

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 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института ХТИ  
  
Р.Н. Ястребинский  
«17» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины

Аудит технологического процесса производства цемента и других  
вяжущих материалов

направление подготовки:  
18.04.01 Химическая технология

Направленность программы (профиль):

Химическая технология вяжущих и композиционных материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Институт Химико-технологический институт

Кафедра Технология цемента и композиционных материалов

Белгород 2022


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 2022 году.

Составитель: к.т.н., доцент  (А.В. Черкасов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2022 г., протокол № 19

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, доцент  (И.Н. Борисов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2022 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доцент  (Л.А. Порожнюк)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименования компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
<p>профессиональные компетенции</p> <p>Технологические процессы и промышленные системы получения веществ, материалов и изделий; средства автоматизации и управления технологическими процессами</p>	<p>ПК-2</p> <p>Способен проводить анализ существующих и перспективных видов продукции, осваивать новые виды продукции, разрабатывать нормативную документацию на новые виды продукции.</p>	<p>ПК-2.1. Выявляет причины низкого качества продукции, разрабатывает мероприятия по их устранению и внедрению в производство новых технологических решений</p> <p>ПК-2.4. Проводит оценку соответствия качества выпускаемой продукции требованиям нормативной документации</p>	<p><b>Знать:</b> основные законы грубого и тонкого измельчения, законы теплообмена и аэродинамики, определяющих ход течения технологических процессов; основные показатели оценки эффективности их осуществления, основные направления и способы достижения энерго- и ресурсосбережения при проведении технологических процессов.</p> <p><b>Уметь:</b> рассчитывать удельные нормы расхода сырьевых материалов, расхода топливно-энергетических ресурсов, основных показателей эффективности энерго- и ресурсосбережения.</p> <p><b>Владеть:</b> методиками оценки экономической эффективности технологических процессов и их экологической безопасности</p>

	<p>ПК-3 Способен осваивать и контролировать новые способы производства, осуществлять выбор новых материалов, производить оптимизацию расходования основных, вспомогательных и расходных материалов.</p>	<p>ПК-3.4. Проводит технологический аудит и обосновывает предложения по внедрению результатов исследований и разработок в производство</p>	<p><b>Знать:</b> отличительные особенности отечественного и иностранного оборудования, основные их теплотехнические показатели и эффективность работы; решение вопросов окружающей среды на предприятиях, использующих тепловые установки; законы теплообмена и аэродинамики и их применение в области высоких температур, запыленных газовых потоков и при изменении физико-химических свойств материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> провести материальный, тепловой и аэродинамический расчет теплового агрегата; разработать пути снижения расхода топлива на тепловых агрегатах; разрабатывать оптимальные режимы работы установок, определять и разрабатывать методы по устранению причин, вызывающих осложнения в работе оборудования; решить вопрос вторичного использования материальных и</p>
--	---	--	---

			<p>тепловых потерь в производстве; дать технико-экономическую оценку работы теплового оборудования и сравнить его с лучшими отечественными и зарубежными образцами.</p> <p><b>Владеть:</b> умением составлять и анализировать материальные и тепловые балансы систем, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса, технико-экономической, функционально-стоимостной и эколого-экономической эффективности.</p>
--	--	--	---

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2 Способен проводить анализ существующих и перспективных видов продукции, осваивать новые виды продукции, разрабатывать нормативную документацию на новые виды продукции.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физико-химические процессы производства автоклавных материалов
2	Технология производства композиционных материалов
	Аудит технологического процесса производства цемента и других вяжущих материалов
3	Физико-химические процессы обжига портландцементного клинкера
4	Производственная научно-исследовательская работа
	Производственная преддипломная практика

## 2. Компетенция ПК-3

Способен осваивать и контролировать новые способы производства, осуществлять выбор новых материалов, производить оптимизацию расходования основных, вспомогательных и расходных материалов.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Цементы специального назначения
2	Использование цементов в строительстве
3	Производственная научно-исследовательская практика
4	Тепловые и аэродинамические процессы в промышленных агрегатах
5	Современные методы управления технологическим процессом производства цемента
6	Аудит технологического процесса производства цемента и других вяжущих материалов
7	Гидратация вяжущих и свойства гидратных фаз
8	Управление технологическим процессом производства цемента
9	Производственная преддипломная практика

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>		
лекции	17	17
лабораторные		
практические	51	51
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	57	57
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	76	76
Экзамен	-	-

