

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 (модуля)

Физико-химические процессы обжига портландцементного клинкера

направление подготовки (специальность):

18.04.01 Химическая технология

Направленность программы (профиль, специализация):

Химическая технология вяжущих и композиционных 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 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г., № 910
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): старший преподаватель  (С.В. Ковалев)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021 г., протокол № 19

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель \_\_\_\_\_  (Л.А. Порожнюк)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
ПК-1 Организует и проводит работу по исследованию технологического процесса производства цемента и использованию современного оборудования	ПК-1.4. Проводит научные исследования по выявлению недостатков в технологическом процессе производства цемента и разрабатывает предложения по их устранению	<p><b>Знание:</b> алгоритмы исследований для изучения кристаллохимических принципов строения вещества, термодинамических закономерностей химико-технологических и физико-химических процессов, протекающих при синтезе вяжущих веществ.</p> <p><b>Умение:</b> самостоятельно разрабатывать программы научных исследований по подтверждению теоретически определённых возможностей протекания процессов при обжиге клинкера.</p> <p><b>Навыки:</b> проведения научных исследований в профессиональной сфере</p>
ПК-2. Способен управлять качеством производимой продукции с использованием новых достижений в цементной промышленности	ПК-2.2. Разрабатывает нормы по расходу сырьевых материалов и энергии и проводит контроль соблюдения технологической дисциплины	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знание:</b> особенности физико-химических процессов и свойств сырьевых компонентов, нормы расхода материалов и энергии при синтезе портландцементного клинкера</p> <p><b>Умение:</b> выявлять зависимости между параметрами процесса синтеза клинкера</p> <p><b>Навыки:</b> анализа технологических процессов; навыками использования теоретических знаний о физико-химических процессах синтеза вяжущих веществ для разработки и организации и контроля производственного процесса</p>
	ПК-2.3. Разрабатывает мероприятия по повышению качества портландцемента, комплексному использованию сырья и отходов производства с обеспечением экологической безопасности производства и региона	<p><b>Знание:</b> условия и последовательность образования клинкерных минералов, влияние примесей на процессы обжига</p> <p><b>Умение:</b> опираясь на закономерности синтеза вяжущих материалов, разрабатывать мероприятия по утилизации техногенных отходов путем замены дефицитных материалов</p> <p><b>Навыки:</b> применять знания о физико-химических процессах синтеза клинкера для создания энергетически выгодных и экологически чистых производств</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-1. Организовывает и проводит работу по исследованию технологического процесса производства цемента и использованию современного оборудования**

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физико-химические процессы обжига портландцементного клинкера
2	Мировой опыт развития технологических процессов производства вяжущих материалов
3	Производственная научно-исследовательская работа
4	Физико-химические процессы измельчения материалов
5	Проектное обучение
6	Учебная научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
7	Современные методы управления технологическим процессом производства цемента
8	Управление технологическим процессом производства цемента
9	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
10	Производственная преддипломная практика

**2. Компетенция ПК-2. Способен управлять качеством производимой продукции с использованием новых достижений в цементной промышленности**

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физико-химические процессы обжига портландцементного клинкера
2	Физико-химические процессы производства автоклавных материалов
3	Технология производства композиционных материалов
4	Аудит технологического процесса производства вяжущих материалов
5	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации

ЭКЗАМЕН

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	73	73
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	0	0
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	107	107
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	71	71
Экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 1 Семестр 1

№ 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. Виды химических связей в твердых телах и кристаллохимические принципы строения веществ					
	Виды химической связи: межатомные и межмолекулярные силы, ионная, ковалентная металлическая, водородная связи. Структура и классификация силикатов	4		2	7
2. Термодинамические закономерности синтеза вяжущих веществ					
	Первое, второе, третье начала термодинамики. Энергия Гиббса. Возможность протекания реакций. Правила работы с двух- и трехкомпонентными диаграммами состояния. Диаграммы состояния с примесными элементами, вносимыми техногенными материалами	8		8	16
3. Виды дисперсных систем при получении вяжущих материалов и их свойства					
	Пути получения дисперсных систем. Адсорбция в дисперсных системах. Влияние среды на процесс диспергирования. Влияние органических веществ и ПАВ на текучесть шламов. Влияние техногенных материалов, используемых в качестве добавок при получении вяжущих материалов, на скорость измельчения	4		4	10
4. Физическая химия высокотемпературной обработки материалов					
	Физико-химические процессы термообработки материалов: сушка, диссоциация, декарбонизация. Диффузия в твердых телах. Влияние техногенных материалов на скорость диффузии. Твердофазовые реакции, их кинетика. Термодинамика твердофазовых реакций. Механизм твердофазовых реакций. Поведение твердых тел при нагревании. Последовательность химических превращений при твердофазовом взаимодействии. Сущность и виды спекания. Кинетика спекания и факторы влияющие на нее. Процесс кристаллизации расплавов. Рекристаллизация. Форма зерен. Пути энерго-и ресурсосбережения при использовании техногенных отходов в процессе обжига	18		20	38
	ВСЕГО	34		34	71

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрены учебным планом.

