

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



В.И. Павленко
« 16 » апреля 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Моделирование технологических и природных систем

направление подготовки (специальность):

18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность программы (профиль, специализация):

Энерго- и ресурсосберегающие процессы переработки твердых бытовых и
промышленных отходов

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная


**Институт: Строительного материаловедения и техносферной
безопасности**

Кафедра: Промышленной экологии


Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20.11.2014 г., № 1480.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  (Ю.Е. Токач)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
«Промышленной экологии»

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (С.В. Свергузова)

« 23 » марта 2015 г.


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
«Промышленной экологии»

« 23 » марта 2015 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (С.В. Свергузова)

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСМиТБ

« 15 » апреля 2015 г., протокол № 8

Председатель, к.т.н., доцент  (Л.А. Порожнюк)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-8	Готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: принципы и методы оценки параметров математических моделей и установления их адекватности реальному объекту;</p> <p>Уметь: применять методы и принципы моделирования и оптимизации для создания энергосберегающих, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологических систем;</p> <p>Владеть: навыками использования пакетов прикладных программ для решения задач энерго- и ресурсосбережения, методов их сравнительного анализа и оценкой эффективности их применения.</p>
2	ПК-10	Способность оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: основные факторы опасности различных технологических объектов</p> <p>Уметь: качественно и количественно Оценивать факторы технологической и экологической опасности инновационных технологий</p> <p>Владеть: различными методами оценки технологического и экологического рисков</p>
3	ПК-12	Способность создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: методы теории искусственного интеллекта, принципы моделирования технологических и природных систем;</p> <p>Уметь: рассчитывать конструктивные параметры аппаратов системы очистки, обеспечивающих требуемую эффективность улавливания (обезвреживания) загрязнений.</p> <p>Владеть: навыками использования пакетов прикладных программ для решения задач энерго- и ресурсосбережения, методов их сравнительного анализа и оценкой эффективности их применения.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Безотходные и малоотходные технологии промышленных производств
2	Современные физико-химические методы переработки отходов

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Производственная практика
2	Преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №3
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	252
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	85	85
лекции	17	17
лабораторные	68	68
практические	-	-
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	167	167
Курсовая работа	36	36
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	95	95
Форма промежуточной аттестации (экзамен)	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ					
	Математическое моделирование. Классификация математических моделей. Классификационные признаки. Основные этапы математического моделирования. Этапы построения математической модели. Обследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задачи моделирования.	2	-	10	15
2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ					
	Задачи моделирования. Выбор и обоснование метода решения задачи. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Проверка адекватности модели. Методы идентификации параметров модели и методы установления адекватности модели. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования.	3	-	10	16
3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА					
	Состав математического описания химико-технологического объекта. Структура математической модели химико-технологического объекта. Математическое моделирование как основной метод решения задач оптимизации и проектирования химико-технологических процессов.	3	-	12	16
4. СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ МОДЕЛЕЙ					
	Классификация структурных моделей. Способы построения структурных моделей. Системный анализ. Топологические модели. Графы. Матричное представление графов: матрица ветвей, матрица циклов, матрица смежности, матрица инцидентий. Матрицы связей	3	-	12	16
5. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ (ХТС)					
	Способы представления структуры ХТС. Типы технологических связей в топологии ХТС.	3	-	12	16

	Классификация и назначение топологических моделей ХТС(графов). Поточковые графы. Информационно потоковые графы. Сигнальные графы. Структурные графы. Гомоморфные, изоморфные модели .				
6. ПРИНЦИПЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ХТС					
	Классификация моделей ХТС. Классификация ХТС по способу функционирования. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии. Типы технологических связей в топологии ХТС. Принципы построения математических моделей ХТС.	3	-	12	16
	ВСЕГО	17		68	95

4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторно работы	К-во часов	К-во часов СРС
1	Математическое моделирование	Моделирование и расчет промышленного аксиального реактора химической технологии. Математическая модель промышленного реактора каталитического процесса дегидрирования пара-этилтолуола. Расчет реактора дегидрирования пара-этилтолуола. Задания по вариантам.	10	14
2	Математическая постановка задачи моделирования	Моделирование и расчет промышленного радиального реактора химической технологии. Математическая модель промышленного реактора каталитического процесса дегидрирования изопропилбензола. Расчет реактора дегидрирования изопропилбензола Задания по вариантам.	10	14
3	Математическое описание химико-технологического объекта	Моделирование и расчет промышленного адиабатического реактора химической технологии Математическая модель промышленного реактора каталитического процесса дегидрирования изопропилбензола.	12	14

