p> <p>29. Влияние водоцементного отношения на полноту гидратации портландцемента. Приспособляемость гидратов.</p> <p>30. Три периода гидратации цементной частицы.</p>

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

Учебным планом курсовой проект/ курсовая работа не предусмотрены

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

Не предусмотрены

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

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

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	Знания закономерности проявления вяжущих свойств; состав и основные свойства гидратных фаз вяжущих материалов приемы энерго- и ресурсосбережения, комплексного использования техногенных материалов при производстве гидратационно активных вяжущих материалов
	Знания физико-химических процессов и химических реакций, протекающих при гидратации вяжущих и гидратных фаз в присутствии техногенных материалов
	Знания особенностей технологического процесса при использовании техногенных материалов и их влияние качество вяжущих материалов.

Умения	Умения анализировать технологические процессы и оценивать состав и свойства гидратных фаз
	Умения проводить экспериментальную проверку свойств вяжущих материалов и анализировать полученные результаты
	Умения экспериментально выявлять причины получения некачественной продукции.
Навыки	Навыки владения современными методами для физико-химического анализа
	Навыки формулировать задачи по утилизации техногенных отходов для получения вяжущих материалов
	Навыки владения методами контроля гидратации для предотвращения брака.

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

Промежуточная аттестация в форме зачёта

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знания закономерности проявления вяжущих свойств; состав и основные свойства гидратных фаз вяжущих материалов приемы энерго- и ресурсосбережения, комплексного использования техногенных материалов при производстве гидратационно активных вяжущих материалов	Не знает закономерности проявления вяжущих свойств; состав и основные свойства гидратных фаз вяжущих материалов приемы энерго- и ресурсосбережения, комплексного использования техногенных материалов при производстве гидратационно активных вяжущих материалов.	Знает закономерности проявления вяжущих свойств; состав и основные свойства гидратных фаз вяжущих материалов приемы энерго- и ресурсосбережения, комплексного использования техногенных материалов при производстве гидратационно активных вяжущих материалов
Знания физико-химических процессов и химических реакций, протекающих при гидратации вяжущих и гидратных фаз в присутствии техногенных материалов	Не знает физико-химических процессов и химических реакций, протекающих при гидратации вяжущих и гидратных фаз в присутствии техногенных материалов.	Знает физико-химических процессов и химических реакций, протекающих при гидратации вяжущих и гидратных фаз в присутствии техногенных материалов
Знания особенностей технологического процесса при использовании техногенных материалов и их влияние качество вяжущих материалов.	Не знает особенностей технологического процесса при использовании техногенных материалов и их влияние качество вяжущих материалов.	Знает особенностей технологического процесса при использовании техногенных материалов и их влияние качество вяжущих материалов.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме, однако, возможно не усвоил всех его деталей
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы, но не все – полные
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности или с несущественными ее нарушениями

	Не иллюстрирует изложение поясняющими примерами либо приводит ошибочные примеры	Иллюстрирует изложение поясняющими примерами корректно и понятно либо с незначительными ошибками
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и по существу излагает знания, хотя возможны и некоторые неточности

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умения анализировать технологические процессы и оценивать состав и свойства гидратных фаз	Не умеет анализировать технологические процессы и оценивать состав и свойства гидратных фаз	Умеет анализировать технологические процессы и оценивать состав и свойства гидратных фаз
Умения проводить экспериментальную проверку свойств вяжущих материалов и анализировать полученные результаты	Не умеет проводить экспериментальную проверку свойств вяжущих материалов и анализировать полученные результаты	Умеет проводить экспериментальную проверку свойств вяжущих материалов и анализировать полученные результаты
Умения экспериментально выявлять причины получения некачественной продукции.	Не умеет экспериментально выявлять причины получения некачественной продукции	Умеет экспериментально выявлять причины получения некачественной продукции

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Навыки владения современными методами для физико-химического анализа	Не владеет современными методами для физико-химического анализа	В полной мере владеет современными методами для физико-химического анализа
Навыки формулировать задачи по утилизации техногенных отходов для получения вяжущих материалов	Не владеет навыками формулировать задачи по утилизации техногенных отходов для получения вяжущих материалов	В полной мере владеет навыками формулировать задачи по утилизации техногенных отходов для получения вяжущих материалов
Навыки владения методами контроля гидратации для предотвращения брака.	Не владеет методами контроля гидратации для предотвращения брака	В полной мере владеет методами контроля гидратации для предотвращения брака