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>семестр № 1</b>				
1	Виды химических связей в твердых телах и кристаллохимические принципы строения веществ	Изучение вещества с помощью рентгенофазового анализа. Расшифровка рентгеновских спектров. Характеристические рефлексы силикатных материалов	2	2
2	Термодинамические закономерности синтеза вяжущих веществ	Определение возможности протекания реакций по величине энергии Гиббса	2	4
3		Практическое определение возможности протекания реакций путем обжига материалов с последующей идентификацией фаз методом РФА	6	6
4	Виды дисперсных систем при получении вяжущих материалов и их свойства	Определение влияния среды, в которой происходит диспергация материалов, на скорость измельчения	2	2
5		Изучение возможности энергосбережения при измельчении вяжущих материалов при использовании техногенных материалов	2	2
6	Физическая химия высокотемпературной обработки материалов	Анализ физико-химических процессов, происходящих при их нагревании с использованием двухкомпонентных диаграмм состояния	2	6
7		Проведение лабораторных исследований на основании полученных результатов о температурах плавления, полиморфных превращений, реакций с целью их проверки	4	4
8		Анализ физико-химических процессов, происходящих при нагревании, с использованием трехкомпонентных диаграмм состояния	4	6
9		Проведение лабораторных исследований на основе полученных результатов о температурах плавления, полиморфных превращений, реакций с целью их проверки	2	2
10		Разработка исследований для сравнения физико-химических процессов с использованием техногенных отходов и без. Проведение экспериментов	10	10
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>	<b>44</b>

#### 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. Организует и проводит работу по исследованию технологического процесса производства цемента и использованию современного оборудования

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.4. Проводит научные исследования по выявлению недостатков в технологическом процессе производства цемента и разрабатывает предложения по их устранению	<i>Защита лабораторных работ Экзамен</i>

##### 2. Компетенция ПК-2. Способен управлять качеством производимой продукции с использованием новых достижений в цементной промышленности

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.2. Разрабатывает нормы по расходу сырьевых материалов и энергии и проводит контроль соблюдения технологической дисциплины	<i>Защита лабораторных работ Тестирование Экзамен</i>
ПК-2.3. Разрабатывает мероприятия по повышению качества портландцемента, комплексному использованию сырья и отходов производства с обеспечением экологической безопасности производства и региона	<i>Защита лабораторных работ Тестирование Экзамен</i>



## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

Экзаменационный билет включает три вопроса. Для подготовки к ответу на вопросы и задания билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время 1 час. Распределение вопросов и заданий находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Виды химических связей в твердых телах и кристаллохимические принципы строения веществ	ПК-1	1. Понятие ионной химической связи 2. Понятие ковалентной химической связи 3. Понятие металлической химической связи 4. Понятие водородной химической связи 5. Межатомарные силы 6. Межмолекулярные взаимодействия. 7. Правила соотношения радиусов 8. Сущность рентгенофазового метода анализа. 9. Межплоскостное расстояние и интенсивность 10. Правила расшифровки рентгеновских спектров
		ПК-2	1. Перечислите профессиональные задачи, которые можно решить с помощью рентгенофазового метода анализа 2. Контроль качественного состава с помощью рентгенофазового анализа 3. Контроль количественного состава с помощью рентгенофазового анализа 4. Оценка влияния условий синтеза материалов с помощью рентгенофазового анализа
2	Термодинамические закономерности синтеза вяжущих веществ	ПК-2	1. Что такое система? 2. Виды систем. 3. Что такое фаза? 4. Что такое окружающая среда? 5. Число фаз в системе 6. Число компонентов в системе 7. Что такое степень свободы 8. Понятие конденсированных систем 9. Фазовое равновесие и правило фаз Гибса 10. Формулировка первого начала термодинамики 11. Понятие энергия 12. Понятие работа 13. Понятие теплота 14. Закон Гесса 15. Что такое обратимые и необратимые процессы? 16. Термодинамическое равновесие 17. Принцип Ле Шателье 18. Понятие тепловой эффект реакции. 19. Понятие внутренняя энергии 20. Понятие энтальпии 21. Понятие энтропия

			<p>22. Понятие энергия Гиббса  23. Понятие энергия Гельмгольца  24. Понятие константа равновесия  25. Химическое равновесие в гетерогенных реакциях  26. Формулировка второго начала термодинамики  27. Изменение энтропии как критерий равновесия и самопроизвольности процесса  28. Понятие теплоемкость.  29. Третье начало термодинамики.</p>
3	Виды дисперсных систем при получении вяжущих материалов и их свойства	ПК-1	<p>1. Понятие дисперсная система  2. Понятие диспергация  3. Получение дисперсных систем  4. Влияние среды на процесс диспергации.  5. Понятие аморфизация.  6. Поверхностная энергия Гиббса  7. Понятие адсорбция  8. Виды адсорбции  9. Понятие агрегация  10. Понятие агломерация  11. Физико-химические свойства порошкообразных твердых тел: форма зерен, гранулометрическое распределение, насыпная масса, пористость.  12. Понятие суспензии.  13. Текучесть суспензии</p>
		ПК-2	<p>1. Влияние влажности на процесс диспергирования при производстве вяжущих материалов  2. Влияние добавок на процесс диспергирования при производстве вяжущих материалов  3. Влияние органических и неорганических добавок на структурно-механические свойства шламов.  4. Предложите варианты снижения влажности шлама без ухудшения его характеристик  5. Влияние техногенных отходов на процесс диспергации с целью возможности энерго- и ресурсосбережения  6. Виды добавок-интенсификаторов измельчения, используемых при производстве вяжущих материалов  7. Принцип действия добавок-интенсификаторов измельчения  8. Оцените разницу в составе клинкера с <math>KH = 0,9</math> и <math>KH=0,8</math>. Какой из этих клинкеров размалывается легче и почему?</p>

