

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Методы физико-химических исследований вяжущих и композиционных материалов**

направление подготовки:

**18.03.01 Химическая технология**

Направленность программы (профиль):

**Химическая технология вяжущих и композиционных материалов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

**Институт:** Химико-технологический институт

**Кафедра:** Технологии цемента и композиционных материалов

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922.
- Учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, введенного в действие в 2021 году.

Составитель (составители): ассистент

(ученая степень и звание, подпись)



(А.О. Ерыгина)

(инициалы, фамилия)

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

« 14 » мая 2021 г., протокол № 19

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор



(И.Н. Борисов)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доцент



(Л.А. Порожнюк)

## 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 Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции	ПК-1.2. Использует современные методы исследования химического и минералогического состава сырьевых компонентов и готовой продукции и может их использовать в практической работе.	<b>Знание:</b> методов анализа качества сырья, полуфабрикатов, вяжущих и композиционных материалов. <b>Умения:</b> проводить анализ физико-химическими, термическими, рентгеновскими, микроскопическими методами исследования материалов и готовой продукции; применять методы определения физико-механических характеристик, показателей качества вяжущих и композиционных материалов; осуществлять оценку результатов анализа. <b>Навыки:</b> применения методик исследований качества сырья, полуфабрикатов и готовых вяжущих и композиционных материалов
ПК-3. Способен проводить анализ качества сырьевых материалов, разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции	ПК-3.6. Использует современные физико-химические методы определения качества сырьевых компонентов и готовой продукции.	<b>Знание:</b> современных физико-химических методов определения качества сырьевых компонентов и готовой продукции. <b>Умения:</b> выполнять исследования физико-химическими, термическими, рентгеновскими, микроскопическими методами сырьевых материалов и готовой продукции; применять методы определения физико-механических характеристик, показателей качества вяжущих и композиционных материалов. <b>Навыки:</b> определения качества сырья, полуфабрикатов и композиционных материалов; оценивания полученных результатов анализа

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1 Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплины
1	Минералогия и кристаллография
2	Научно-исследовательская работа
3	Сырьевые материалы в производстве вяжущих материалов
4	Физическая химия силикатов
5	Химическая технология вяжущих материалов
6	Оптимизация технологического процесса производства цемент
7	Методы физико-химических исследований вяжущих и композиционных материалов

8	Основы научных исследований
9	Проектное обучение
10	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
11	Производственная преддипломная практика

**2. Компетенция ПК-3. Способен проводить анализ качества сырьевых материалов, разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции**

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплины
1	Сырьевые материалы в производстве вяжущих материалов
2	Контроль качества вяжущих материалов, стандартизация и сертификация
3	Контрольно-измерительные приборы
4	Системы управления химико-технологическими процессами
5	Технология вяжущих и композиционных материалов
6	Технология производства цемента
7	Методы физико-химических исследований вяжущих и композиционных материалов
8	Основы научных исследований
9	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
10	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Форма промежуточной аттестации дифференцированный зачет  
(экзамен, дифференциальный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №4	Семестр №5
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	2	106
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	6	2	4
лекции	–	–	–
лабораторные	6	2	4
практические	–	–	–
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	–	–	–
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	102	–	102
Курсовой проект	–	–	–
Курсовая работа	–	–	–
Расчетно-графическое задание	–	–	–
Индивидуальное домашнее задание	9	–	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	93	–	93
Экзамен	–	–	–

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Введение. Основные нормативные документы по методам химического анализа и методам испытаний вяжущих и композиционных материалов.					
	Структура курса. Инструктаж по технике безопасности. ГОСТ 5382-2019. ГОСТ 30744-2001.			0,2	13,0
2. Химические методы анализа вяжущих и композиционных материалов.					
	Средняя проба материалов, метод отбора средней пробы материалов. Понятие физической влажности, методы определения физической влажности. ППП, метод определения ППП различных материалов. Химический анализ вяжущих и композиционных материалов. Определение основных и примесных оксидов вяжущих материалов с помощью химических методов анализа.			0,6	13,0
3. Проектирование составов двух- и трехкомпонентной сырьевых смесей для получения портландцементного клинкера. Расчет минералогического состава клинкера.					
	КН и основные модульные характеристики портландцементного клинкера. Содержание основных клинкерных минералов в клинкере. Двухкомпонентная сырьевая смесь, ее расчет по КН. Трехкомпонентная сырьевая смесь, ее расчет по КН и п или по КН и р. Расчет минералогического состава клинкера.			0,8	21,0
4. Физико-химические методы анализа.					
	Микроскопический метод анализа. Дифференциально-термический и термографический методы анализа. Рентгенофазовый метод анализа. Спектральный метод анализа.			0,6	13,0
5. Методы определения физико-механических характеристик					
	Размолоспособность различных материалов. Определение размолоспособности компонентов различных видов цемента и композиционных материалов: портландцементного клинкера, шлака, известняка, гипса, кварцевого песка.			0,6	13,0
6. Методы определения дисперсности вяжущих веществ.					
	Степень дисперсности сыпучих материалов. Гранулометрический состав материалов. Ситовой метод определения дисперсности. Седиментационный анализ материалов. Сепарационный анализ. Метод воздухонепроницаемости, удельная поверхность различных материалов.			0,6	10,0
7. Методы определения физических показателей качества вяжущих и композиционных материалов.					
	Прочность при сжатии и изгибе вяжущих материалов. Методы определения прочности при сжатии и изгибе портландцемента. Влияние плотности и пористости образцов на показатели прочности портландцемента. Условия хранения образцов, подготовка образцов к испытаниям, обработка полученных данных			0,6	10,0
	ВСЕГО			6	93

### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 5				
1	Ведение. Основные нормативные документы по методам химического анализа и методам испытаний вяжущих и композиционных материалов	Структура курса. Инструктаж по технике безопасности. ГОСТ 5382-2019. ГОСТ 30744-2001.	0,2	6,0
2	Химические методы анализа вяжущих и композиционных материалов	Средняя проба материалов, метод отбора средней пробы материалов. Понятие физической влажности, методы определения физической влажности. ППП, метод определения ППП различных материалов. Химический анализ вяжущих и композиционных материалов. Определение основных и примесных оксидов вяжущих материалов с помощью химических методов анализа.	0,6	6,0
3	Проектирование составов двух- и трехкомпонентной сырьевых смесей для получения портландцементного клинкера. Расчет минералогического состава клинкера.	КН и основные модульные характеристики портландцементного клинкера. Содержание основных клинкерных минералов в клинкере. Двухкомпонентная сырьевая смесь, ее расчет по КН. Трехкомпонентная сырьевая смесь, ее расчет по КН и п или по КН и р. Расчет минералогического состава клинкера.	0,8	10,5
4	Физико-химические методы анализа	Микроскопический метод анализа. Дифференциально-термический и термографический методы анализа. Рентгенофазовый метод анализа. Спектральный метод анализа.	0,6	6,0
5	Методы определения физико-механических характеристик	Размолоспособность различных материалов. Определение размолоспособности компонентов различных видов цемента и композиционных материалов: портландцементного клинкера, шлака, известняка, гипса, кварцевого песка.	0,6	6,0
6	Методы определения дисперсности вяжущих веществ	Степень дисперсности сыпучих материалов. Гранулометрический состав материалов. Ситовой метод определения дисперсности. Седиментационный анализ материалов. Сепарационный анализ. Метод воздухонепроницаемости, удельная поверхность различных материалов.	0,6	6,0
7	Методы определения физических показателей качества вяжущих и композиционных материалов	Прочность при сжатии и изгибе вяжущих материалов. Методы определения прочности при сжатии и изгибе портландцемента. Влияние плотности и пористости образцов на показатели прочности портландцемента. Условия хранения образцов, подготовка образцов к испытаниям, обработка полученных данных.	0,6	6,0
ВСЕГО:			6	46,5

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

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

ИДЗ №1. В работу включаются задачи:

1. Фотокolorиметрический метод анализа: описание метода, сущность, оборудование.

2. По заданному химическому анализу сырьевых компонентов рассчитать :

- мас.% химического состава сырьевой двухкомпонентной смеси,
- мас.% химического состава клинкера,
- рассчитать минералогический состав клинкера.
- доказать правильность расчетов.

Химический состав сырьевых компонентов			КН
Оксиды	1-й сырьевой компонент, %	2-й сырьевой компонент, %	
SiO <sub>2</sub>	1,96	21,50	0,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,45	5,27	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,42	2,56	
CaO	52,44	58,26	
MgO	0,46	1,33	
SO <sub>3</sub>	0,07	0,05	
ППП	41,85	8,16	
Прочее	0,49	0,99	

ИДЗ №2. В работу включаются задачи:

1. Пламенно-фотометрический метод анализа: описание метода, сущность, оборудование.

2. По заданному химическому анализу сырьевых компонентов рассчитать :

- мас.% химического состава сырьевой двухкомпонентной смеси,
- мас.% химического состава клинкера,
- рассчитать минералогический состав клинкера.
- доказать правильность расчетов.

Химический состав сырьевых компонентов			КН
Оксиды	1-й сырьевой компонент, %	2-й сырьевой компонент, %	
SiO <sub>2</sub>	1,92	21,60	0,92
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,44	5,40	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,39	2,75	
CaO	51,15	58,99	
MgO	2,74	0,06	
SO <sub>3</sub>	0,09	0,07	
ППП	40,82	8,26	
Прочее	0,59	1,01	

ИДЗ №3. В работу включаются задачи:

1. Спектральный метод анализа: описание метода, сущность, оборудование.
2. По заданному химическому анализу сырьевых компонентов рассчитать :
  - мас.% химического состава сырьевой двухкомпонентной смеси,
  - мас.% химического состава клинкера,
  - рассчитать минералогический состав клинкера.
  - доказать правильность расчетов.