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

#### Курс 1 Семестр № 2

### 4.2. Перечень практических (семинарских) занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 3				
1	Методики проведения замеров	Изменение состава отходящих газов при использовании техногенного сырья	3	5
		Изменение температуры горения топлива при введении выгорающей добавки в сырьевую смесь.	4	4
2	Анализ и обработка замеров	Определение скорости запыленных потоков	4	6
		Определение заполнения рабочего объема агрегата материалом	4	6
		Определение степени подготовки материала по изменению его химического состава и по составу отходящих газов.	4	6
		Определение подсосов воздуха по изменению состава отходящих газов	4	6
3	Определение эффективности работы оборудования	Построение и анализ диаграммы помола	4	6
		Расчет расхода топлива по составу отходящих газов	8	6
		Расчет теплового и материального балансов агрегатов производства вяжущих материалов	8	6
		Определение полного напора тягодутьевых устройств	8	6
ИТОГО:			51	57

### 4.3. Перечень лабораторных занятий и объем в часах

Не предусмотрено учебным планом

### 4.4. Содержание курсовой 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-2**

Способен управлять качеством производимой продукции с использованием новых достижений в цементной промышленности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1. Выявляет причины низкого качества продукции, разрабатывает мероприятия по их устранению и внедрению в производство новых технологических решений	Оформление и защита рефератов, презентаций по темам, выносимым на самостоятельное изучение практических заданий, практические занятия, собеседование, дифференциальный зачет.
ПК-2.4. Проводит оценку соответствия качества выпускаемой продукции требованиям нормативной документации	Оформление и защита рефератов, презентаций по темам, выносимым на самостоятельное изучение практических заданий, практические занятия, собеседование, дифференциальный зачет.

##### **2. Компетенция ПК- 3.**

Способен разрабатывать стратегию развития цементного производства на основе совершенствования технологического процесса и мирового опыта в промышленности

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.4. Проводит технологический аудит и обосновывает предложения по внедрению результатов исследований и разработок в производство	Оформление и защита рефератов, презентаций по темам, выносимым на самостоятельное изучение практических заданий. Дифференциальный зачет.



## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### Общая процедура и сроки проведения оценочных мероприятий

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламентам текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

Текущий контроль предусматривает проведение следующих мероприятий:

- контрольные работы;
- подготовка рефератов, презентаций по темам, выносимым на самостоятельное изучение.
- тестирование

Текущий контроль осуществляется в течение семестра.

### Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия
1	Методики проведения замеров	Изменение состава отходящих газов при использовании техногенного сырья
		Изменение температуры горения топлива при введении выгорающей добавки в сырьевую смесь.
2	Анализ и обработка замеров	Определение скорости запыленных потоков
		Определение заполнения рабочего объема агрегата материалом
		Определение степени подготовки материала по изменению его химического состава и по составу отходящих газов.
		Определение подсосов воздуха по изменению состава отходящих газов
3	Определение эффективности работы оборудования	Построение и анализ диаграммы помола
		Расчет расхода топлива по составу отходящих газов
		Расчет теплового и материального балансов агрегатов производства вяжущих материалов
		Определение полного напора тягодутьевых устройств

## Варианты практических заданий

### Задание 1

Доказать по какой формуле: изменения содержания  $O_2$  или  $CO_2$  следует оценивать подсосы атмосферного воздуха в запечном тракте вращающихся печей по составу отходящих газов.

Исходные данные:

1. Расход условного топлива – 210 кг/т кл.
2. Топливо – метан.
3. Теплотворная способность  $CH_4$  – 35820 кДж/м<sup>3</sup>.
4. Выход  $CO_2$  из сырьевой смеси – 0,26 м<sup>3</sup>/кг кл.

### Задание 2

Рассчитать изменение состава отходящих газов при вводе техногенной добавки (доменного шлака) с холодного конца печи мокрого способа производства

Исходные данные

1. Состав «рядового» шлака – ППП<sup>с</sup> = 34,6%; ППП<sup>с</sup> «высокого шлака» = 35,8%  
 $T = 76,4\%$ ;
2. Ввод шлака – 20% по клинкеру;
3. Топливо – метан,  $Q_n^p = 35840$  кДж/м<sup>3</sup>;
4. Коэффициент избытка воздуха  $\alpha = 1,1$ ;
5. Ввод 1% шлака на 2% снижает расход топлива;
6. Удельный расход тепла на обжиг клинкера без подачи шлака  $q_{ур} = 210$  кг у.т./т кл.

$$\text{Или расход газа (CH}_4\text{) } x_T = \frac{6155}{Q_n^p} = \frac{6155}{35840} = 0,172 \text{ м}^3/\text{кг кл.}$$

### Задание 3

Необходимо определить скорость газового потока и объем сушильного агента по тракту угольной мельницы. Оценить подсосы воздуха по тракту.