4	Физическая химия высокотемпературной обработки материалов	ПК-1 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие сушка.</li> <li>2. Понятие дегидратация при производстве вяжущих материалов</li> <li>3. Понятие декарбонизация.</li> <li>4. Способы интенсификации процесса декарбонизации</li> <li>5. Влияние температуры на процесс декарбонизации</li> <li>6. Влияние давления на процесс декарбонизации</li> <li>7. Влияние размера частицы на процесс декарбонизации</li> <li>8. Понятие твердофазовые реакции.</li> <li>9. Понятие диффузия в твердых телах</li> <li>10. Виды диффузии.</li> <li>11. Способы увеличения скорости диффузии</li> <li>12. Механизм реакции в смесях твердых веществ</li> <li>13. Кинетика твердофазовых реакций</li> <li>14. Твердофазные реакции при производстве вяжущих веществ</li> <li>15. Влияние добавок на скорость твердофазового взаимодействия</li> <li>16. Влияние диспергирования на скорость твердофазового взаимодействия</li> <li>17. Влияние температуры на скорость твердофазового взаимодействия</li> <li>18. Влияние минерализаторов на скорость твердофазового взаимодействия</li> <li>19. Влияние давления и газовой среды на скорость твердофазового взаимодействия</li> <li>20. Влияние диспергирования на скорость твердофазового взаимодействия</li> <li>21. Механизм реакции в смесях твердых веществ.</li> <li>22. Влияние микрорасплавов, возникающих при использовании вторичных материалов, на скорость и механизм твердофазовых реакций.</li> <li>23. Понятие спекание</li> <li>24. Понятие твердофазовое спекание.</li> <li>25. Стадии твердофазового спекания</li> </ol>
		ПК-2 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кинетика твердофазового спекания.</li> <li>2. Факторы, влияющие на процесс твердофазового спекания.</li> <li>3. Понятие жидкофазное спекание, его виды.</li> <li>4. Спекание за счет процесса испарение-конденсация</li> <li>5. Спекание за счет пластической деформации под давлением</li> <li>6. Реакционное жидкофазное спекание.</li> <li>7. Факторы, влияющие на процесс спекания.</li> <li>8. Влияние техногенных материалов на скорости твердофазовых реакций</li> <li>9. Влияние техногенных материалов на температуру спекания вяжущих веществ.</li> <li>10. Варианты энергосбережения при обжиге вяжущих веществ.</li> <li>11. Предложите варианты интенсификации процесса декарбонизации карбонатного компонента на основе принципа Ле Шателье</li> <li>12. Предложите варианты интенсификации процесса декарбонизации карбонатного компонента, основываясь на</li> </ol>

		<p>закономерностях процесса диффузии.</p> <p>13. Получен брак клинкера – высокое содержание свободного оксида кальция. Предложите варианты исследования причин брака, если нарушения возникают на стадии подбора сырья.</p> <p>14. Получен брак клинкера – высокое содержание свободного оксида кальция. Предложите варианты исследования причин брака, если нарушения возникают на стадии приготовления сырьевой смеси или сырьевого шлама.</p> <p>15. Получен брак клинкера – высокое содержание свободного оксида кальция. Предложите варианты исследования причин брака, если нарушения возникают на стадии процесса обжига</p>
--	--	---

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

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

**Лабораторные работы.** Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания и оформления отчета. Защита лабораторной работы производится по каждой работе в отдельности в виде индивидуального собеседования с каждым студентом. На защите даются вопросы по теоретической и практической частям выполненной работы, по данным и результатам оформленного отчета, а также задачи по теме работы. Защита лабораторной работы производится в устной или письменной форме. Примерный перечень типовых заданий для защиты лабораторных работ представлен в таблице

#### Перечень типовых контрольных заданий для защиты лабораторных работ

	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых контрольных заданий)
1	Виды химических связей в твердых телах и кристаллохимические принципы строения веществ	ПК-1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1..Механизм образования связей в кристаллических веществах</li> <li>2. Составить структурную формулу минерала глины <math>Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O</math></li> <li>3. Создайте план научного исследования по изучению влияния внедрения примесных элементов в структуру алита на его свойства</li> <li>4. Определить кремнекислородный мотив по формуле минерала</li> </ol>
		ПК-2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Даны рентгеновские спектры карбонатного компонента. Проанализируйте их и сделайте вывод о качестве сырьевого компонента.</li> <li>2. Даны рентгеновские спектры цементного клинкера. Проанализируйте их. Какой из образцов клинкера является браком.</li> <li>3. Даны рентгеновские спектры образцов клинкера, полученные с разным содержанием примесных элементов. Проанализируйте их. Сделайте вывод о влиянии концентрации примеси на фазовый состав клинкера.</li> </ol>
2	Термодинамические закономерности синтеза вяжущих веществ	ПК-2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие энтальпии. Теплота образования. Теплота полиморфных превращений. Теплоемкость.</li> <li>2. Первое начало термодинамики. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса.</li> <li>3. Понятия: система (открытая, закрытая, гомогенная, гетерогенная), окружающая среда, фаза, составные части системы, компоненты. Энтропия.</li> <li>4. Второе и третье начала термодинамики. Изменение энтропии как критерий равновесия и самопроизвольности процессов.</li> <li>5. Энергия Гиббса. Принцип Ле-Шателье. Равновесие системы</li> <li>6. Газ получил количество теплоты, равное 1 кДж, и его сжали, совершив при этом работу 600 Дж. Как при этом изменилась внутренняя энергия газа?</li> <li>7. Реакция горения бензола выражается термохимическим уравнением:  <math>C_6H_6(ж) + 7\frac{1}{2}O_2(г) = 6CO_2(г) + 3H_2O(г) - 3135,6 \text{ кДж}</math>                      Вычислите теплоту образования жидкого бензола.</li> <li>8. Аргон, находящийся в сосуде объемом 5 л, нагревают так, что его давление возрастает с 100 кПа до 300 кПа. Какое количество теплоты получил газ?</li> </ol>

