

**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)

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА И ЦЕМЕНТОВ**

направление подготовки:

18.03.01 Химическая технология

Направленность программы (профиль):

Химическая технология вяжущих и композиционных материалов

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

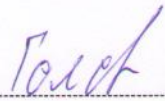
**Институт:** Химико-технологический

**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  Т.Е.Головизнина  
(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-3	<p>Готовность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности.</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> основные требования стандартов к производству и качеству вяжущих и композиционных материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять поиск нормативной документации по вяжущим и композиционным материалам в справочной литературе и системе информационных коммуникаций; анализировать технологическую пригодность и экономическую целесообразность использования сырья и техногенных продуктов для синтеза вяжущих материалов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками контроля качества вяжущих и композиционных материалов.</p>
2	ПК-10	<p>Способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа.</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> требования, предъявляемые к составу и качеству сырья, полуфабрикатов и готовых вяжущих и композиционных материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> применять физико-химические методы для исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; проводить анализ свойств и качества сырья, полуфабрикатов и готовых вяжущих и композиционных материалов.</p> <p><b>Владеть:</b> методами обработки, оценки и адаптации результатов анализа свойств и характеристик сырья, полуфабрикатов и готовых вяжущих и композиционных материалов.</p>

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Минералогия и кристаллография
2	Сырьевые материалы
3	Химическая технология вяжущих материалов
4	Методы физико-химических исследований вяжущих и композиционных материалов
5	Технология производства цемента
6	Контроль качества вяжущих материалов
7	Стандартизация и сертификация вяжущих материалов

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 36	диф. зачет	36

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятель- ная работа
<b>Физико-химические свойства сырьевых материалов и полуфабрикатов для производства цемента</b>					
1	Виды сырья для производства цемента. Требования, предъявляемые к сырьевым материалам. Методы определения качества карбонатного компонента. Определение содержания карбонатной составляющей. Определение видов примесей. Понятие титра в технологии цемента. Определение титра сырьевой смеси.			6	10
2	Понятие и значение влажности сырьевых материалов при производстве цемента. Потери при прокаливании, как важнейшая характеристика сырьевых материалов, полуфабрикатов и готовой продукции. Определение влажности и потерь при прокаливании: сырьевых компонентов; сырьевой смеси; шлама.			6	7
3	Физико-химические свойства цементной сырьевой смеси. Зависимость качества клинкера от природы сырьевых компонентов. Прямые и косвенные показатели качества клинкера. Вес 1 литра клинкера. Содержание СаОсв в клинкере.			6	7
4	Зависимость химической активности кремнийсодержащего сырья от вида полиморфной модификации, Определение нерастворимого остатка в клинкере.			6	7
5	Рентгенофазовый анализ, как метод определения состава, качества и свойств сырья, полуфабрикатов и вяжущих материалов.			9	10
6	Применение петрографического анализа для контроля производства и качества вяжущих материалов.			9	9
7	Применение дифференциально-термического анализа для контроля и оптимизации производства и качества вяжущих материалов.			9	9
	<b>ВСЕГО</b>			<b>51</b>	<b>59</b>

## Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятель- ная работа
<b>Методы определения физико-химических свойств вяжущих материалов</b>					
	Определение тонкости помола цемента. Определение нормальной густоты и сроков схватыва- ния цементного теста			8	12
	ГОСТ 31108-2003 Цементы общестроительные. Клас- сификация. Вещественный состав. Химические пока- затели. Требования к физико-механическим свойствам цементов.			6	8
	Определение равномерности изменения объема цемен- та. Определение предела прочности при изгибе и сжатии стандартных образцов-балочек. Использование электронных таблиц Microsoft Excel для математических расчетов, обработки результатов экспериментов и лабораторных испытаний.			12	12
	Особенности изготовления и испытаний нестандарт- ных (малых) образцов. Экспериментальные исследова- ния. Имитационное моделирование. Контрольные об- разцы. Определение нормальной густоты теста из вяжущего материала и сроков схватывания в малых образцах. Определение предела прочности на сжатие в малых образцах.			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 и вяжущих материалов. Природные и техногенные материалы, используемые в производстве вяжущих материалов. Требования, предъявляемые к сырьевым материалам для производства вяжущих материалов. Ограничения по содержанию примесных элементов в сырье для производства вяжущих материалов.

