

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор химико-технологического
института

В.И. Павленко
« 15 » 03 2016 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физическое и математическое моделирование
химико-технологических процессов

направление подготовки (специальность):

18.04.01 Химическая технология

Профиль подготовки

Химическая технология стекла и керамики

Квалификация

Магистр

Форма обучения


Очная

Химико-технологический институт
Кафедра технология стекла и керамики


Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 18.04.01 «Химическая технология», утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21 ноября 2014 г. № 1494;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.


Составитель (составители): д.т.н., проф.  (П.В. Беседин)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
«Технология стекла и керамики»
(наименование кафедры)


Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (Е.И. Евтушенко)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)
« 2 » 03 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 2 » 03 2016 г., протокол № 

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (Е.И. Евтушенко)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией химико-технологического института
« 15 » 03 2016 г., протокол № 

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

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1	ОПК-4	Готовность к использованию методов математического моделирования и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: Основные принципы построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем;</p> <p>Уметь: Использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго- ресурсосбережения (ЭРС);</p> <p>Владеть: Навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов ЭРС технологических схем.</p>
Профессиональные			
2	ПК-3	Готовность разрабатывать и внедрять в производство математические методы оптимизации и организации химико-технологических процессов и систем.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: Методы оптимизации и организации химико-технологических процессов и систем; термодинамические основы ресурсосбережения; основы планирования и математической обработки результатов эксперимента; основы анализа многомерных данных; использование профессиональных программных продуктов; методы и средства обработки информации.</p> <p>Уметь: Использовать методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химикотехнологических систем; теплофизические и термодинамические основы ресурсосбережения; проектирование и эксплуатация оборудования технологических процессов в производстве строительных материалов.</p> <p>Владеть: методами планирования и математической обработки результатов эксперимента; основы анализа многомерных данных; использование профессиональных программных продуктов; методы и средства обработки информации.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Современные проблемы химической технологии стекла
2	Современные проблемы химической технологии керамики
3	Специальные технологии стекла
4	Специальные технологии керамики

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единиц, 72 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	34	34
лекции		
лабораторные		
практические	34	34
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	38	38
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	38	38
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	д. зачет	д. зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Моделирование как метод научного исследования. Физическое моделирование					
	Тема 1.1. Моделирование как метод научного исследования. Исторический анализ развития физического и математического моделирования. Физическое моделирование. Аналогии. Основы теории подобия. Геометрическое моделирование.		2		2
	Тема 1.2 Временное подобие. Подобие физических величин. Подобие граничных и начальных условий. Теоремы подобия. Метод анализа размерностей. Основные критерии подобия: -Фруда, Рейнольдса, Эйлера, Маха и др.		4		4
2. Математическое моделирование					
	Тема 2.1. Математическое моделирование. Системный анализ как метод исследования химико-технологических процессов. Основные принципы системного анализа. Принципы построения математической модели химико-технологических процессов и реакторов.		4		4
	Тема 3.1. Построение математической модели. Алгебраические уравнения. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Алгоритмизация математических моделей. Выбор численного метода. Адекватность математических моделей реальным объектам		4		4
	Тема 4.1. Моделирование кинетики превращения исходных реагентов в продукты производства. Анализ кинетики превращения простых и сложных химических реакций. Кинетические модели получения силикатных материалов на примере получения клинкерных минералов цементного производства.		4		4
3. Математическое описание структуры потоков как основа построения моделей процессов					
	Тема 5.1. Математическое описание структуры потоков как основа построения моделей процессов. Типовые модели структуры потоков. Примеры моделей процессов: Теплообменные процессы, Химические процессы. Массообменные процессы.		4		4
	Тема 6.1. Моделирование гидродинамики движения потоков в промышленных аппаратах. Распределение времени пребывания и степени превращения сырьевых		4		4

	материалов. Моделирование процесса пылеобразования в цементных печах.				
4. Экспериментально-статистические методы исследования химико-технологических процессов и аппаратов.					
	Тема 7.1. Экспериментально-статистические методы исследования химико-технологических процессов и аппаратов. Методы исследования технологических процессов на основе планирования экспериментов.		2		2
	Тема 7.2. Экспериментально-статистические методы исследования химико-технологических процессов протекающих в промышленных аппаратах на примере исследования печей цементного производства.		2		4
5.					
	Тема 8.1 Анализ функционирования и оптимизация химико-технологических процессов и систем. Основные понятия. Экстремумы функций одной переменной. Экстремумы функций многих переменных. Общая постановка задачи оптимизации.		2		2
	Тема 8.2. Параметр оптимизации. Точная формулирование цели исследования. Требования к параметру оптимизации. О задачах с несколькими выходными параметрами. Обобщенный параметр оптимизации. Шкала желательности. Обобщенная функция желательности. Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика.		2		4
6.					
	ВСЕГО		34		38

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 1_				
1	Физическое и математическое моделирование химико-технологических процессов	Математическое моделирование диффузионного факела. Изучение влияния скорости истечения топлива на длину диффузионного факела. Моделирование процесса горения топлива цементной печи.	6	6
2	Физическое и математическое моделирование химико-технологических процессов	Моделирование процесса формирования факела в топке водонагревателя. Формирование длины и крутки факела в топке водонагревателя. Математическое моделирование радиационного и кондуктивного переноса теплоты при нагреве внутренних слоев пластины	12	12
3	Физическое и математическое	Математическое моделирование отжига листового стекла. Анализ влияния	8	8