9. При сжигании 18г алюминия в кислороде выделилось 547 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

10. Определить в каком направлении при 298К (прямом или обратном) будет протекать реакция. Рассчитать температуру, при которой вероятны оба направления реакции.

	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub>	Fe	H <sub>2</sub> O
ΔH, кДж/моль	-822.16			-241.82
ΔS, Дж/моль	89.96	131	27.15	188.7

11. Определите тепловой эффект сгорания жидкого CS<sub>2</sub>(ж) до образования газообразных CO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub>. Сколько молей CS<sub>2</sub> вступят в реакцию, если выделится 700 кДж тепла?  
 $\Delta H^{\circ}_{CS_2} = 87$  кДж/моль  
 $\Delta H^{\circ}_{SO_2} = -296,9$  кДж/моль  $\Delta H^{\circ}_{CO_2} = -393,5$  кДж/моль

12. Сколько выделится теплоты при получении 1 кг железа по реакции:  
 $Fe_2O_3(к) + 3CO(г) = 2Fe(к) + 3CO_2(г)$ ,  
 если энтальпии образования Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(к), CO(г) и CO<sub>2</sub>(г) соответственно равны (кДж/моль):  
 -822,7; -110,6 и -394,0.

13. Определить теплоту образования Ca(OH)<sub>2</sub> на основе:  
 1)  $CaCO_3 = CaO + CO_2$ ;  $\Delta H_1 = -18,20$  кДж;  
 2)  $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$   $\Delta H_2 = -283,0$  кДж,

14. Уравняйте реакции, рассчитайте, протекание какой из реакций более предпочтительно, в температурном интервале 500-1000°С, используя справочник термодинамических величин.  
 $CaCO_3 + \alpha-Fe_2O_3 = 2CaO \cdot Fe_2O_3 + CO_2$   
 $\alpha-Fe_2O_3 + Na_2CO_3$

15. Уравняйте реакции, рассчитайте, протекание какой из реакций более предпочтительно, в температурном интервале 500-1000°С, используя справочник термодинамических величин.  
 $CaCO_3 + Al_2O_3 = 3CaO \cdot Al_2O_3 + CO_2$   
 $Al_2O_3 + Na_2CO_3 = NaAlO_2 + CO_2$

16. Постройте график изменения величины ΔG реакции от температуры, используя справочник термодинамических величин, и определите температуру равновесия  
 $MgCO_3 = MgO + CO_2$

17. Определите число независимых компонентов системы, если твердый оксид кальция, твердый карбонат кальция и газообразный диоксид углерода находятся в равновесии:  
 $CaCO_3(тв.) = CaO(тв.) + CO_2(газ)$

18. Используя справочные данные, определите, какое сырье CaCO<sub>3</sub> или Ca(OH)<sub>2</sub> при взаимодействии с α-SiO<sub>2</sub> более предпочтительно для формирования β-C<sub>2</sub>S.

19. Как изменится тепловой эффект клинкерообразования при увеличении величины КН

20. Создайте план научного исследования влияния частичной замены сырья техногенными материалами на тепловой эффект клинкерообразования.

21. Даны составы техногенных материалов. Определите, какой из них более предпочтителен с позиции удельного расхода теплоты на обжиг клинкера

3	Виды дисперсных систем при получении вяжущих материалов и их свойства	ПК-2	1. Диспергация и влияние среды на ее процесс. 2. Аморфизация. Поверхностная энергия Гиббса. Адсорбция и ее виды. 3. Агрегация. Агломерация
---	---	------	--

