

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института ХТИ  
В.И. Павленко

« 16 » сентября 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ ЦЕМЕНТНЫХ  
ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ**

направление подготовки:

18.03.01 Химическая технология

Направленность программы (профиль):

Химическая технология вяжущих и композиционных материалов

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная


**Институт:** Химико-технологический

**Кафедра:** Технологии цемента и композиционных материалов

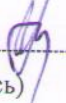
Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата), утвержденного Приказом исполняющего обязанности Министра образования и науки Российской Федерации от 11 августа 2016 г., № 1005.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

Составитель (составители): к.т.н., доцент  С.А.Перескок  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Технологии цемента и композиционных материалов  
(наименование кафедры)

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

« 14 » сентября 2016 г.


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » сентября 2016 г., протокол № 2

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » сентября 2016 г., протокол № 1

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

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Формируемые компетенции |                 |  | Требования к результатам обучения  |
|-------------------------|-----------------|--|--|
| №                       | Код компетенции | Компетенция  |  |
| <b>Профессиональные</b> |                 |  |  |
| 1                       | ПК-6            | Способностью наладить, настраивать, и осуществлять проверку оборудования и программных средств.                                      | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> устройство, принцип работы и управления вращающимися печами и вспомогательным оборудованием для обжига цементного клинкера.</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать работу технологического оборудования, осуществлять проверку его работы.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками управления технологическим процессом обжига и охлаждения цементного клинкера.</p>   |
| 2                       | ПК-11           | Способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса. | <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> требования, предъявляемые к составу и качеству сырьевой смеси и готового продукта; допустимым изменениям параметров работы печей при осуществлении технологического процесса; основные приемы устранения отклонений.</p> <p><b>Уметь:</b> выявлять отклонения режимов работы технологического оборудования по изменению параметров работы; применять приемы и методы устранения возникающих нарушений.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками оценки изменения технологического процесса и применения приемов по устранению возникающих отклонений.</p> |

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

| № | Наименование дисциплины (модуля)                            |
|---|---|
| 1 | Сырьевые материалы  |
| 2 | Химическая технология вяжущих материалов                    |
| 3 | Механическое оборудование в производстве вяжущих материалов |
| 4 | Технология производства цемента                             |
| 5 | Контроль качества вяжущих материалов                        |
| 6 | Производственная практика                                   |

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

| № | Наименование дисциплины (модуля)  |
|---|-----------------------------------|
| 1 | Выпускная квалификационная работа |

## 2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

| Вид учебной работы                                     | Всего часов      | Семестр № 7 | Семестр № 8 |
|--|------------------|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час                     | 216              | 110         | 106         |
| <b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b> |                  |             |             |
| лекции   |                  |             |             |
| лабораторные   | 83               | 51          | 32          |
| практические   |                  |             |             |
| <b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>  | 133              | 59          | 74          |
| Курсовой проект  |                  |             |             |
| Курсовая работа  |                  |             |             |
| Расчетно-графическое задания                           |                  |             |             |
| Индивидуальное домашнее задание                        |                  |             |             |
| <i>Другие виды самостоятельной работы</i>              | 97               | 59          | 38          |
| Форма промежуточной аттестации (зачет, экзамен)        | диф. зачет<br>36 | диф. зачет  | 36          |

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс4 Семестр 7

| № п/п   | Наименование раздела (краткое содержание)  | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час |                      |                      |                        |
|---|--|---|----------------------|----------------------|------------------------|
|   |  | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| <b>Физико-химические свойства сырьевых материалов и полуфабрикатов для производства цемента</b> |  |   |                      |                      |                        |
| 1   | <p>Виды сырьевых материалов для производства портландцементного клинкера, требования, предъявляемые к сырьевым материалам и характеристикам сырьевых смесей. Потери при прокаливании, как важнейшая характеристика сырьевых материалов, полуфабрикатов и готовой продукции.</p> <p>Основные технологические схемы производства, типы вращающихся печей, клинкерных охладителей. Определение содержания карбонатной составляющей.</p> <p>Понятие титра в технологии цемента.</p> <p>Определение титра сырьевой смеси.</p> |   |                      | 6                    | 10                     |
| 2   | <p>Физико-химические свойства цементной сырьевой смеси. Зависимость качества клинкера от природы сырьевых компонентов.</p> <p>Прямые и косвенные показатели качества клинкера.</p> <p>Вес 1 литра клинкера.</p> <p>Содержание СаОсв. в клинкере.</p>   |   |                      | 6                    | 7                      |
| 3   | <p>Состав, свойства применяемого топлива. Параметры подготовки топлива к сжиганию, обеспечение соблюдения правил техники безопасности при работе на различных видах топлива. Устройство и принцип действия РДУК. Горелки и форсунки для сжигания топлива, их устройство и принцип работы, возможности по управлению сжигания топлива.</p>  |   |                      | 9                    | 7                      |
| 4   | <p>Определение состава отходящих газов. Значение данного вида анализа для определения: эффективности процесса сжигания топлива; расчета значения коэффициента избытка воздуха; подсосов воздуха по запечному тракту; расхода топлива и оценки качества клинкера. Анализ работы вращающейся печи по изменению состава отходящих газов данных промышленных вращающихся печей.</p>  |   |                      | 9                    | 7                      |