		Расчет реактора дегидрирования изопропилбензола Задания по вариантам.		
4	Структурные модели. способы построения структурных моделей	Сравнительный анализ различных режимов работы промышленных реакторов Математическая модель промышленного реактора каталитического процесса дегидрирования изопропилбензола. Расчет реактора дегидрирования изопропилбензола Задания по вариантам.	12	14
5	Структурный анализ химико-технологических систем (ХТС)	Моделирование и расчет комбинированного процесса. Расчет реактора совместного дегидрирования алкилбензолов (пара-этилтолуола и этилбензола) Задания по вариантам.	12	14
6	Принципы математического моделирования и анализа ХТС	Основные методы расчета ХТС. Расчет материального баланса ХТС декомпозиционным модульным методом. Базовый обучающий пример.	12	14
	Всего		68	84

4.3. Содержание практических занятий

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

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

5.1. Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов
1	Математическое моделирование	<p>1. Модели. Моделирование. Области применения моделирования.</p> <p>2. Определение модели. Свойства моделей. Цели моделирования. Классификация моделей.</p> <p>3. Материальное моделирование. Идеальное моделирование</p> <p>4. Физическое моделирование. Определение. Назначение. Достоинства. Недостатки.</p>
2	Математическая постановка задачи моделирования	<p>1. Математическое моделирование. Классификация математических моделей. Задачи, которые решаются с помощью математического моделирования.</p> <p>2. Основные виды математических моделей.</p> <p>3. Этапы построения математической модели.</p> <p>4. Схема этапов математического моделирования.</p>
3	Математическое описание химико-технологического объекта	<p>1. Состав математического описания химико-технологического объекта. Требования, предъявляемые к модели химико-технологического объекта.</p> <p>2. Структура математической модели химико-технологического объекта.</p>
4	Структурные модели. Способы построения структурных моделей	<p>1. Математическое описание структуры потоков в аппарате (гидродинамика). Типовые математические модели структуры потоков в аппарате.</p> <p>2. Модель идеальное смешение. Модель идеальное вытеснение.</p> <p>3. Разновидности модели идеальное вытеснение - диффузионное однопараметрическое вытеснение, диффузионное, двухпараметрическое вытеснение. Ячеечная модель.</p> <p>4. Тепловой баланс химико-технологического объекта.</p> <p>5. Методы составления математических моделей. Эмпирический метод составления математических моделей. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент. Теоретический метод составления математических моделей.</p> <p>6. Экспериментально-аналитический метод составления математических моделей</p>
5	Структурный анализ химико-технологических систем (ХТС)	<p>1. Области применения различных моделей структуры потоков в аппарате</p> <p>2. Основные классы уравнений встречающихся в математическом описании. Способы решения дифференциальных уравнений</p> <p>3. Численные методы решения дифференциальных</p>

		<p>уравнений.: Метод Эйлера первого по-рядка, Метод Рунге-Кутта 4 порядка</p> <p>4. Структурные модели .</p> <p>5. Классификация структурных моделей.</p> <p>6. Способы построения структурных моделей.</p>
6	Принципы математического моделирования и анализа ХТС	<p>1. Принципы построения математических моделей химико-технологических систем (ХТС).Декомпозиционные методы расчета Интегральные методы.</p> <p>2. Структурный анализ ХТС(Способы представления структуры ХТС).</p> <p>3. Классификация и назначение топологических моделей ХТС(графов). Потокосые графы. Информационно потокосые графы. Сигнальные графы. Структурные графы.</p> <p>4. Графы. Матричное представление графов: матрица ветвей, матрица циклов, матрица смежности, матрица инцидентий. Матрицы связей.</p> <p>5. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии.</p> <p>6. Типы технологических связей в топологии ХТС.</p> <p>7. Классификация моделей ХТС. Гомоморфные ,изоморфные модели . Классификация ХТС по способу функционирования.</p> <p>8. Общий вид систем уравнений материально-тепловых балансов ХТС.</p> <p>9. Идентификация ХТС. Оптимизация ХТС.</p> <p>10. Основы построения статистических моделей</p> <p>11. Регрессионный анализ – МНК.</p> <p>12. Модели и методы анализа пространственно-временных структур</p>

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

№ п/п	ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ
1	Математические модели химико-технологических объектов
2	Моделирование теплообменных процессов.
3	Моделирование реактора идеального смешения.
4	Математические модели реакторов.
5	Математическая модель промышленного реактора каталитического процесса дегидрирования пара-этилтолуола.
6	Моделирование и расчет комбинированного процесса.
7	Моделирование, связанное с состоянием окружающей среды.
8	Имитационные модели.
9	Моделирование и расчет реакторов химической техно-логии различных типов

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

Расчетно-графические задания учебным планом не предусмотрены

5.4. Перечень контрольных работ.