			<p>4. Влияние среды на процесс диспергирования. Влажность дисперсных систем. Влияние органических и неорганических добавок на структурно-механические свойства шламов.</p> <p>5. Диспергирование системы в виде суспензии. Структура суспензии. Текучесть суспензии.</p> <p>6. Влияние техногенных отходов на процесс диспергации с целью возможности энерго- и ресурсосбережения</p> <p>7. Виды добавок-интенсификаторов измельчения, используемых для создания экономически выгодных производств. Принцип их действия</p> <p>8. Создайте план научного исследования по изучению влияния влажности шлама на его измельчаемость и свойства</p> <p>9. Создайте план научного исследования по возможности применения интенсификатора помола цемента</p> <p>10. Даны результаты анализа удельной поверхности цемента в зависимости от количества и вида вводимого интенсификатора помола. Обобщите результаты и сделайте вывод, какой интенсификатор предпочтительнее, какова оптимальная его концентрация</p>
4	Физическая химия высокотемпературной обработки материалов	ПК-1	<p>1. Создайте план научного исследования по изучению появления брака при частичной замене сырья для производства цемента на техногенные материалы</p> <p>2. Создайте план научного исследования по изучению влияния минерализатора на появление брака при синтезе цементного клинкера</p> <p>3. Получены данные о влиянии различных типов минерализаторов на количество свободного оксида кальция в зависимости от температур обжига и концентрации. Подберите оптимальный вариант минерализатора</p>
		ПК-2	<p>1. Дана диаграмма состояния <math>H_2O-HNO_3</math> Для данной диаграммы определите</p> <p>а) состав и температуру кипения азеотропной смеси;</p> <p>б) температуру кипения раствора, содержащего 55 моль.% вещества <math>HNO_3</math>, и состав первых появляющихся над ним пузырьков пара. При какой температуре жидкость полностью выкипит и каков будет состав исчезающих капель раствора? Покажите на диаграмме, как в процессе кипения изменялся состав раствора и равновесного с ним пара. Определите вариантность системы до кипения, при кипении, после кипения;</p> <p>в) какой состав фаз имеет смесь а при температуре <math>T = 388\text{ K}</math>? Какое количество вещества <math>HNO_3</math> будет в парах и жидкой фазе при этой температуре, если общая масса смеси составляет 2 кг?</p> <p>г) на какие компоненты можно разделить смесь, содержащую 80 кг вещества <math>HNO_3</math> в 100 кг раствора при ректификации; какой чистый компонент и в каком количестве можно при этом получить;</p> <p>д) какой компонент и в каком количестве необходимо добавить в эту смесь, чтобы она стала азеотропной</p> <p>2. Дана диаграмма трехкомпонентной системы:</p> <p>а) Дайте общую характеристику диаграммы.</p> <p>б) Расшифруйте фазовый состав полей диаграммы,</p>

		<p>пограничных кривых и тройных точек</p> <p>в) укажите формулы и состав химических соединений (если они есть)</p> <p>3. Дана диаграмма трехкомпонентной системы и точка на диаграмме:</p> <p>а) определите компонентный состав системы в данной точке</p> <p>б) определите фазовый состав системы в данной точке</p> <p>в) постройте пути кристаллизации данной точки</p> <p>г) определите число степеней свободы системы вдоль пути кристаллизации</p> <p>д) определите состав жидкой фазы, состав кристаллов и соотношения между ними, используя правило рычага</p> <p>е) определите состав системы в конечной точке кристаллизации</p>
--	--	--

**Тестирование** осуществляется после прохождения каждого из разделов дисциплины. На тестирование отводится 30 минут. Тестовое задание состоит из 15 вопросов. Пример типовых тестовых заданий представлен в таблице.

### Перечень типовых тестовых заданий

ПК-1 Организовывает и проводит работу по исследованию технологического процесса производства цемента и использованию современного оборудования	
1	<p>Каким способом нельзя определить минералогический состав клинкера?</p> <p>А) Метод внутреннего стандарта</p> <p>Б) Петрографический анализ</p> <p>В) Анализ на содержание свободного оксида кальция</p> <p>Г) Все ответы неверны</p>
2	<p>От чего не зависит реакционная способность сырьевого шлама?</p> <p>А) От тонкости помола шлама</p> <p>Б) От количества воды в шламе</p> <p>В) От наличия минерализаторов</p> <p>Г) От состава исходных компонентов</p>
3	<p>Основной структурной единицей силикатов является:</p> <p>А) <math>[\text{SiO}_4]^{4-}</math></p> <p>Б) <math>[\text{AlO}_4]^{5-}</math></p> <p>В) <math>[\text{SiC}_4]</math></p> <p>Г) <math>[(\text{Si},\text{Al})\text{O}_2]^{n-}</math></p>
4	<p>Какое полиморфное превращение минералов клинкера является нежелательным?</p> <p>А) переход <math>\beta</math>-формы белита в <math>\gamma</math>-форму</p> <p>Б) переход алита из моноклинной в триклинную модификацию</p> <p>В) переход белита в <math>\alpha</math>-форму</p> <p>Г) нет правильного ответа</p>
5	<p>Какие из анализов могут быть использованы для определения возможности использования техногенного продукта в качестве сырьевого компонента</p> <p>А) Определение прочности при сжатии</p> <p>Б) Определение минералогического состава клинкера</p>



	<p>В) Определение свободного оксида кальция в клинкере</p> <p>Д) Все ответы верны</p>
6	<p>Какой состав кристаллов, выпадающих в области первичной кристаллизации компонента В</p> <p>А) 100% компонента А</p> <p>Б) 50% компонента А, 50% компонента В</p> <p>В) 100% компонента В</p> <p>Г) 50% компонента С, 50% компонента В</p>
7	<p>Какова температура клинкерной эвтектики</p> <p>А) 1250°C.</p> <p>Б) 1307°C.</p> <p>В) 1338°C.</p> <p>Г) 1400°C.</p>
8	<p>Как изменяется реакционная способность оксида кальция при пережоге?</p> <p>А) увеличивается</p> <p>Б) уменьшается</p> <p>В) не изменяется</p>
9	<p>Как определяется тонкость помола шлама?</p> <p>А) по плотности</p> <p>Б) по остатку на ситах</p> <p>В) по вязкости</p> <p>Г) по величине водоотделения</p>
10	<p>Что не является элементом диаграммы трехкомпонентной системы:</p> <p>А) треугольник концентраций</p> <p>Б) точка эвтектики</p> <p>В) точка двойного опускания</p> <p>Г) кривая давления компонентов</p>
11	<p>Какие фазы находятся в равновесии в области первичной кристаллизации компонента А трехкомпонентной системы АВС:</p> <p>А) Компонент А;</p> <p>Б) Компонент В</p> <p>В) Компонент С</p> <p>Г) Компонент А и жидкость</p>
12	<p>Часть или совокупность гомогенных частей системы, отделенных от других частей системы поверхностью раздела и характеризующихся в отсутствие внешнего поля сил одинаковыми во всех своих точках составом и свойствами</p> <p>А) Фаза</p> <p>Б) Независимый компонент</p> <p>В) Зависимый компонент</p> <p>Г) Нет правильного ответа</p>
13	<p>Сколько степеней свободы имеет эвтектическая точка?</p> <p>А) 1</p> <p>Б) 0</p> <p>В) 3</p> <p>Г) 4</p>
14.	<p>Какова структурная формула каолинита <math>Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O</math>, атомы Al</p>