Исходные данные:

1. Производительность мельницы по сырому углю – 10 т/час;
2. Начальная влажность угля – 10%;
3. Конечная влажность угля – 1%;
4. Плотность сушильного агента – 1,29 кг/м<sup>3</sup>;
5. Барометрическое давление – 745 мм рт.ст.;
6. Степень очистки циклона – 90%;

### Результаты аэродинамических замеров

№ п/п	Место замера	d газохода, м	Статический напор (разрежение)	Динамический напор, мм в.ст.	Температура сушильного агента, °С
1	До мельницы	0,6	25 мм в.ст.	10	320
2	До циклона	0,6	1200 Па	40	65
3	После циклона	0,55	2200 Па	45	61
4	В форсунке	0,5	420 мм в.ст.	70	60

#### Задание 4

Определить изменение степени заполнения печи материалом.

Исходные данные:

1. Типоразмер печи -  $5 \times 185$  м;
2. Толщина футеровки – 200 мм;
3. Частота вращения печи – 39 сек.;
4. Время, за которое материал выгружается из пробоотборника  $t_1 = 15$  сек.;  
 $t_2 = 12$  сек.;

#### Задание 5

Определить объем воздуха, необходимого для горения топлива по:

а) аэродинамическим замерам клинкерного охладителя

- Дано: 1. Объем подаваемого острого дутья -  $18300 \text{ м}^3/\text{час}$ ;  
2. Объем подаваемого общего дутья -  $183500 \text{ м}^3/\text{час}$ ;  
3. Объем подаваемого первичного воздуха -  $21800 \text{ м}^3/\text{час}$ ;  
4. Объем избыточного воздуха -  $78300 \text{ м}^3/\text{час}$ .

б) по составу отходящих газов и расходу топлива.

- Дано: 1. Расход газа –  $12700 \text{ м}^3/\text{час}$ ;  
2. Топливо –  $\text{CH}_4$ , 100%;  
3. Состав отходящих газов:  $\text{CO}_2$  - 22,1%;  
 $\text{O}_2$  – 2,1%.

в) по производительности печи, расходу топлива, значению коэффициента избытка воздуха и химическому составу сырьевой смеси.

- Дано: 1. Производительность печи –  $V_{\text{п}} = 72 \text{ т/час}$ ;  
2. Топливо –  $\text{CH}_4$ , 100%;  
3. Расход газа –  $12700 \text{ м}^3/\text{час}$   
4. Значение коэффициента избытка воздуха – 1.1  
5. Потери при прокаливании сырьевой смеси ППП<sup>с</sup> – 34,8%;  
6. Содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в сырьевой смеси – 3,5%.

#### Задание 7

Определить степень подготовки материала по:

а) по изменению потерь при прокаливании и изменения содержания углекислого кальция поступающего материала и материала из циклонного теплообменника.

Исходные данные: 1. ППП<sup>с</sup> = 34,8%;

2. ППП<sup>т</sup> = 3,6%.

3.  $\text{CaCO}_3^c$  – содержание углекислого кальция в сырьевой смеси, поступающей на обжиг, %;

4.  $\text{CaCO}_3^t$  – содержание углекислого кальция в материале после циклона, %

2) по данным состава отходящих газов.