|   |  |  |  |           |           |
|---|--|--|--|-----------|-----------|
| 5 | Применение петрографического анализа для контроля обжига клинкера, определения минералогического состава и качества выпускаемой продукции.   |  |  | 6         | 10        |
| 6 | Применение дифференциально-термического анализа для контроля и оптимизации производства и качества выпускаемого клинкера.  |  |  | 6         | 9         |
| 7 | Приборное оформление пульта управления вращающейся печи. Приборы для определения температуры материала и газового потока, давления и разрежения печного тракта. Принцип управления работой вращающейся печи и клинкерным холодильником, взаимосвязь изменения параметров работы оборудования при осуществлении регулирующих воздействий. |  |  | 9         | 9         |
|   | <b>ВСЕГО</b>   |  |  | <b>51</b> | <b>59</b> |

## Курс 4 Семестр 8

| № п/п  | Наименование раздела<br>(краткое содержание)   | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час |                      |                      |                        |
|--|--|---|----------------------|----------------------|------------------------|
|  |  | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| <b>Управление работой вращающихся печей мокрого и сухого способов производства</b> |  |   |                      |                      |                        |
|  | Ознакомление с работой тренажерного комплекса «Симулекс».<br>Осуществление практических действий по моделированию приготовления сырьевой смеси и розжиг печи.  |   |                      | 6                    | 10                     |
|  | Достижение необходимых режимных параметров работы агрегата, вывод печи на заданную производительность.<br>Устранение возникающих отклонений в работе оборудования.   |   |                      | 12                   | 10                     |
|  | Технологические нарушения, возникающие при работе печных агрегатов: нарушение процесса грануляции клинкера в зоне спекания; кольцообразование в различных участках печей и настлеобразование в запечном тракте циклонных теплообменников. Способы их устранения.<br>Влияние технологических нарушений на изменение технико-экономических показателей работы печей. |   |                      | 8                    | 12                     |
|  | Управление режимом охлаждения цементного клинкера, достижение оптимальных параметров его работы с целью повышения теплового коэффициента полезного действия, снижения теплотерь с избыточным воздухом и выходящим клинкером.   |   |                      | 6                    | 6                      |
|  | <b>ВСЕГО</b>   |   |                      | <b>32</b>            | <b>38</b>              |