2. Методы определения соответствия карбонатного компонента требованиям для производства вяжущих материалов. Способы определения содержания карбонатной составляющей. Определение видов примесей. Влияние вида и количества примесей в карбонатной породе на вид и свойства продукта обжига. Оценка области применения карбонатной породы по гидравлическому модулю. Оценка области применения карбонатной породы по количеству примесных оксидов.

3. Виды воды в составе сырьевых пород. Методики определения влажности сырьевых компонентов и смесей. Влияние влажности на технологические свойства сырья для производства вяжущих материалов. Способы определения кристаллизационной воды в составе породы. Учет влажности при расчете расхода материала на производство единицы продукции. Влияние показателя влажности сырьевых компонентов на выбор способа производства цемента и технологического оборудования. Учет показателя естественной влажности при дозировке воды для приготовления шлама нормальной растекаемости.

4. 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.

5. Понятие титра в технологии цемента. Методика определения титра сырьевой смеси. Технологические операции проводимые с цементной сырьевой смесью до ее подачи на обжиг. Значение контролируемых параметров цементной сырьевой смеси. Использование показателя «титр сырьевой смеси» для корректировки состава цементной сырьевой смеси.

6. Зависимость и особенности технологического процесса производства и качества клинкера от природы сырьевых компонентов. Физико-химические свойства цементной сырьевой смеси. Регламентируемые и контролируемые показатели цементной сырьевой смеси и шлама. Зависимость качества клинкера от природы сырьевых компонентов.

7. 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.

8. Зависимость химической активности кремнийсодержащего сырья от вида полиморфной модификации. Методика определения нерастворимого остатка в клинкере. Влияние присутствия несвязанного оксида кремния в клинкере на качество клинкера и технологический процесс производства клинкера. Приёмы нейтрализации содержания крупнокристаллического кварца в цементных сырьевых смесях. Способы учета содержания крупнокристаллического кварца для расчета сырьевых смесей.

9. Рентгенофазовый анализ, как метод определения состава, качества и свойств сырья, полуфабрикатов и вяжущих материалов. Сущность и возможности рентгенофазового анализа. Подготовка материалов для исследования методом РФА. Качественный РФА. Количественный РФА. Интерпретация результатов РФА. Использование программного обеспечения для обработки и расшифровки данных рентгенофазового анализа.

10. Применение петрографического анализа для контроля производства и качества вяжущих материалов. Сущность и возможности петрографического анализа. Методики изготовления препаратов для петрографического анализа. Виды петрографического анализа,

применяемые для контроля производства и качества вяжущих материалов.

11. Применение дифференциально-термического анализа для контроля и оптимизации производства и качества вяжущих материалов. Метод ДТА – сущность и возможности. Подготовка материалов для исследования методом ДТА. Интерпретация результатов ДТА.

12. Величины, характеризующие степень измельчения цемента. Методики определения степени измельчения цемента. Оптимальные и допустимые показатели тонкости помола цемента. Влияние содержания частиц различной крупности на строительно-технические свойства цемента и долговечность цементного камня.

13. Методики определения нормальной густоты и сроков схватывания цементного теста и раствора. Значение регламентируемых показателей сроков схватывания. Причины нарушения сроков схватывания. Регулирование сроков схватывания цементного теста и раствора.

14. Методика определения равномерности изменения объема цементного камня. Причины неравномерности изменения объема цементного камня. Контролируемые параметры и их значения для сырьевой смеси и клинкера, предупреждающие неравномерность изменения объема цементного камня.

15. ГОСТ 31108-2003 Цементы общестроительные. Основные положения и требования. Классификация. Вещественный состав. Химические показатели. Требования к физико-механическим свойствам цементов. Условное обозначение типов цемента. Понятие класса прочности цементов. Строительно-технические свойства общестроительных цементов. Основные регламентируемые характеристики, их значение.