Исходные данные:

1.  $\text{CO}_2^{\text{п}}, \text{O}_2^{\text{п}}, \text{N}_2^{\text{п}}$  – содержание углекислого газа, кислорода и азота в отходящих газах за обрезом печи;

2.  $\text{CO}_2^{\text{т}}, \text{O}_2^{\text{т}}, \text{N}_2^{\text{т}}$  – содержание углекислого газа, кислорода и азота в отходящих газах за теплообменником;

$\text{CO}_2^{\text{max}}$  – максимальное содержание углекислого газа в сухих продуктах горения (при  $\alpha=1,0$ )

$V_{\text{дек}} = 100 \left( \frac{1 - ((\text{CO}_2^{\text{п}} / (\text{N}_2^{\text{п}} - 3,76 \text{ O}_2^{\text{п}})) - (\text{CO}_2^{\text{max}} / (100 - \text{CO}_2^{\text{max}})))}{((\text{CO}_2^{\text{т}} / (\text{N}_2^{\text{т}} - 3,76 \text{ O}_2^{\text{т}})) -$

$$(\text{CO}_2^{\text{max}} / (100 - \text{CO}_2^{\text{max}}))$$

Данные для решения:  $\text{CO}_2^{\text{II}} = 14,1\%$ ,  $\text{O}_2^{\text{II}} = 3,5\%$ ;  $\text{N}_2^{\text{II}} = 100 - 14,1 - 3,5 = 82,4\%$

$\text{CO}_2^{\text{T}} = 26,7\%$ ,  $\text{O}_2^{\text{T}} = 6,5\%$ ;  $\text{N}_2^{\text{T}} = 100 - 26,7 - 6,5 = 66,8\%$

$\text{CO}_2^{\text{max}} = 11,74\%$  (топливо – метан 100%)

### Задание 8

По данным рассева проб материала, отобранных по камерам цементной мельницы, определить частные и полные остатки на ситах и построить диаграмму помола цемента.

Критерии оценивания решения практических задач:

Оценка	Критерии оценивания
5	Задание выполнено в полном объеме, полученные результаты полностью соответствуют правильным решениям. Студент правильно использовал методику решения задачи, самостоятельно сформулировал полные, обоснованные и аргументированные выводы.
4	Задание выполнено, полученные ответы соответствуют правильным решениям. Студент использовал общую методику решения задачи, сформулировал достаточные выводы.
3	Задание выполнено, полученные ответы соответствуют правильным решениям. Студент использовал общую методику решения задачи, сформулировал отдельные выводы.
2	Задание выполнено, полученные ответы не соответствуют правильным решениям. Студент допустил существенные ошибки при использовании общей методики решения задачи.

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

№ п/п	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Топливо. Состав и свойства топлив. Горючая, сухая, рабочая масса топлива. Теплота сгорания топлива. Состав продуктов горения.
2	Материальный баланс горения топлива. Расчет калориметрической, теоретической и действительной температуры горения топлива.
3	Законы движения газов. Закон неразрывности газового потока. Закон Бернулли. Виды напоров.
4	Гидравлическое сопротивление тепловых агрегатов. Расчет гидравлического сопротивления цементной вращающейся печи.
5	Сопротивление движению газовых потоков. Виды сопротивлений. уравнение Дарси-Вейсбаха.
6	Сжигание различных видов топлива во вращающихся печах. Горелочные устройства.
7	Сушка материалов. Классификация сушилок, принцип работы. Тепловой баланс сушилки.
8	Физико-химические и тепловые процессы, протекающие при обжиге сырьевых смесей. Затраты тепла на протекание этих процессов.
9	Тепловой баланс вращающейся печи мокрого способа производства цемента. Цель составления. Структура баланса.
10	Тепловые потери цементной вращающейся печи, их значение и влияние на расход топлива в печи. Способы снижения потерь тепла.

11	Установки для получения клинкера. Общая характеристика печей мокрого, сухого и комбинированного способа производства
12	Установки для грубого измельчения сырьевых компонентов
13	Установки для тонкого измельчения сырьевых компонентов, твердого топлива, клинкера и добавок. Пути снижения расхода электроэнергии при измельчении материалов.
14	Установки для обеспыливания технологических газов, аспирационные устройства.
15	Установки для перемещения газов. Вентиляторы и дымососы.
16	Построение и анализ диаграммы помола цемента.
17	Роль анализа состава отходящих газов для оценки процесса горения топлива и всего технологического процесса в целом.
18	Способы определения производительности промышленных агрегатов.
19	Аэродинамический расчет печи. Определение участков с повышенным гидравлическим сопротивлением.
20	Расчет теплового баланса клинкерного охладителя. Определение коэффициента полезного действия. Способы его повышения.
21	Определение запыленности газовых потоков методом внутренней и внешней фильтрации.
21	Пути снижения расхода тепловой энергии на получение вяжущих материалов. Интенсификация теплообмена, рекуперации тепла, совершенствование технологии.

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

Не предусмотрены учебным планом.