## Промежуточная аттестация в форме экзамена

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знания закономерности проявления вяжущих свойств; состав и основные свойства гидратных фаз вяжущих материалов при приеме энерго- и ресурсосбережения, комплексного использования техногенных материалов при гидратационно активных вяжущих материалов	Не знает закономерности проявления вяжущих свойств; состав и основные свойства гидратных фаз вяжущих материалов при приеме энерго- и ресурсосбережения, комплексного использования техногенных материалов при гидратационно активных вяжущих материалов.	Знает основные закономерности проявления вяжущих свойств; состав и основные свойства гидратных фаз вяжущих материалов при приеме энерго- и ресурсосбережения, комплексного использования техногенных материалов при гидратационно активных вяжущих материалов, но допускает неточность формулировок.	Знает закономерности проявления вяжущих свойств; состав и основные свойства гидратных фаз вяжущих материалов при приеме энерго- и ресурсосбережения, комплексного использования техногенных материалов при гидратационно активных вяжущих материалов.	Знает закономерности проявления вяжущих свойств; состав и основные свойства гидратных фаз вяжущих материалов при приеме энерго- и ресурсосбережения, комплексного использования техногенных материалов при гидратационно активных вяжущих материалов и может самостоятельно и грамотно выбрать технологический прием использования техногенных материалов
Знания физико-химических процессов и химических реакций, протекающих при гидратации вяжущих и гидратных фаз в присутствии техногенных материалов	Не знает физико-химических процессов и химических реакций, протекающих при гидратации вяжущих и гидратных фаз в присутствии техногенных материалов	Знает основы физико-химических процессов и химических реакций, протекающих при гидратации вяжущих и гидратных фаз в присутствии техногенных материалов, но допускает неточность формулировок.	Знает физико-химических процессов и химических реакций, протекающих при гидратации вяжущих и гидратных фаз в присутствии техногенных материалов	Знает физико-химических процессов и химических реакций, протекающих при гидратации вяжущих и гидратных фаз в присутствии техногенных материалов и привести реакции гидратации
Знания особенностей технологического процесса при использовании техногенных материалов и их влияние качество вяжущих материалов.	Не знает особенностей технологического процесса при использовании техногенных материалов и их влияние качество вяжущих материалов	Знает основные особенности технологического процесса при использовании техногенных материалов и их влияние качество вяжущих материалов, но допускает неточность формулировок.	Знает особенностей технологического процесса при использовании техногенных материалов и их влияние качество вяжущих материалов.	Знает особенностей технологического процесса при использовании техногенных материалов и их влияние качество вяжущих материалов и грамотно выбрать технологическое решение.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями

Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими реакциями, схемами и примерами	Записывает поясняющие реакции и схемы с ошибками	Записывает поясняющие реакции и схемы корректно и понятно	Записывает поясняющие реакции и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умения анализировать технологические процессы и оценивать состав и свойства гидратных фаз	Не умеет анализировать технологические процессы и оценивать состав и свойства гидратных фаз.	Умеет анализировать технологические процессы и оценивать состав и свойства гидратных фаз, допуская неточности.	Умеет анализировать технологические процессы и оценивать состав и свойства гидратных фаз.	Умеет анализировать технологические процессы и оценивать состав и свойства гидратных фаз, самостоятельно оценивает взаимосвязь между технологическим процессом и получаемыми гидратами
Умения проводить экспериментальную проверку свойств вяжущих материалов и анализировать полученные результаты	Не умеет проводить экспериментальную проверку свойств вяжущих материалов и анализировать полученные результаты	Умеет с незначительными затруднениями проводить экспериментальную проверку свойств вяжущих материалов и анализировать полученные результаты.	Умеет проводить экспериментальную проверку свойств вяжущих материалов и анализировать полученные результаты.	Умеет проводить экспериментальную проверку свойств вяжущих материалов и анализировать полученные результаты и самостоятельно интерпретирует полученные результаты
Умения экспериментально выявлять причины получения некачественной продукции.	Не умеет экспериментально выявлять причины получения некачественной продукции	Умеет с незначительными экспериментально выявлять причины получения некачественной продукции.	Умеет экспериментально выявлять причины получения некачественной продукции.	Умеет экспериментально выявлять причины получения некачественной продукции и самостоятельно выявляет причинно-следственную связь в получении брака

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки владения современными методами для физико-химического анализа	Не владеет современными методами для физико-химического анализа.	Владеет современными методами для физико-химического анализа	Владеет современными методами для физико-химического анализа	Владеет современными методами для физико-химического анализа, способен самостоятельно применить результаты для совершенствования технологического процесса
Навыки формулировать задачи по утилизации техногенных отходов для получения вяжущих материалов	Не владеет навыками формулировать задачи по утилизации техногенных отходов для получения вяжущих материалов	Владеет навыками формулировать задачи по утилизации техногенных отходов для получения вяжущих материалов, но без уверенного обоснования выбора способа утилизации отходов	Владеет формулировать задачи по утилизации техногенных отходов для получения вяжущих материалов.	Владеет формулировать задачи по утилизации техногенных отходов для получения вяжущих материалов, способен самостоятельно предложить способ утилизации отходов
Навыки владения методами контроля гидратации для предотвращения брака.	Не владеет методами контроля гидратации для предотвращения брака	Владеет методами контроля гидратации для предотвращения брака, но допускает неточности	Владеет методами контроля гидратации для предотвращения брака	Владеет методами контроля гидратации для предотвращения брака и способен самостоятельно выбрать оптимальное технологическое решения, обеспечивающее необходимое качество