16. Цементы. Стандартные методы определения предела прочности при изгибе и сжатии, действующие на территории РФ. Основное содержание. Описание методик изготовления образцов, оборудования, необходимого для их изготовления, требований к материалам и условиям изготовления и хранения образцов для определения предела прочности при изгибе и сжатии.

17. Особенности изготовления и испытаний нестандартных (малых) образцов. В каких случаях допускается использование показателей свойств и качества, полученных нестандартными методами. Методики изготовления малых образцов. Контрольные образцы – назначение, необходимость, обязательность изготовления.



**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. Тимошенко Т. И., Головизнина Т. Е. Физико-химические свойства сырьевых и техногенных материалов. Лабораторный практикум: Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2016. – 106 с.

3. ГОСТ 31108 - 2003. Портландцемент и шлакопортландцемент. Введ. 01.01.2003. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 30 с.

#### 6.2. Перечень дополнительной литературы

##### Справочная и нормативная литература

1. ГОСТ 310.1-76. Цементы. Методы испытаний. Общие положения. – Введ. 01.01.1978. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 10 с.

2. ГОСТ 310.2 -76. Цементы. Методы определения тонкости помола. – Введ. 01.01.1978. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 12 с.

3. ГОСТ 310.3 -76. Цементы. Методы определения нормальной плотности, сроков схватывания и равномерности изменения объема. – Введ. 01.01.1978. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 16 с.

4. ГОСТ 310.4 -81. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии. – Введ. 01.07.1983. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 14 с.

5. ГОСТ 310.5 - 88. Цементы. Методы определения теплоты выделения. – Введ. 01.01.1989. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 10 с.

6. ГОСТ 310.6 - 85. Цементы. Методы определения водоотделения. – Введ. 01.01.1986. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 10 с.

7. ГОСТ 5382-91. Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа. – Введ. 30.01.1991. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 28 с.

#### 6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Сборники и базы нормативных и технических документов

[www.snip.ru](http://www.snip.ru) <http://www.tnvt.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, техно-

логии, 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

Занятия проводятся 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 Carl Zeiss Jena NU2; система пробоподготовки Minitom; микроскоп стереоскопический МБС-10; поляризационно-интерференционный микроскоп BIOLAR PI.

- Помольное отделение, подвальное помещение под 109 УК2, оснащенное оборудованием:

прибор для определения тонкости помола цемента СММ; механическое сито; щековая дробилка; мельница 2-х камерная МБЛ.

- Лаборатория химических анализов, 110 УК2, оснащенная оборудованием: установка по изучению свойств воздушной строительной извести; установка по определению содержания свободной извести в клинкере; интерференционно-поляризационный микроскоп МРІ 5; поляризационный микроскоп МИН-8; электропечь камерная СНОЛ

**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.

## 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 учеб-  
ный 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 «Физико-химические свойства портландцементного клинкера и цементов»

Дисциплина «Физико-химические свойства портландцементного клинкера и цементов» 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 о методах контроля качества сырья, полуфабрикатов и вяжущих материалов, требованиях нормативных документов к выпускаемой продукции. Занятия проводятся в виде лабораторных работ, позволяющих каждому студенту освоить методы и методики определения физико-химических свойств сырья, портландцементного клинкера и цементов. Студент выполняет лабораторные работы самостоятельно, но под наблюдением инженера. С этой целью по установленному расписанию студенты приходят 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 пособия по лабораторному практикуму, однако, основные пояснения по выполнению работ они получают от преподавателя. При выполнении лабораторных работ студент предварительно тщательно изучает порядок и содержание выполняемой работы по методическим указаниям. К каждой лабораторной работе студент готовится самостоятельно и оформляет ее согласно требованиям, в личном лабораторном журнале. Допуск к работе студент получает у ведущего преподавателя. Выполнение лабораторной работы контролируется инженером. Отметку о выполнении работы ставит инженер в рабочий журнал студента. 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.

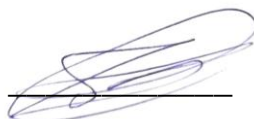
Заведующий кафедрой



---

И.Н. Борисов

Директор института



---

Р.Н. Ястребинский