Химический состав сырьевых компонентов			КН
Оксиды	1-й сырьевой компонент, %	2-й сырьевой компонент, %	
SiO <sub>2</sub>	1,81	24,29	0,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,65	3,12	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,36	2,07	
CaO	49,16	58,92	
MgO	5,30	2,24	
SO <sub>3</sub>	0,09	0,01	
ППП	39,23	8,26	
Прочее	0,78	0,03	

ИДЗ №4. В работу включаются задачи:

1. Гравиметрический метод анализа: описание метода, сущность, оборудование.
2. Произвести расчеты:
  - материального состава сырьевой трехкомпонентной смеси по заданному химическому составу сырьевых материалов и характеристикам клинкера;
  - химического состава клинкера;
  - минералогического состава клинкера;
  - доказать правильность расчета.

Сырьевые компоненты	Химический состав, мас. %						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	ППП
1   Мрамор	5,11	0,63	0,32	49,88	3,37	0,09	40,53
2   Глина	61,77	21,21	8,17	3,66	2,72	0,19	1,94
3   Огарки	8,76	2,90	77,06	1,54	0,63	1,91	0,00
Характеристики клинкера	КН = 0,92; n = 2,1						

ИДЗ №5. В работу включаются задачи:

1. Петрографический метод анализа: описание метода, сущность, оборудование.
2. Произвести расчеты:
  - материального состава сырьевой трехкомпонентной смеси по заданному химическому составу сырьевых материалов и характеристикам клинкера;



- химического состава клинкера;
- минералогического состава клинкера;
- доказать правильность расчета.

Сырьевые компоненты	Химический состав, мас. %						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	ППП
1 Известняк	0,64	1,06	0,50	49,91	0,45	0,11	39,52
2 Глина	70,88	14,40	3,51	2,60	1,68	0,28	2,72
3 Пиритные огарки	14,56	1,50	81,87	2,19	0,23	3,24	0,84
Характеристики клинкера	КН = 0,9; n = 2,3						

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

### 5.1. Реализация компетенций

1. **Компетенция ПК-1** Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции

*(код и формулировка компетенции)*

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.2. Использует современные методы исследования химического и минералогического состава сырьевых компонентов и готовой продукции и может их использовать в практической работе.	<i>Дифференцированный зачет, выполнение и защита ИДЗ, защита лабораторных работ, тестирование.</i>

2. **Компетенция ПК-3** Способен проводить анализ качества сырьевых материалов, разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции

*(код и формулировка компетенции)*

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.6. Использует современные физико-химические методы определения качества сырьевых компонентов и готовой продукции	<i>Дифференцированный зачет, выполнение и защита ИДЗ, защита лабораторных работ, тестирование.</i>

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Ведение. Основные нормативные документы по методам химического анализа и методам испытаний вяжущих и композиционных материалов	ПК-3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое ГОСТ? Зачем инженеру необходимо использовать и соблюдать требования ГОСТ?</li> <li>2. ГОСТ 5382-2019? Для чего нужен в документообороте инженеру?</li> </ol>
2	Химические методы анализа вяжущих и композиционных материалов	ПК-3	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Что такое квалификация химических реактивов по чистоте?</li> <li>4. Дайте определения понятиям средняя первичная проба материала.</li> <li>5. Дайте определения понятиям средняя аналитическая проба материала.</li> <li>6. При проведении химических методов анализа, какие требования предъявляются к «чистоте» реактивов?</li> </ol>
		ПК-1	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Дайте определение понятию физическая и связанная влага.</li> <li>8. Метод квартования. Принцип?</li> <li>9. Дайте определение понятию ППП. Метод, способ расчета?</li> <li>10. Методика определения физической и связанной влаги? Принципиальные различия.</li> <li>11. Химические методы анализа. Перечислите и объясните, для чего их используют в химии вяжущих материалов?</li> <li>12. Что такое химический анализ вяжущих материалов? Для чего требуется его знать инженеру?</li> <li>13. Что такое фазовый состав? Укажите фазовый состав портландцементного клинкера.</li> </ol>
3	Проектирование составов двух- и трехкомпонентной сырьевых смесей для получения портландцементного клинкера. Расчет минералогического состава клинкера.	ПК-1	<ol style="list-style-type: none"> <li>14. Основные компоненты сырьевой смеси для получения клинкера?</li> <li>15. Перечислите оксиды, содержание которых в клинкере ограничивается ГОСТом, и их процентное содержание?</li> <li>16. Какие исходные данные необходимы для расчета двух- и трехкомпонентных сырьевых смесей. Оптимальные значения этих параметров?</li> <li>17. С какой целью производится пересчет химического состава компонентов на 100%?</li> <li>18. Что означают условные обозначения?</li> <li>19. Содержание какого компонента принимается равным 1?</li> <li>20. Как выполнить пересчет содержания сырьевых компонентов из долей в проценты?</li> <li>21. Как рассчитать оксидный состав сырьевой смеси по известному процентному содержанию сырьевых компонентов и их химическому составу?</li> <li>22. Как рассчитать химический состав клинкера по известному составу сырьевой смеси?</li> <li>23. Как проверить правильность выполненного расчета?</li> </ol>
		ПК-3	<ol style="list-style-type: none"> <li>24. Зачем при производстве вяжущих и композиционных материалов прибегают к замене сырьевых компонентов на промышленных отходы?</li> <li>25. Принцип замены сырьевого компонента на промышленный отход?</li> </ol>
4	Физико-химические методы анализа	ПК-3	<ol style="list-style-type: none"> <li>26. Методом оптической микроскопии: петрографические характеристики?</li> <li>27. Определение потери веса при проведении термогравиметрии?</li> <li>28. Определение экзо- и эндоэффектов при проведении ДТА?</li> <li>29. Рентгенофазовый анализ при исследовании качества вяжущих и композиционных материалов?</li> </ol>