## 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.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (аудитории: УК2 103, 212)	Лекционные занятия – аудитории, оснащённые доской, специализированной мебелью, мультимедийным комплексом с предустановленным лицензионным программным обеспечением: Microsoft Office 2013 (№31401445414), Microsoft Windows 7 (№63-14к), Kaspersky Endpoint Security 10 (№17E0170707130320867250).
3.	Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (аудитории: УК2 106, 109, 110)	<p>Лабораторные занятия проводятся в специализированных учебных и научно-исследовательских лабораториях.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Лаборатория обжига и физико-механических испытаний, 109 УК2, оснащенная оборудованием: электропечь Thermoceramics; электропечь камерная СНОЛ - 2 шт; электрошкаф сушильный СНОЛ - 2 шт; вакуумсушильный шкаф ГЗВ; прессовое оборудование.</li> <li>- Лаборатория микроскопических исследований, 106 УК2, оснащенная оборудованием: Микроскоп Carl Zeiss Jena NU2; система пробоподготовки Minitom; микроскоп стереоскопический МБС-10; поляризационно-интерференционный микроскоп BIOLAR PI.</li> <li>- Помольное отделение, подвальное помещение под 109 УК2, оснащенное оборудованием: прибор для определения тонкости помола цемента СММ; механическое сито; щековая дробилка; мельница 2-х камерная МБЛ.</li> <li>- Лаборатория химических анализов, 110 УК2, оснащенная оборудованием: установка по изучению свойств воздушной строительной извести; установка по определению содержания свободной извести в клинкере; интерференционно-поляризационный микроскоп МРІ 5; поляризационный микроскоп МИН-8; электропечь камерная СНОЛ.</li> </ul>

4.	учебные аудитории для самостоятельной работы (аудитория УК2 – 119а, 212)	<p>Самостоятельная работа студентов обеспечивается научной, учебной, учебно-методической литературой в библиотеке кафедры ТЦКМ УК2 - 119а, научно-технической библиотеке БГТУ им. В.Г. Шухова, оборудованной специализированной мебелью, с предоставлением рабочих мест, оборудованных персональными компьютерами, подключенными к сети Интернет и имеющих доступ к электронной информационно-образовательной среде университета.</p> <p>В аудитории УК2 212, оборудованной специализированной мебелью, оснащённой 12 компьютерами с предустановленным лицензионным программным обеспечением: Microsoft Office 2013 (№31401445414), Microsoft Windows 7 (№63-14к), Kaspersky Endpoint Security 10 (№17E0170707130320867250) и специализированным программным обеспечением: <b>Difwin</b> – программа для обработки результатов рентгенофазового анализа; <b>Seavch-Match</b> – программа для расшифровки рентгенофазового анализа; <b>ToniCal Trio</b> – программа для обработки результатов калориметрического анализа; <b>Sihcta, ROCS</b> – программы для расчета цементных сырьевых смесей.</p>
----	--	---

## 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. **Классен, В. К.** Технология и оптимизация производства цемента [Электронный ресурс] : краткий курс лекций : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. Хим. технология / В. К. Классен ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 308 с. - ISBN 978-5-361-00167-5 Э.Р. N 2277

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015013113471375400000659695>

2. **Классен, В. К.** Техногенные материалы в производстве цемента [Электронный ресурс] : монография / В. К. Классен, И. Н. Борисов, В. Е. Мануйлов ; под общ. ред. В. К. Классена. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008. - Э.Р. N 2347

3. **Лугинина И.Г.** Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2004. Ч. 1– 240 с.; Ч. 2– 198с.

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016121714551124000000656765>

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016121714002558900000654627>

4. Тейлор Х. Химия цемента / Пер. с англ. – М.: Мир, 1996. – 560 с.

5. Отраслевые отечественные и зарубежные журналы «Цемент и его применение», «Техника и технология силикатных материалов», «Строительные материалы». «ZEMENT - KALK – GIPS», «ZEMENT International».

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

1. Сборники и базы нормативных и технических документов

[www.snip.ru](http://www.snip.ru) <http://www.tmvt.ru/help/help-tsement.html>

<http://docs.cntd.ru/>

2. **Электронный читальный зал** <https://elib.bstu.ru/>

Содержит полные тексты учебных и учебно-методических пособий, монографий, авторами которых являются преподаватели университета; учебных и учебно-методических изданий, приобретенных во внешних издательствах и книготорговых организациях; редких и ценных изданий из фонда научно-технической библиотеки. Доступ к электронному читальному залу осуществляется с компьютеров локальной сети университета и сети Интернет.