	моделирование химико-технологических процессов		температуры воздуха в лере на качество радиационно-конвективного отжига листового стекла.		
4	Физическое и математическое моделирование химико-технологических процессов		Исследование влияния состава сырьевой смеси и модульных характеристик на качество получаемого клинкера. Исследование влияния состава сырьевой смеси на расход топлива в технологии получения клинкера.	4	6
5	Физическое и математическое моделирование химико-технологических процессов		Теплотехнический анализ в многобарабанных и колосниковых холодильниках. Анализ влияния тепловой изоляции стен и свода на расход топлива и тепловой КПД стекловаренной печи. Анализ влияния регенеративного нагрева воздуха на теплотехнические показатели печи.	4	6
			ИТОГО:	34	38
			ВСЕГО:	34	38

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

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Физическое моделирование химико-технологических процессов	Физическое моделирование. Аналогии. Основы теории подобия. Геометрическое моделирование. Примеры моделей физического моделирования. Подобие физических величин. Подобие граничных и начальных условий. Теоремы подобия. Метод анализа размерностей. Вывод основных критериев подобия:
2	Математическое моделирование химико-технологических процессов	Математическое моделирование. Системный анализ как метод исследования химико-технологических процессов. Основные принципы системного анализа. Принципы построения математической модели химико-технологических процессов и реакторов.
3	Математическое моделирование	Построение математической модели. Алгебраические уравнения. Обыкновенные дифференциальные уравнения.

	химико-технологических процессов	Алгоритмизация математических моделей. Выбор численного метода. Адекватность математических моделей реальным объектам.
	Математическое моделирование химико-технологических процессов	Математическое описание структуры потоков как основа построения моделей процессов. Типовые модели структуры потоков. Примеры моделей процессов: Теплообменные процессы, Химические процессы. Массообменные процессы. Моделирование гидродинамики движения потоков в промышленных аппаратах. Распределение времени пребывания и степени превращения сырьевых материалов.
	Математическое моделирование химико-технологических процессов	Моделирование кинетики превращения исходных реагентов в продукты производства. Анализ кинетики превращения простых и сложных химических реакций. Кинетические модели получения силикатных материалов на примере получения клинкерных минералов цементного производства.
4	Математическое моделирование химико-технологических процессов	Экспериментально-статистические методы исследования химико-технологических процессов и аппаратов. Методы исследования технологических процессов на основе планирования экспериментов.
5	Математическое моделирование химико-технологических процессов	Экспериментально-статистические методы исследования химико-технологических процессов протекающих в промышленных аппаратах на примере исследования печей цементного производства.
6	Математическое моделирование химико-технологических процессов	Анализ функционирования и оптимизация химико-технологических процессов и систем. Экстремумы функций одной переменной Экстремумы функций многих переменных. Общая постановка задачи оптимизации. Параметр оптимизации. Точная формулирование цели исследования. Требования к параметру оптимизации. О задачах с несколькими выходными параметрами. Обобщенный параметр оптимизации. Шкала желательности. Обобщенная функция желательности.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Трубаев, П. А. Термодинамический и эксергетический анализ теплотехнологических систем : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 140105 направления подготовки 140100 / П. А. Трубаев, П. В. Беседин, Е. А. Зайцев. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2010. - 103 с.
2. Трубаев, П. А. Методы компьютерного моделирования горения и

теплообмена во вращающихся печах : монография / П. А. Трубаев, П. В. Беседин, В. А. Кузнецов. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008. – 229 с.

3. Высокотемпературные процессы в теплотехнологических установках. В.А. Кузнецов, П.А., Трубаев, А.В. Трулев. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления бакалавриата 140100 "Теплоэнергетика" по профилю "Энергетика теплотехнологии" Белгород. 2012– Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 68 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Кузнецов, В. А. Математические модели тепломассопереноса и высокотемпературных установках [Электронный ресурс] : монография / В. А. Кузнецов, П. А. Трубаев. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM) : граф.: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017112816464969400000655211>

3. **Беседин П. В.** Исследование и оптимизация процессов в технологии цементного клинкера / П. В. Беседин, П. А. Трубаев. - Белгород : БелГТАСМ; БИЭИ, 2004. – 419 с.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Научно техническая библиотека БГТУ: <http://ntb.bstu.ru>
2. Электронная библиотека БГТУ им. В. Г. Шухова <https://elib.bstu.ru/>
3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>
4. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>

4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ

Практические занятия проводятся в компьютерном классе 410 аудитории лабораторного корпуса, оснащенной вычислительной техникой и программно-инструментальными средствами, необходимыми для проведения практических занятий по изучению физического и математического моделирования технологических процессов, протекающих в различных аппаратах цементной стекольной и керамической промышленности строительных материалов.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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

Протокол № 1 заседания кафедры от «07» сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой _____ Е.И. Евтушенко
подпись, ФИО

Директор института _____ В.И. Павленко
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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

Протокол № 11 заседания кафедры от «28» мая 2018 г.

/Заведующий кафедрой _____ Е.И. Евтушенко

подпись, ФИО

Директор института _____ В.И. Павленко

подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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

Протокол № 11 заседания кафедры от «24» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой _____ Евтушенко Е.И.
подпись, ФИО

Директор института _____ Павленко В.И.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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


Протокол № 9 заседания кафедры от «13» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ Евтушенко Е.И.
подпись, ФИО

Директор института _____ Павленко В.И.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.
Протокол № 9 заседания кафедры от «17» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____ Дороганов В.А.

подпись, ФИО

Директор института _____ Ястребинский Р.Н.

подпись, ФИО