### **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.**

Не предусмотрено планом

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

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Форма оценки	Критерий оценивания
отлично	Студент в полной мере демонстрирует знания по организации технологического процесса обжига цементного клинкера и проведению аудита технологического процесса; знания и понимание регламентируемых и контролируемых параметров проведения технологического процесса; знание основных причин нарушения хода технологического процесса и способов их устранения. Владеет необходимым объемом понятий и показателей для оценки эффективности технологического процесса, соответствия сырьевых материалов, портландцементного клинкера требованиям ГОСТов. Осмысленно употребляет специальные термины, свободно и правильно излагает содержание ответа на экзаменационный вопрос.
хорошо	Достаточно уверенно демонстрирует знания по организации технологического процесса обжига цементного клинкера и

Форма оценки	Критерий оценивания
	<p>проведению аудита технологического процесса, знание и понимание регламентируемых и контролируемых параметров проведения технологического процесса; знание основных причин нарушения хода технологического процесса и способов их устранения. Не владеет необходимым объемом понятий и показателей для оценки эффективности технологического процесса, соответствия сырьевых материалов, портландцементного клинкера требованиям ГОСТов. Осмысленно употребляет специальные термины, свободно и правильно излагает содержание ответа на экзаменационный вопрос.</p>
удовлетворительно	<p>Не в полном объеме демонстрирует знания по организации технологического процесса обжига цементного клинкера и проведению аудита технологического процесса; знание и понимание регламентируемых и контролируемых параметров проведения технологического процесса; знание основных причин нарушения хода технологического процесса и способов их устранения. Не владеет необходимым объемом понятий и показателей для оценки эффективности технологического процесса, соответствия сырьевых материалов, портландцементного клинкера требованиям ГОСТов. Затруднительно, с ошибками и неточностями владеет специальными терминами, характеризующими протекание технологического процесса. Поверхностно излагает содержания ответа на экзаменационный вопрос.</p>
неудовлетворительно	<p>Полное не понимание и незнание технологического процесса обжига цементного клинкера и проведению аудита технологического процесса и. Неспособность к изложению и обоснованию регламентируемых и контролируемых параметров проведения технологического процесса производства вяжущих материалов; основных теоретических причин несоответствия сырьевых материалов, клинкера и портландцемента требованиям стандартов. Затруднительно, с ошибками и неточностями владеет специальными терминами, характеризующими протекание технологического процесса. Поверхностно излагает содержания ответа на экзаменационный вопрос.</p>

**5.4.1. Промежуточная аттестация** осуществляется в конце после завершения изучения дисциплины в форме диф. зачета

Зачет включает три теоретических вопроса. Для подготовки к ответу на вопросы и задания билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время в пределах 30 минут. После ответа на теоретические вопросы билета, преподаватель задает дополнительные вопросы.

## Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

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. Студент в полной мере демонстрирует знания по организации технологического процесса обжига цементного клинкера и проведению аудита технологического процесса.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме. Владеет необходимым объемом понятий и показателей для оценки эффективности технологического процесса, соответствия сырьевых материалов, портландцементного клинкера требованиям ГОСТов	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями. Владеет необходимым объемом понятий и показателей для оценки эффективности технологического процесса, соответствия сырьевых материалов, портландцементного клинкера требованиям ГОСТов
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. Осмысленно употребляет специальные термины, свободно и правильно излагает содержание ответа на экзаменационный вопрос.

## Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Уметь разработать пути снижения расхода топлива на тепловых агрегатах.	Не умеет разработать пути снижения расхода топлива на тепловых агрегатах	допускает неточности формулировок. При ответе на вопрос обучающийся допускает ошибки.	умеет разработать пути снижения расхода топлива на тепловых агрегатах, но допускает несущественные неточности в ответе на вопрос.	умеет разработать пути снижения расхода топлива на тепловых агрегатах, может корректно сформулировать их самостоятельно, ссылаясь при этом на нормативные документы и дополнительную литературу. Не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы
Уметь устанавливать требования к строительным материалам исходя из их назначения и условий эксплуатации	Не умеет устанавливать требования к строительным материалам исходя из их назначения и условий эксплуатации	Умеет устанавливать требования к строительным материалам исходя из их назначения и условий эксплуатации, при этом он может не знать деталей, допускать недостаточно правильные формулировки и существенные погрешности	Умеет устанавливать требования к строительным материалам исходя из их назначения и условий эксплуатации, но допускает несущественные неточности в ответе на вопрос	Умеет устанавливать требования к строительным материалам исходя из их назначения и условий эксплуатации. Последовательно, исчерпывающе и четко обосновывает принятые решения, свободно увязывает теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий Студент в полной мере демонстрирует знания по организации технологического процесса обжига цементного клинкера и проведению аудита технологического процесса.
Уметь правильно выбирать	Не умеет правильно выбирать требуемые	Умеет правильно выбирать требуемые	Умеет правильно выбирать требуемые	Уметь правильно выбирать требуемые показатели