	<p>которого не входят в кремнекислородный мотив.</p> <p>А) <math>[\text{Si}_2\text{O}_6]\text{Al}_2(\text{OH})_4</math></p> <p>Б) <math>[\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_4</math></p> <p>В) <math>\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4</math></p> <p>Г) нет правильного ответа</p>
15	<p>Какое количество фаз имеет насыщенный раствор хлорида натрия с кристаллами NaCl?</p> <p>А) 1</p> <p>Б) 2</p> <p>В) 3</p> <p>Г) 4</p>

<b>ПК-2.</b> Способен управлять качеством производимой продукции с использованием новых достижений в цементной промышленности	
1	<p>При постепенном переходе от <math>\text{KH}=0,8</math> к <math>\text{KH}=0,9</math> размолоспособность клинкера</p> <p>А) уменьшается</p> <p>Б) увеличивается</p> <p>В) сначала увеличивается, а затем резко падает</p> <p>В) размолоспособность не связана с величиной <math>\text{KH}</math></p>
2	<p>Какое применение могут находить техногенные отходы при производстве цемента</p> <p>А) Как сырьевой компонент</p> <p>Б) Как активная минеральная добавка</p> <p>В) Как интенсификатор обжига</p> <p>Г) Все ответы верны</p>
3	<p>Какова вероятность самопроизвольного протекания химической реакции, если <math>\Delta G &lt; 0</math></p> <p>А) протекание реакции невозможно</p> <p>Б) протекание реакции возможно</p> <p>В) наблюдается равновесие</p> <p>Г) вероятность нельзя оценить по величине <math>\Delta G</math></p>
4	<p>Сколько компонентной является система, в которой происходит процесс разложения карбоната кальция по реакции <math>\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2</math></p> <p>А) Однокомпонентная</p> <p>Б) Двухкомпонентная</p> <p>В) Трехкомпонентная</p> <p>Г) Четырехкомпонентная</p>
5	<p>Что может являться причиной повышенного содержания свободного оксида кальция в клинкере</p> <p>А) Плохое усреднение сырьевых компонентов</p> <p>Б) Влияние примесных элементов</p> <p>В) Повышение температуры появления расплава из за низкого содержания плавней</p> <p>Г) Все ответы верны</p>
6	<p>О чем может свидетельствовать наличие гидратных фаз на рентгенограммах клинкера белого цемента, если этот клинкер свежий:</p>

	<p>А) О плохой работе системы охлаждения клинкера</p> <p>Б) О недостаточной температуре обжига в зоне спекания</p> <p>В) Об избыточной влажности сырьевого шлама</p> <p>Г) О наличии примесей в составе сырья</p>
<b>7</b>	<p>Какой из клинкерных минералов в большей степени влияет на раннее схватывание цемента</p> <p>А) <math>C_4AF</math></p> <p>Б) <math>C_2S</math></p> <p>В) <math>C_3S</math></p> <p>Г) <math>C_3A</math></p>
<b>8</b>	<p>Отсутствие какого клинкерного минерала обуславливает высокую белизну белого цемента</p> <p>А) <math>C_2S</math></p> <p>Б) <math>C_4AF</math></p> <p>В) <math>C_3S</math></p> <p>Г) <math>C_3A</math></p>
<b>9</b>	<p>Что не является фактором, обуславливающим эффективность механической активации лежалого цемента:</p> <p>А) Увеличение пластических деформаций и дефектов кристаллической решетки</p> <p>Б) Разогрев материала в процессе механической активации</p> <p>В) Увеличение удельной поверхности</p> <p>Г) Разрушение новообразований на поверхности частиц</p>
<b>10</b>	<p>Процесс диспергации карбоната кальция в водной среде по отношению к диспергации в сухом состоянии:</p> <p>А) ухудшается</p> <p>Б) не изменяется</p> <p>В) улучшается</p>
<b>11</b>	<p>Что можно определить с помощью «правила рычага»</p> <p>А) Количественное отношение фаз</p> <p>Б) Число степеней свободы</p> <p>В) Температуру в точке эвтектики</p> <p>Г) Все ответы верны</p>
<b>12</b>	<p>Реакции, осуществляющиеся за счет непосредственного взаимодействия между частицами твердых веществ без участия жидкой или газовой фаз называются</p> <p>А) Твердофазовые реакции</p> <p>Б) Смешение</p> <p>В) Окислительные реакции</p> <p>Г) Восстановительные реакции</p>
<b>13</b>	<p>Что такое конгруэнтное плавление?</p> <p>А) Плавление вещества с разложением</p> <p>Б) Плавление вещества без разложения</p> <p>В) Плавление с участием газовой фазы</p> <p>Г) Плавление в гомогенных системах</p>
<b>14</b>	<p>Самопроизвольно могут протекать процессы, в которых энтропия</p>