		ПК-1	30. Методом оптической микроскопии: определение размеров частиц? 31. Назначение и сущность микроскопических методов анализа? 32. Интерпретация результатов петрографического метода анализа? 33. Сущность дифференциально-термического анализа? 34. Сущность термогравиметрии? 35. Сущность качественного РФА. Отражение рентгеновских лучей кристаллическими телами. 36. Идентификация исследуемых фаз при рентгенофазовом методе анализа?
5	Методы определения физико-механических характеристик	ПК-1	37. Что такое размолоспособность? 38. Кинетика помола сырьевых материалов при производстве клинкера?
6	Методы определения дисперсности вяжущих веществ	ПК-3	39. В чем выражается тонкость помола? 40. По каким показателям оценивают дисперсность портландцемента?
		ПК-1	41. Чем характеризуется степень дисперсности сыпучих материалов? 42. Ситовой анализ, достоинства и недостатки? 43. Седиментационный анализ, достоинства и недостатки? 44. Сепарационный анализ, достоинства и недостатки? 45. Метод воздухопроницаемости?
7	Методы определения физических показателей качества вяжущих и композиционных материалов	ПК-3	46. Визуальная диагностика портландцемента? 47. Требования по прочностным показателям к общестроительным портландцементам?
		ПК-1	48. Методика определения прочности вяжущих в малых образцах: режим твердения образцов, обработка полученных результатов? 49. Какие факторы оказывают влияние на прочностные показатели качества портландцемента? 50. В каком возрасте проводят испытания на прочность портландцемента?

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

Не предусмотрено учебным планом.

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

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ, тестирования, а также выполнения и защиты индивидуального домашнего задания.

**Лабораторные работы.** Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита лабораторной работы проводится по каждой работе в отдельности в форме индивидуального собеседования преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень типовых вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Ведение. Основные нормативные документы по методам химического анализа и методам испытаний вяжущих и композиционных материалов	ПК-3	1. Что такое ГОСТ? Зачем инженеру необходимо использовать и соблюдать требования ГОСТ? 2. ГОСТ 30744-2001? Для чего нужен в документообороте инженеру?
2	Химические методы анализа вяжущих и композиционных материалов	ПК-3	3. Что такое квалификация химических реактивов по чистоте? 4. Дайте определения понятиям: градуировочный раствор, рабочая методика предприятия? 5. Дайте определения понятиям: основная навеска и стандартный раствор? 6. При проведении химических методов анализа, какие требования предъявляются к «чистоте» реактивов?
		ПК-1	7. Дайте определение понятию физическая и связанная влага. 8. Метод квартования. Принцип? 9. Дайте определение понятию ППП. Метод, способ расчета? 10. Методика определения физической и связанной влаги? Принципиальные различия. 11. Химические методы анализа. Перечислите и объясните, для чего их используют в химии вяжущих материалов? 12. Что такое химический анализ вяжущих материалов? Для чего требуется его знать инженеру? 13. Что такое фазовый состав? Укажите фазовый состав портландцементного клинкера.
3	Проектирование составов двух- и трехкомпонентной сырьевых смесей для получения портландцементного клинкера. Расчет минералогического состава клинкера.	ПК-1	14. Основные компоненты сырьевой смеси для получения клинкера? 15. Перечислите оксиды, содержание которых в клинкере ограничивается ГОСТом, и их процентное содержание? 16. Какие исходные данные необходимы для расчета двух- и трехкомпонентных сырьевых смесей. Оптимальные значения этих параметров? 17. С какой целью производится пересчет химического состава компонентов на 100%? 18. Что означают условные обозначения? 19. Содержание какого компонента принимается равным 1? 20. Как выполнить пересчет содержания сырьевых компонентов из долей в проценты? 21. Как рассчитать оксидный состав сырьевой смеси по известному процентному содержанию сырьевых компонентов и их химическому составу? 22. Как рассчитать химический состав клинкера по известному составу сырьевой смеси? 23. Как проверить правильность выполненного расчета?
		ПК-3	24. Зачем при производстве вяжущих и композиционных материалов прибегают к замене сырьевых компонентов на промышленных отходы? 25. Принцип замены сырьевого компонента на промышленный отход?
4	Физико-химические методы анализа	ПК-3	26. Методом оптической микроскопии: петрографические характеристики? 27. Определение потери веса при проведении термогравиметрии? 28. Определение экзо- и эндоэффектов при проведении ДТА? 29. Рентгенофазовый анализ при исследовании качества вяжущих и композиционных материалов?
		ПК-1	30. Методом оптической микроскопии: определение размеров частиц? 31. Назначение и сущность микроскопических методов анализа? 32. Интерпретация результатов петрографического метода анализа? 33. Сущность дифференциально-термического анализа? 34. Сущность термогравиметрии?