<p>требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности производства вяжущих материалов</p>	<p>показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности производства вяжущих материалов</p>	<p>показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности производства вяжущих материалов Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей</p>	<p>показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности производства вяжущих материалов Владеет необходимым объемом понятий и показателей для оценки эффективности технологического процесса, соответствия сырьевых материалов, портландцементного клинкера требованиям ГОСТов</p>	<p>надежности, безопасности, экономичности и эффективности производства вяжущих материалов Владеет необходимым объемом понятий и показателей для оценки эффективности технологического процесса, соответствия сырьевых материалов, портландцементного клинкера требованиям ГОСТов</p>
<p>Уметь анализировать результаты исследований, проводить оценку соответствия свойств испытанных материалов требованиям стандарта</p>	<p>Не умеет анализировать результаты исследований, проводить оценку соответствия свойств</p>	<p>Умеет анализировать результаты исследований, проводить оценку соответствия свойств испытанных материалов требованиям стандарта, при этом может не знать деталей, при ответе на вопрос</p>	<p>Умеет анализировать результаты исследований, проводить оценку соответствия свойств испытанных материалов требованиям стандарта. Дает ответы на вопросы, но не все - полные</p>	<p>Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы. Осмысленно употребляет специальные термины, свободно и правильно излагает содержание ответа на экзаменационный вопрос.</p>

## Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками составления и анализировать материальные и тепловые балансы систем, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса	Не владеет навыками составления и анализа материальных и тепловых балансов системы, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса	допускает неточности формулировок. При ответе на вопрос обучающийся допускает ошибки.	владеет навыками составления и анализа материальных и тепловых балансов системы, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса, но допускает несущественные неточности в ответе на вопрос.	владеет навыками составления и анализа материальных и тепловых балансов системы, способами измерения основных параметров контроля технологического процесса, ссылаясь при этом на нормативные документы и дополнительную литературу. Не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы
Владеть навыками самостоятельной обработки информации и экспериментальных данных исследований.	Не владеет навыками самостоятельной обработки информации и экспериментальных данных исследований.	Владеет навыками самостоятельной обработки информации и экспериментальных данных исследований, при этом он может не знать деталей, допускать недостаточно правильные формулировки и существенные погрешности	Владеет навыками самостоятельной обработки информации и экспериментальных данных исследований, но допускает несущественные неточности в ответе на вопрос	Владеет навыками самостоятельной обработки информации и экспериментальных данных исследований. Последовательно, исчерпывающе и четко обосновывает принятые решения, свободно увязывает теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий. Студент в полной мере демонстрирует знания по организации технологического процесса обжига цементного клинкера и проведению аудита технологического процесса.
Владеть методами	Не владеет методами	владеет методами оценки	Владеет методами оценки технологического	Владеет методами оценки технологического

<p>оценки технологического процесса производства и санитарно-гигиенической оценке производства с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической безопасности производств.</p>	<p>оценки технологического процесса производства и санитарно-гигиенической оценке производства с позиций энерго- и ресурсосбережения</p>	<p>технологического процесса производства и санитарно-гигиенической оценке производства с позиций энерго- и ресурсосбережения. Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей</p>	<p>процесса производства и санитарно-гигиенической оценке производства с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической безопасности производств.</p>	<p>процесса производства и санитарно-гигиенической оценке производства с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом требований качества, надежности, стоимости и экологической безопасности производств. Владеет необходимым объемом понятий и показателей для оценки эффективности технологического процесса, соответствия сырьевых материалов, портландцементного клинкера требованиям ГОСТов</p>
<p>Владеет методами анализа результатов исследований, может проводить оценку соответствия свойств испытанных материалов требованиям стандарта</p>	<p>Не владеет методами анализа результатов исследований, не может проводить оценку соответствия свойств испытанных материалов требованиям стандарта</p>	<p>Владеет методами анализа результатов исследований, может проводить оценку соответствия свойств испытанных материалов, при этом может не знать деталей, при ответе на вопрос</p>	<p>Владеет методами анализа результатов исследований, может проводить оценку соответствия свойств испытанных материалов требованиям стандарта. Дает ответы на вопросы, но не все - полные</p>	<p>Владеет методами анализа результатов исследований. Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы. Осмысленно употребляет специальные термины, свободно и правильно излагает содержание ответа на экзаменационный вопрос.</p>