### 4.2.Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов

1. Виды сырья для производства цемента. Природные и техногенные материалы, используемые в производстве портландцементного клинкера. Требования, предъявляемые к сырьевым материалам для производства, ограничения по содержанию примесных элементов в сырье для производства вяжущих материалов. Влияние их содержания на процесс клинкерообразования и возможные нарушения технологического процесса.
2. Методы определения соответствия карбонатного компонента требованиям для производства вяжущих материалов. Понятие титра в технологии цемента. Способы определения содержания карбонатной составляющей. Определение видов примесей. Влияние вида и количества примесей в карбонатной породе на вид и свойства продукта обжига. Влияние количественного содержания карбонатного компонента на расход топлива при обжиге клинкера.
3. Потери при прокаливании (ППП), как важнейшая характеристика сырьевых материалов, полуфабрикатов и готовой продукции. Методика определения потерь при прокаливании. Выбор температуры определения потерь при прокаливании в зависимости от вида и состава материала. Оценка качества вяжущих материалов с использованием показателя ППП. Расчет выхода продукта из сырья.
4. Основные технологические схемы производства, типы вращающихся печей, клинкерных охладителей. Способы приготовления сырьевых смесей; показатели, характеризующие качественные свойства сырьевых смесей.
5. Состав, свойства применяемого топлива. Способы и параметры подготовки топлива к сжиганию, обеспечение соблюдения правил техники безопасности при работе на различных видах топлива. Устройство и принцип действия РДУК.
6. Состав отходящих газов, приборы для определения состава отходящих газов. Значение данного вида анализа для определения эффективности процесса сжигания топлива, расчета значения коэффициента избытка воздуха, подсосов воздуха по запечному тракту; расхода топлива и оценки качества клинкера. Анализ работы вращающейся печи по изменению состава отходящих газов данных промышленных вращающихся печей.
7. Горелочные устройства для сжигания топлива. Диффузионные газовые горелки, многоканальные форсунки для сжигания нескольких видов топлива. Возможности регулирования процесса сжигания.
8. Влияние технологических факторов на процесс сжигания топлива: положения горелки относительно материала и изменение угла ее наклона; подачи пыли с разгрузочного конца печи; количества воздуха, подаваемого на горение, наличия первичного воздуха; температуры и количества вторичного воздуха; параметров подготовки различных видов топлива; возможностей горелочных устройств.
9. Содержание СаОсв в клинкере. Возможные причины существования СаОсв в клинкере, допустимые значения. Причины ограничения содержания свободного оксида кальция в портландцементном клинкере. Методы определения содержания СаОсв в клинкере. Влияние присутствия несвязанного оксида кремния в клинкере на качество клинкера и технологический процесс производства клинкера.
10. Сущность и возможности петрографического анализа. Применение петрографического анализа для контроля обжига клинкера, определение минералогического состава. Влияние минералогического состава на активность клинкера.
11. Применение дифференциально-термического анализа для контроля и оптимизации производства и качества выпускаемого клинкера.



12. Приборное оформление пульта управления вращающейся печи. Приборы для определения температуры материала и газового потока, давления и разрежения печного тракта.
13. Принцип управления работой вращающейся печи мокрого способа производства и клинкерным холодильником, взаимосвязь изменения параметров работы оборудования при осуществлении регулирующих воздействий.
14. Принцип управления работой вращающейся печи сухого способа производства. Достижение необходимых параметров сжигания топлива в печи и декарбонизаторе. Взаимосвязь изменения параметров работы оборудования при осуществлении регулирующих воздействий.
15. Возможности тренажерного комплекса «Симулекс». Принцип выбора параметров работы оборудования при приготовлении сырьевой смеси и розжиге печи. Факторы, определяющие длительность процесса розжига печи.
16. Порядок действий по достижению необходимых режимных параметров работы агрегата при выводе печи на заданную производительность. Влияние режимных параметров работы печи и клинкерного холодильника на расход топлива и электроэнергии.
17. Технологические нарушения, возникающие при работе печных агрегатов: нарушение процесса грануляции клинкера в зоне спекания; кольцообразование в различных участках печей и настылеобразование в запечном тракте. Способы их устранения.
18. Управление режимом охлаждения цементного клинкера, достижение оптимальных параметров его работы с целью повышения теплового коэффициента полезного действия, снижения теплотерь с избыточным воздухом и выходящим клинкером.

**5.2.Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ,  
их краткое содержание и объем.**

Учебным планом не предусмотрено.

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

Не предусмотрено учебным планом.

**5.4.Перечень контрольных работ.**

Не предусмотрено учебным планом.

### 3. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### 6.1. Перечень основной литературы

1. **Классен, В. К.** Технология и оптимизация производства цемента [Электронный ресурс] : краткий курс лекций : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. Хим. технология / В. К. Классен ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 308 с. - ISBN 978-5-361-00167-5 Э.Р. N 2277  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015013113471375400000659695>
2. Шаратов, Р. Р. Специальное оборудование заводов по производству цемента: учеб. пособие / Р. Р. Шаратов. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2006. - 143 с.
3. ГОСТ 31108 - 2003. Портландцемент и шлакопортландцемент. Введ. 01.01.2003. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 30 с.

#### 6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Мазуров Д.Я. Теплотехническое оборудование заводов по производству вяжущих материалов . –М.: Стройиздат. – 1982. – 288 с.
2. Основы практической теории горения, под ред. В.В. Померанцева. - Л.: Энергия, 1986.
3. Равич М.Б. Топливо и эффективность его использования. - М.: Наука, 1971.