			35. Сущность качественного РФА. Отражение рентгеновских лучей кристаллическими телами. 36. Идентификация исследуемых фаз при рентгенофазовом методе анализа?
5	Методы определения физико-механических характеристик	ПК-1	37. Что такое размолоспособность? 38. Кинетика помола сырьевых материалов при производстве клинкера?
6	Методы определения дисперсности вяжущих веществ	ПК-3	39. В чем выражается тонкость помола? 40. По каким показателям оценивают дисперсность портландцемента?
		ПК-1	41. Чем характеризуется степень дисперсности сыпучих материалов? 42. Ситовой анализ, достоинства и недостатки? 43. Седиментационный анализ, достоинства и недостатки? 44. Сепарационный анализ, достоинства и недостатки? 45. Метод воздухопроницаемости?
7	Методы определения физических показателей качества вяжущих и композиционных материалов	ПК-3	46. Визуальная диагностика портландцемента? 47. Требования по прочностным показателям к общестроительным портландцементам?
		ПК-1	48. Методика определения прочности вяжущих в малых образцах: режим твердения образцов, обработка полученных результатов? 49. Какие факторы оказывают влияние на прочностные показатели качества портландцемента? 50. В каком возрасте проводят испытания на прочность портландцемента?

**Тестирование** осуществляется после прохождения каждого из разделов дисциплины. На тестирование отводится 30 минут. Тестовые задания состоят из 10 вопросов.

### Перечень типовых тестовых заданий

<b>Компетенция ПК-1</b> Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции	
1	Как повысить прочностные показатели качества вяжущих материалов? а) Повысить тонкость помола б) Уменьшить количество карбонатного компонента в сырьевой смеси в) Увеличить длительность обжига г) Нет правильного ответа
2	Каким методом анализа можно идентифицировать наличие основных клинкерных фаз в портландцементном клинкере? а) Термогравиметрическим методом б) Спектральным методом в) Методом пламенной фотометрии г) Рентгенофазовым анализом
3	Какой метод анализа помогает инженеру исследовать свойства материалов при нагревании? а) Дифференциально-термический метод б) Петрографический метод в) Ситовой метод г) Метод воздухопроницаемости
4	Процесс декарбонизации при 1000°C во вращающейся печи при производстве вяжущих описывается уравнением: а) $H_2 + O_2 = H_2O$ б) $CaMg(CO_3)_2 = CaO + MgO + 3CO_2$ в) $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O$ г) Нет верного ответа

<b>Компетенция ПК-3</b> Способен проводить анализ качества сырьевых материалов, разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции	
5	<p>Каким из методов анализа инженер будет контролировать правильную кристаллизацию основных клинкерных минералов:</p> <p>a) Петрографическим методом анализа  b) Гравиметрическим методом анализа  c) Дифференциально-термическим методом анализа  d) Термогравиметрическим методом анализа</p>
6	<p>По каким показателям инженер на производстве вяжущих материалов будет оценивают дисперсность портландцемента:</p> <p>a) Удельной поверхности портландцемента и химическому анализу сырьевых материалов  b) Тонкости помола портландцемента и значению сроков схватывания цементного теста  c) Удельной поверхности портландцемента и его ситовому анализу  d) Значениям прочности цементного камня</p>
7	<p>С помощью какого метода анализа инженер проконтролирует наличие основных минералов в клинкере при производстве вяжущих материалов?</p> <p>a) Химического анализа  b) Рентгенофазового метода анализа  c) Дифференциально-термического метода анализа  d) Термогравиметрического метода анализа</p>
8	<p>ГОСТ 5382-2019 «Цементы и материалы цементного производства. Методы анализа» распространяется на:</p> <p>a) Цементы, клинкер, сырьевые смеси, минеральные добавки  b) Нефтепродукты  c) Изделия стекольного производства  d) Лекарства</p>
9	<p>С помощью ГОСТ 5382-2019 «Цементы и материалы цементного производства. Методы анализа» в химической лаборатории можно определить:</p> <p>a) Потери массы при прокаливании клинкера  b) Фазовый состав клинкера  c) Эндотермический эффект разложения карбоната кальция  d) Экзотермический эффект полиморфного перехода магнетита</p>
10	<p>Каким методом исследования можно контролировать оптимальные размеры силикатных клинкерных минералов?</p> <p>a) Спектральным методом  b) Химическим методом  c) Петрографическим методом  d) Гравиметрическим методом</p>