	<p>А) не изменяется  Б) уменьшается  В) увеличивается  Г) все ответы верны</p>
<b>15</b>	<p>Изобарно-изотермический потенциал это:  А) Энергия Гельмгольца  Б) Энергия Гиббса  В) Внутренняя энергия  Г) Энергия химической связи</p>
<b>16</b>	<p>Следствие из закона Гесса гласит:  А) тепловой эффект прямой реакции равен по величине и противоположен по знаку тепловому эффекту обратной реакции  Б) тепловой эффект прямой реакции равен по величине и по знаку тепловому эффекту обратной реакции  В) тепловой эффект прямой реакции не равен по величине и противоположен по знаку тепловому эффекту обратной реакции  Г) тепловой эффект прямой реакции равен по величине тепловому эффекту обратной реакции</p>
<b>17</b>	<p>Для чего рассчитывают тепловой эффект клинкерообразования?  А) Для составления теплового баланса печи  Б) Для определения количества теплоты, выделяющейся при гидратации  В) Для определения температуры фазовых превращений в клинкере  Г) Для определения температуры эвтектики</p>
<b>18</b>	<p>Формирование какого клинкерного минерала происходит с участием жидкой фазы:  А) <math>C_3A</math>  Б) <math>C_2S</math>  В) <math>C_3S</math>  Г) <math>C_4AF</math></p>
<b>19</b>	<p>Для увеличения скорости процесса декарбонизации можно использовать:  А) Увеличение давления  Б) Уменьшение температуры  В) Повышение температуры  Г) Увеличение размера частиц декарбонизируемого материала</p>
<b>20</b>	<p>Какая величина не входит в тепловой эффект клинкерообразования  А) теплота на разложение карбонатного компонента  Б) теплота на дегидратацию глинистого компонента  В) теплота экзотермических реакций образования клинкерных минералов  Г) теплота испарения влаги из сырьевых компонентов</p>

#### 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
<b>Компетенция ПК-1. Организует и проводит работу по исследованию технологического процесса производства цемента и использованию современного оборудования (ПК-1.4)</b>	
Знание	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умение	Алгоритм действий при организации исследования
	Качество исполнения
	Самостоятельность
Навыки	Постановка цели и задач исследования
	Грамотный подбор методик
	Аргументированность выводов и решений
<b>Компетенция ПК-2. Способен управлять качеством производимой продукции с использованием новых достижений в цементной промышленности (ПК-2.2, 2.3)</b>	
Знание	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умение	Алгоритм действий при решении профессиональной задачи
	Качество исполнения
	Самостоятельность
Навыки	Постановка цели и задач мероприятий по повышению качества продукции
	Грамотный подбор методик
	Аргументированность выводов и решений

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

**Компетенция ПК-1.** Организует и проводит работу по исследованию технологического процесса производства цемента и использованию современного оборудования

Оценка сформированности компетенций по показателю Знание.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
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 схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки 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 Умение

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Алгоритм действий при организации исследования	Не знает алгоритма действий	Знает алгоритм действий, но допускает значительные неточности	Знает алгоритм действий, допускает незначительные неточности	Знает алгоритм действий
Качество исполнения	Задание не выполнено	Задание выполнено полностью, допущены серьезные ошибки при выполнении	Задание выполнено полностью, допущены незначительные ошибки.	Задание выполнено полностью, без ошибок
Самостоятельность	Не может выполнить задание, требуется постоянная помощь в выполнении	Может выполнить задание, но требуется значительная помощь при выполнении некоторых этапов работы	Самостоятельно выполняет все этапы работы, оказывается незначительная помощь в выполнении задания	Полностью самостоятельно выполняет все этапы работы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Постановка цели и задач исследования	Не может произвести постановку цели и задач для решения проблемы, производит постановку ошибочных целей	Производит постановку целей, не полностью отражающих содержание проблемы. Цели и задачи не соотносятся между собой	Производит постановку целей, отражающих содержание проблемы, но требующих дополнения	Производит постановку целей и задач полностью соотносящихся между собой и полностью отражающих содержание проблемы
Грамотный подбор методик	Не может выбрать необходимую методику для решения задачи	Выбирает малоэффективные для решения задачи методики	Выбирает подходящую методику решения задачи	Выбирает наиболее оптимальную методику решения задачи
Аргументированность выводов и предложенных решений	Не может сформулировать выводы и предложить решение задачи. Предлагает ошибочные формулировки	Формулирует выводы и решения недостаточно точно отражающие цели и задачи	Формулирует выводы и предложения, требующие незначительной корректировки	Формулирует аргументированные выводы и предложения по решению задачи

**Компетенция ПК-2. Способен управлять качеством производимой продукции с использованием новых достижений в цементной промышленности**

Оценка сформированности компетенций по показателю Знание.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
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 схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки 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 Умение