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Гумеров А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Гумеров А.М. Издательство: "Лань", 2014. - 176 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/41014>

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Высоцкий Л.И., Коперник Г.Р., Высоцкий И.С. Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости [Электронный ресурс]: учебное пособие / Высоцкий Л.И., Коперник Г.Р., Высоцкий И.С. Издательство: "Лань", 2014- 64с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44756

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. <http://www.ecoline.ru> - Информационный ресурс «Эколайн» содержит научные, справочные, методические и учебные материалы, посвящённые вопросам обеспечения экологической безопасности, повышения энергоэффективности экономики, распространения наилучших доступных технологий в ключевых отраслях промышленности.

2. <http://www.elibrary.ru> - научная электронная библиотека.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Специализированные учебные аудитории для проведения лекционных занятий: портативный мультимедийный комплекс, комплект электронных презентаций. Лабораторные занятия проводятся в учебных лабораториях, которые оснащены необходимым оборудованием. Зал дипломного проектирования и научных исследований: портативный мультимедийный комплекс. Компьютерные классы БГТУ им. В.Г. Шухова с подключением к сети «Интернет» для самостоятельной работы. Основное программное обеспечение, используемое в процессе освоения дисциплины, включает такие программные продукты, как MS Windows, MS Office, GoogleChrome, MozillaFirefox, Kaspersky Endpoint Security, NormaCS, СтройКонсультант.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями.

1. На титульном листе рабочей программы считать название «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования» как «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования».

2. Институт строительного материаловедения и техносферной безопасности был переименован 29.02.2016 приказом №4/53 в Химико-технологический.

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «09» 06 2016 г.

Заведующий кафедрой  Свергузова С.В.
подпись, ФИО

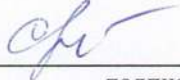
Директор института  Павленко В.И.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений, дополнений.

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

Протокол № 17 заседания кафедры от «06» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  Свергузова С.В.
подпись, ФИО


Директор института д.т.н., проф.  Павленко В.И.
подпись, ФИО


8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений, дополнений.

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

Протокол № 18 заседания кафедры от «24» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  Свергузова С.В.
подпись, ФИО

Директор института д.т.н., проф.  Павленко В.И.
подпись, ФИО

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины.

Курс «Моделирование технологических и природных систем» является неотъемлемой частью подготовки студентов по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Дисциплина способствует усвоению студентами основных понятий и определений теории моделирования, классификаций моделей и видов моделирования, особенностей применения различных моделей и математического моделирования, алгоритмов построения моделей, основ построения и исследования однофакторных и многофакторных регрессионных моделей.

Занятия проводятся в виде лекций и лабораторных занятий. Большое значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов. Формой контроля выполнения самостоятельной работы является курсовая работа.

Формы контроля освоения теоретического курса проводится в виде систематических опросов, контрольных практических занятий. Итоговый контроль знаний студентов проводится в виде экзамена.

Распределение материала дисциплины по темам и требования к ее освоению содержатся в Рабочей программе дисциплины, которая определяет содержание и особенности изучения курса.

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих специалистов.

Исходный этап изучения курса «Моделирование технологических и природных систем» предполагает ознакомление с Рабочей программой, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекциях и приведенных в планах и заданиях к практическим занятиям.

В учебниках и учебных пособиях, представленных в списке рекомендуемой литературы, содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные термины и понятия, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Успешное усвоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо производить соответствующие записи по каждой теме.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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

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

Заведующий кафедрой  С.В. Свергузова
подпись, ФИО

Директор института  В.И. Павленко
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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

Протокол №11 заседания кафедры от «20» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой _____



подпись, ФИО

С.В. Свергузова

Директор института _____



подпись, ФИО

В.И. Павленко