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

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

Критериями оценивания достижений показателей является:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
<b>Компетенция ПК-1.</b> Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий	

по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции (ПК-1.2)	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание методов анализа качества сырья, полуфабрикатов, вяжущих и композиционных материалов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умения проводить анализ физико-химическими, термическими, рентгеновскими, микроскопическими методами исследований материалов и готовой продукции; применять методы определения физико-механических характеристик, показателей качества вяжущих и композиционных материалов; осуществлять оценку результатов анализа.
Навыки	Навыки применения методик исследований качества сырья, полуфабрикатов и готовых вяжущих и композиционных материалов
<b>Компетенция ПК-3.</b> Способен проводить анализ качества сырьевых материалов, разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции (ПК-3.6)	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание современных физико-химических методов определения качества сырьевых компонентов и готовой продукции.
	Объем освоенного материала.
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умения выполнять исследования физико-химическими, термическими, рентгеновскими, микроскопическими методами сырьевых материалов и готовой продукции; применять методы определения физико-механических характеристик, показателей качества вяжущих и композиционных материалов.
Навыки	Навыки определения качества сырья, полуфабрикатов и композиционных материалов; оценивания полученных результатов анализа

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

**Компетенция ПК-1.** Способен организовать и проводить исследования свойств сырьевых материалов, их изменений при повышении температуры, анализировать получаемые результаты для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества выпускаемой продукции.

#### 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 методов анализа качества сырья, полуфабрикатов, вяжущих и композиционных материалов	Не знает основных методов анализа качества сырья, полуфабрикатов, вяжущих и композиционных материалов	Знает основные методы анализа качества сырья, полуфабрикатов, вяжущих и композиционных материалов	Знает основные методы анализа качества сырья, полуфабрикатов, вяжущих и композиционных материалов, их интерпретирует и использует	Знает основные методы анализа качества сырья, полуфабрикатов, вяжущих и композиционных материалов, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала	Знает только основной материал дисциплины, не	Знает материал дисциплины в достаточном	Обладает твердым и полным знанием материала

	дисциплины	усвоил его деталей	объеме	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 Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умения проводить анализ физико-химическими, термическими, рентгеновскими, микроскопическими методами исследования материалов и готовой продукции; применять методы определения физико-механических характеристик, показателей качества вяжущих и композиционных материалов; осуществлять оценку результатов анализа.	Не умеет проводить анализ физико-химическими, термическими, рентгеновскими, микроскопическими методами исследования материалов и готовой продукции; применять методы определения физико-механических характеристик, показателей качества вяжущих и композиционных материалов; осуществлять оценку результатов анализа.	Допускает неточности в проведении анализа физико-химическими, термическими, рентгеновскими, микроскопическими методами исследования материалов и готовой продукции; применять методы определения физико-механических характеристик, показателей качества вяжущих и композиционных материалов; осуществлять оценку результатов анализа.	Умеет проводить анализ физико-химическими, термическими, рентгеновскими, микроскопическими методами исследования материалов и готовой продукции; применять методы определения физико-механических характеристик, показателей качества вяжущих и композиционных материалов; осуществлять оценку результатов анализа.	Безошибочно решает проводит анализ физико-химическими, термическими, рентгеновскими, микроскопическими методами исследования материалов и готовой продукции; применять методы определения физико-механических характеристик, показателей качества вяжущих и композиционных материалов; осуществлять оценку результатов анализа.



### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки применения методик исследований качества сырья, полуфабрикатов и готовых вяжущих и композиционных материалов	Не владеет навыками применения методик исследований качества сырья, полуфабрикатов и готовых вяжущих и композиционных материалов	Владеет навыками применения методик исследований качества сырья, полуфабрикатов и готовых вяжущих и композиционных материалов	Качественно выполняет и интерпретирует результаты исследования	Профессионально владеет навыками применения методик исследований качества сырья, полуфабрикатов и готовых вяжущих и композиционных материалов

**Компетенция ПК-3.** Способен проводить анализ качества сырьевых материалов, разрабатывать технологический регламент производства и управлять качеством выпускаемой продукции.