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Алгоритм действий при решении профессиональной задачи	Не знает алгоритма действий	Знает алгоритм действий, но допускает значительные неточности	Знает алгоритм действий, допускает незначительные неточности	Знает алгоритм действий
Качество исполнения	Задание не выполнено	Задание выполнено полностью, допущены серьезные ошибки при выполнении	Задание выполнено полностью, допущены незначительные ошибки.	Задание выполнено полностью, без ошибок
Самостоятельность	Не может выполнить задание, требуется постоянная помощь в выполнении	Может выполнить задание, но требуется значительная помощь при выполнении некоторых этапов работы	Самостоятельно выполняет все этапы работы, оказывается незначительная помощь в выполнении задания	Полностью самостоятельно выполняет все этапы работы

## Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Постановка цели и задач мероприятий по повышению качества продукции	Не может произвести постановку цели и задач для решения проблемы, производит постановку ошибочных целей	Производит постановку целей и задач, не полностью отражающих содержание проблемы. Цели и задачи не соотносятся между собой	Производит постановку целей и задач, отражающих содержание проблемы, но требующих дополнения	Производит постановку целей и задач полностью соотносящихся между собой и полностью отражающих содержание проблемы
Грамотный подбор методик	Не может выбрать необходимую методику для решения задачи	Выбирает малоэффективные для решения задачи методики	Выбирает подходящую методику решения задачи	Выбирает наиболее оптимальную методику решения задачи
Аргументированность выводов и предложенных решений	Не может сформулировать выводы и предложить решение задачи. Предлагает ошибочные формулировки	Формулирует выводы и решения недостаточно точно отражающие цели и задачи	Формулирует выводы и предложения, требующие незначительной корректировки	Формулирует аргументированные выводы и предложения по решению задачи

## 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	Зал курсового, дипломного проектирования и учебная лаборатория для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
2	Лаборатория обжига и физико-механических испытаний для проведения лабораторных занятий	Электропечь Thermoceramics; электропечь камерная СНОЛ - 2 шт; электрошкаф сушильный СНОЛ - 2 шт; вакуумсушильный шкаф ГЗВ; прессовое оборудование, прибор для определения тонкости помола цемента СММ; механическое сито; щековая дробилка; мельница 2-х камерная МБЛ;
3	Лаборатория химических анализов для проведения лабораторных занятий	Установка по определению содержания свободной извести в клинкере; интерференционно-поляризационный микроскоп МРІ 5; поляризационный микроскоп МИН-8, аналитические весы, технические весы.
4	Зал курсового и дипломного проектирования для проведения самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, компьютеры
5	Читальный зал библиотеки для проведения самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
	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
	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
	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.
	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

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

1. Вишняков, А.В. Физическая химия : учеб, для студентов вузов / А.В. Вишняков, Н.Ф. Кизим. – Москва: Химия, 2012. – 840 с. – (Для высшей школы). – ISBN 978-5-98109-094-3.
2. Афанасьев, Б.Н. Физическая химия : учеб, пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Хим. технология", "биотехнология", "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в хим. технологии, нефтехимии и биотехнологии" / Б.Н. Афанасьев, Ю.П. Акулова. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар : Лань, 2012. – 464 с. – ISBN 978-5-8114-1402-4.
3. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента: краткий курс лекций: учеб, пособие / В.К. Классен. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 308 с.
4. Практикум по физической химии : учеб, пособие для студентов химико-технол. специальностей вузов / ред. И. В. Кудряшов. – 4-е изд., перераб, доп. стер. изд. – Москва : Альянс, 2015. – 495 с.
5. Кузнецова, Т.В. Физическая химия вяжущих веществ / Т.В. Кузнецова, И.В. Кудряшов, В.В. Тимашев. – М.: Высшая школа, 1989. – 384 с.
6. Горшков, В.С. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений / В.С. Горшков, В.Г. Савельев, Н.Ф. Федоров. – М.: "Высшая школа", 1988. – 400 с.
7. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов : метод, указания к выполнению контрольной работы для студентов заоч. формы обучения специальность 240304 / сост. Н.П. Бушуева, М.С. Шиманская. – Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2004. – 27 с.
8. Слюсарь, А.А. Начала химической термодинамики : учеб, пособие / А.А. Слюсарь, В.Д. Мухачева ; БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород : Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008. – 167 с.
9. Слюсарь, А. А. Физическая химия : конспект лекций для студентов специальности 240304 / А.А. Слюсарь, О. А. Слюсарь ; БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008. – 201 с. + 1 эл. опт. диск (CD-RW).
10. Артамонова, М.В. Практикум по общей технологии силикатов: учеб, пособие для вузов / М.В. Артамонова, А.И. Рабухин, В. Г. Савельев. – Москва: Стройиздат, 1996. – 280 с. – ISBN 5-274- 00401-6
11. Аносов В.Я. Основы физико-химического анализа / В.Я. Аносова, М.И. Озерова, Ю.Я. Фиалков. – М.: Наука, 1976. – 504 с.
12. Будников, П.П. Реакции в смесях твердых веществ / П.П. Будников, А.М. Гинстлинг. М., Стройиздат, 1971. – 488 с.
13. Киреев, В.А. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций / В.А. Киреев. – М.: Химия, 1970. – 519 с.
14. Торопов, Н.А. Диаграммы состояния силикатных систем. Справочник. Выпуск третий. Тройные силикатные системы / Н.А. Торопов [и др.]. – Л.: "Наука", 1972. – 448 с.

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

1. [www.snip.ru](http://www.snip.ru)
2. <https://elib.bstu.ru/>
3. <https://elibrary.ru>
4. <http://ntb.bstu.ru/>