#### 6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Сборники и базы нормативных и технических документов  
[www.snip.ru](http://www.snip.ru)<http://www.tmvt.ru/help/help-tsement.html>  
<http://docs.cntd.ru/>

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

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

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

Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 19 млн научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 3900 российских научно-технических журналов, в том числе более 2800 журналов в открытом доступе. В настоящее время открыт доступ к 79 российским научно-техническим журналам.

Доступ к ресурсу осуществляется с компьютеров локальной сети университета и в зале электронных ресурсов (к.302).

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**Процесс обучения** проводится в специализированных учебных и научно-исследовательских лабораториях.

- Лаборатория обжига и физико-механических испытаний, 109 УК2, оснащенная оборудованием: электропечь Thermoceramics; электропечь камерная СНОЛ - 2 шт; электрошкаф сушильный СНОЛ - 2 шт; вакуумсушильный шкаф ГЗВ; прессовое оборудование.

- Лаборатория микроскопических исследований, 106 УК2, оснащенная оборудованием: Микроскоп CarlZeissJena NU2; система пробоподготовки Minitom; микроскоп стереоскопический МБС-10; поляризационно-интерференционный микроскоп BIOLAR PI.

- Тренажерный комплекс «Симулекс», 118 УК 2, оснащенный 10 компьютерами.

**Самостоятельная подготовка** студентов может проходить в зале курсового и дипломного проектирования в учебной аудитории 212 УК2, оснащенной 12 компьютерами; в библиотеке кафедры ТЦКМ 119-а УК2, в которой собраны периодические издания по специальности за 15 лет, учебники, учебные пособия, справочники, электронные пособия.

**Итоговые доклады по результатам обучения** заслушиваются в специально оборудованных учебных аудиториях - 103 УК2, оснащенной мультимедийным комплексом и 212 УК2, оснащенной мультимедийным комплексом и 12 компьютерами, в 118 УК 2, оснащенной тренажерным комплексом «Симулекс».

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 14 заседания кафедры от «8» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой



Борисов И. Н.

Директор института



Павленко В.И.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «15» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой



Борисов И. Н.

Директор института



Павленко В.И.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /2020 учебный год.

Протокол № 16 заседания кафедры от « 07 » 06 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ И.Н.Борисов  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.И.Павленко  
подпись, ФИО



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 17 заседания кафедры от «13» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой  \_\_\_\_\_ Борисов И. Н.

Директор института  \_\_\_\_\_ Павленко В.И

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### **Приложение №1.** Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины «Управление работой цементных вращающихся печей»

Дисциплина «Управление работой цементных вращающихся печей» относится к модулю профессиональных дисциплин, дисциплина по выбору и является неотъемлемой частью подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология. Задачей изучения дисциплины является получение практических профессиональных навыков, необходимых для освоения основной специальности.

Изучение дисциплины дает возможность студентам сформировать представление об управлении работой цементных вращающихся печей с целью выпуска кондиционного качественного клинкера. Занятия проводятся в виде лабораторных работ, позволяющих каждому студенту освоить способы управления работой основного технологического оборудования, получить практические навыки работы оператора по управлению технологическим процессом. Студент выполняет лабораторные работы самостоятельно, но под наблюдением преподавателя. С этой целью по установленному расписанию студенты, приходя в лабораторию, для лучшего усвоения материала выполняют на одном занятии, как правило, не более одной лабораторной работы. Форму и характер учебных занятий в лаборатории уточняет преподаватель; посещение этих занятий обязательно. При проведении групповых занятий в лаборатории студенты используют учебные пособия, однако, основные пояснения по выполнению работ они получают от преподавателя. При выполнении лабораторных работ студент предварительно получает задание, тщательно изучает порядок и содержание выполняемой работы. К каждой лабораторной работе студент готовится самостоятельно и оформляет ее согласно требованиям в личном лабораторном журнале. Допуск к работе студент получает у ведущего преподавателя. Каждая лабораторная работа защищается. Студент, получивший зачеты по лабораторным работам, допускается к экзамену.

Знание курса необходимо для успешного завершения обучения по направлению 18.03.01 Химическая технология, а в дальнейшем – повысить вероятность трудоустройства.

## 12. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021 / 2022 учебный год.

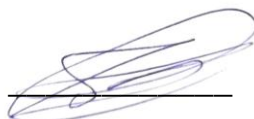
Протокол № 19 заседания кафедры от « 14 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_

И.Н. Борисов

Директор института

  
\_\_\_\_\_

Р.Н. Ястребинский