### 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 современных физико-химических методов определения качества сырьевых компонентов и готовой продукции.	Не знает современных физико-химических методов определения качества сырьевых компонентов и готовой продукции.	Знает основные современные физико-химические методы определения качества сырьевых компонентов и готовой продукции.	Знает современные физико-химические методы определения качества сырьевых компонентов и готовой продукции, их интерпретирует и использует	Знает современные физико-химические методы определения качества сырьевых компонентов и готовой продукции, может самостоятельно их 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	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

	примерами			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 выполнять исследования физико-химическими, термическими, рентгеновскими, микроскопическими методами сырьевых материалов и готовой продукции; применять методы определения физико-механических характеристик, показателей качества вяжущих и композиционных материалов.	Не умеет выполнять исследования физико-химическими, термическими, рентгеновскими, микроскопическими методами сырьевых материалов и готовой продукции; применять методы определения физико-механических характеристик, показателей качества вяжущих и композиционных материалов.	Допускает неточности в выполнении исследования физико-химическими, термическими, рентгеновскими, микроскопическими методами сырьевых материалов и готовой продукции; применять методы определения физико-механических характеристик, показателей качества вяжущих и композиционных материалов.	Умеет выполнять исследования физико-химическими, термическими, рентгеновскими, микроскопическими методами сырьевых материалов и готовой продукции; применять методы определения физико-механических характеристик, показателей качества вяжущих и композиционных материалов; осуществляет оценку результатов анализа.	Безошибочно выполняет исследования физико-химическими, термическими, рентгеновскими, микроскопическими методами сырьевых материалов и готовой продукции; применять методы определения физико-механических характеристик, показателей качества вяжущих и композиционных материалов; осуществляет оценку результатов анализа.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки определения качества сырья, полуфабрикатов и композиционных материалов; оценивания полученных результатов анализа	Не владеет навыками определения качества сырья, полуфабрикатов и композиционных материалов; оценивания полученных результатов анализа	Владеет навыками определения качества сырья, полуфабрикатов и композиционных материалов; оценивания полученных результатов анализа	Качественно выполняет и интерпретирует результаты исследования	Профессионально владеет навыками определения качества сырья, полуфабрикатов и композиционных материалов; оценивания полученных результатов анализа

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля,	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

	промежуточной аттестации, самостоятельной работы.	
2	Учебная аудитория для проведения лекционных, лабораторных, практических занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная комплекс, экран, доска и 12 компьютеров.
3	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Приборы для выполнения экспериментов, доска. Лаборатория обжига и физико-механических испытаний, оснащенная оборудованием: электропечь Thermoceramics; электропечь камерная СНОЛ; электрошкаф сушильный СНОЛ; вакуумсушильный шкаф ГЗВ; прессовое оборудование, стол шлифовальный. Лаборатория химических анализов, оснащенная оборудованием: установка по определению содержания углекислого газа объемным методом (кальциметр); интерференционно-поляризационный микроскоп МРІ 5; поляризационный микроскоп МИН-8; электропечь камерная СНОЛ. Специализированная аудитория для проведения лабораторных занятий: весовое оборудование, сушильные шкафы, муфельные печи, микроскопы, текучестемер МХТИ ТН-2. Лаборатория микроскопических исследований, оснащенная оборудованием: Микроскоп Carl Zeiss Jena NU2; система пробоподготовки Minitom.
4	Учебная и научно-исследовательская лаборатория рентгенофазового анализа	Специализированная мебель. Рентгеновские дифрактометры ДРОН-3, 4 с Си- анодами рентгеновских трубок, ЭВМ с необходимым программным обеспечением
5	Учебная и научно-исследовательская лаборатория термических методов исследования	Специализированная мебель. Дериватографы фирмы МОМ, прибор синхронного термического анализа STA 449 F1.
6	в библиотеке кафедры ТЦКМ, в которой собраны материалы по «Химической технологии вяжущих и ком позиционных материалов»	Специализированная мебель. Периодические издания по специальности за 15 лет, учебники, учебные пособия, справочники, электронные пособия.
7	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
8	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

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

1. Макарова И.А., Лохова Н.А. Физико-химические методы исследования строительных материалов : учеб. пособие.- 2-е изд. перераб. и доп.- Братск : Изд- во БрГУ, 2011. - 139 с. Режим доступа:

[http://brstu.ru/images/stories/section/facultets/isf/kaf\\_smit/metod\\_ukaz/7.pdf](http://brstu.ru/images/stories/section/facultets/isf/kaf_smit/metod_ukaz/7.pdf)

2. Лабораторный практикум по строительным материалам: Учеб. Пособие/А.М.Гриджин, В.С. Лесовик, С.А. Погорелов и др.;Под ред. В.С. Лесовика.- 2е изд. Перераб. и доп.- Белгород:Изд-во БГТУ им.В.Г.Шухова, 2004.- 227с.