## 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
№ 403 Учебная лаборатория	<p>В лаборатории имеются приборы и оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- установка для определения гидравлических сопротивлений трубопроводов (вентиль, поворот, расширение - сужение, змеевик, газовый счетчик, дифференциальный манометр, лабораторный трансформатор, вентилятор);</li> <li>- установка для изучения гидравлики псевдооживленного слоя (прозрачный вертикальный цилиндрический корпус, газовый счетчик, дифференциальный манометр, лабораторный трансформатор, вентилятор);</li> <li>- установка для определения характеристик центробежного вентилятора (центробежный вентилятор, ваттметр, трубка Пито, дифференциальный манометр);</li> <li>- установка для фильтрации суспензий под вакуумом (фильтр, вакуум-насос, мешалка, сборник фильтрата, вакуумметр);</li> <li>- установка для определения теплопроводности материалов (экспериментальный блок) с компьютерным программным обеспечением;</li> <li>- трансформатор, переключатель температуры;</li> </ul>
№103, 212 - УК2	Лекционные занятия проводятся в специально оборудованных учебных аудиториях, оснащенных мультимедийным комплексом и компьютерами.
№ 119 <sup>а</sup> - УК2	Самостоятельная работа студентов осуществляется в кафедральной библиотеке и библиотеке БГТУ им. В.Г. Шухова.

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Pro Корпоративная.	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
2	Microsoft Office Professional Plus 2016.	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Eplan Software&Service	Лицензия EPL0UB6460
4	MozillaFirefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition».	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018.
6	Google Chrome.	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.

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

1. Баскаков А.П., Теплотехника - учеб. для студентов вузов / А. П. Баскаков [и др.] ; ред. А. П. Баскаков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский Дом "БАСТЕТ", 2010. -ISBN 978-5-903178-19-3
2. Классен В.К., Технология и оптимизация производства цемента. – Белгород.- 2012.
3. Кудеярова Н.П., Афанасьева Л.Б. и др. Теплотехнические расчеты в лабораторном практикуме по курсу «Тепловые установки» (методические указания), Белгород, 2007 г.

#### **Перечень дополнительной литературы**

1. Мазуров Д.Я. Теплотехническое оборудование заводов вяжущих материалов. – М.: Стройиздат, 1982.
2. Дуда В. Цемент. – М.: Стройиздат. – 1981
3. Перегудов В.В., Роговой Н.И. Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий и деталей. – М.: Стройиздат, 1983.
4. Левченко Л.М. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности. – М.: Высшая школа, 1968.
5. Дешко Ю.И. и др. Наладка и теплотехнические испытания вращающихся печей на цементных заводах. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1966.
6. Дешко Ю.И. и др. Измельчение материалов в цементной промышленности. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1966.
7. Древицкий Е.Г. и др. Повышение эффективности работы вращающихся печей. – М.: Стройиздат, 1990.
8. Крыхтин Г.С. Интенсификация работы мельниц. – Новосибирск: ВО «наука», 1993.
9. Методическое пособие по испытаниям печных агрегатов цементной промышленности. Составитель А.А. Коробок. Всесоюзное Государственное специальное бюро по проведению пуско-наладочных и проектно-конструкторских работ в цементной промышленности «ОРГПРОЭКТЦЕМЕНТ». – М, 1989.

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

База данных библиотеки БГТУ <http://ntb.bstu.ru/>

Сборник нормативных документов «СтройКонсультант» [www.snip.ru](http://www.snip.ru) -  
Доступ осуществляется в зале электронных ресурсов НТБ (к.302).

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

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [elibrary.ru](http://elibrary.ru)

<http://www.knigafund.ru/>

<http://www.ustu.ru/study/high/bachelor-specialist/khtf/resource/hft-res-prof/>

<http://paht.ruz.net/materials.htm>