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017020816290280700000656627>

3. Тимошенко, Т.И. Физико-химические свойства сырьевых и техногенных материалов: лабораторный практикум / Т. И. Тимошенко, Т. Е. Головизнина, В. К. Классен. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2016. - 103 с. - Режим доступа:

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2018021312262755000000657396>

4. Обработка рентгеновских спектров в среде Windows XP с помощью программы difwin : метод. указания к выполн. лабораторных и научно-исследовательских работ студ. спец. 240304, 270106, 270205, 280201/ БГТУ им. В.Г. Шухова, Каф. технол. цемента и композиционных материалов;сост.: В.К.Классен, Ю.Н.Киреев, Т.И.Тимошенко и др. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008. - 40 с. Режим доступа:

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918592783526700003126>

5. Работа с электронной базой данных дифракционных характеристик минералов в программном пакете PDWin 3.0: методические указания к выполнению лабораторных и научно-исследовательских работ для студентов, аспирантов и научных сотрудников специальностей 240304, 270106, 270205, 280201./ сост.: В.К. Классен, Ю.Н. Киреев, Т.И. Тимошенко. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. - 41с. Режим доступа:

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918095950975700004444>

6. Отраслевые отечественные и зарубежные журналы: «Цемент и его применение», «Техника и технология силикатных материалов», «Цемент, кальк, гипс» (переводной с немецкого языка), “Zement, Kalk, Gips”, “Zement ШетагюпаГ”.

7. Рамачандран В.С. применение дифференциального термического анализа в химии цементов./Под ред. Ратинова В.Б. Пер. с англ.-М.:Стройиздат, 1977. - 408с.

8. Горшков, В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ: учебник / В.Г. Горшков, В.В. Тимашев, В.Г. Савельев. - М: Высшая школа, 1981.

- 335 с.

9. Бутт, Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов: учебное пособие / Ю.М. Бутт, В.В. Тимашев. - М.: Высшая школа. 1973. - 504 с.

10. Компьютерная обработка рентгеновских спектров: методические указания к выполнению лабораторных и исследовательских работ для студентов специальностей 250800; 320700; 290600; 291000 / Тимошенко Т.И., Классен В.К., Шамшуров В.М.- Учебное издание, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004 - 34 с.

11. Компьютерная расшифровка рентгеновских спектров: методические указания к выполнению лабораторных и исследовательских работ для студентов специальностей 240304; 270106; 270205; 280201 / Тимошенко Т.И., Шамшуров В., Классен В.К., Шамшуров В.М. Киреев Ю.Н.- Учебное издание, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2006-35 с.

12. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. - Красноярск: Стройиздат, 1994. - 322 с.

13. 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 - 198 с.

14. Борисов И.Н. Управление процессами агломерации материалов и формирования обмазки во вращающихся печах цементной промышленности.- Белгород:Изд-во «Белаудит», 2003. - 112 с.

15. Гончаров Ю.И., Шамшуров В.М., Малькова М.Ю., Шамшуров А.В. Рентгенофазовый и термографический методы исследования минерального сырья. Зерновой состав и пластические свойства. – , 2008.- 232 с.

16. Руководство по рентгеновскому исследованию минералов / Под ред. А.Франк-Каменецкого. - Л.:Недра, 1975. - 399 с.

17. Рентгенография. Спецпрактикум/В.М.Авдюхина, Д.Батсурь, В.В.Зубенко и др. Под общ.ред. А.А.Канцельсона. - М.:Изд-во Моск. ун-та, 1986. - 240 с.

18. Уманский Я.С., Скаков Ю.Л., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. - М.:Металлургия,1982. - 632 с.

19. Михеев В.И. Рентгенометрический определитель минералов. - М.:Госгеолиздат, 1957. - 868 с.

20. Михеев В.И.,Сальдау Э.П. Рентгенометрический определитель минералов. - Л.:Недра,1965. - 363 с.

21. Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. - М.:Физматгиз,1961. - 863 с.

22. Материалы Международного конгресса по цементной технологии на английском языке: VDZ - 2002. - 520 с. ( текстовый и электронный варианты).

23. Проектирование цементных заводов (под ред.Зозули П.В., Никифорова Ю.В.). - С-П. Изд-во «Синтез»,- 1995. - 445 с.

18. Кузнецова Т.В., Самченко С.В. Микроскопия материалов цементного производства.-М.:МИКХиС, 2007.-304 с.

19. ГОСТ 5382-2019. Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа. – Введ. 01.06.2020. – М.: Стандартиформ, 2019. – 90 с.

20. ГОСТ 30744-2001. Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка. – Введ. 01.03.2002. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2001. – 25 с.

21. ГОСТ 31108-2020. Цементы общестроительные. Технические условия. – Введ. 01.03.2021. – М.: Стандартиформ, 2020. – 19 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. <https://ntb.bstu.ru/>