

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Самарский государственный технический университет»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***Б1.Б.7 Моделирование технологических и природных систем***

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

Квалификация выпускника магистр

Профиль (направленность) Промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов

Форма обучения очная

Выпускающая кафедра Химическая технология и промышленная экология


Кафедра-разработчик рабочей программы Химическая технология и промышленная экология

Семестр	Трудоем- кость час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточ- ного контроля (экз., час./зачет)
3	144	12	24	24	39	Экзамен,45
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>39</b>	<b>Экзамен,45</b>

Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ФГОСВО, Приказом Минобрнауки России от 19 декабря 2013 г. №1367 «Об утверждении порядка организации осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» и учебного плана СамГТУ.

Составитель рабочей программы:

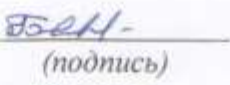
К.х.н., доцент  
(должность, ученое звание, степень)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)  
17.12.14  
\_\_\_\_\_  
(дата)

Шкаруппа С.П.  
(ФИО)


Рабочая программа утверждена на заседании кафедры: «Химическая технология и промышленная экология» 19 декабря 2014 г. Протокол №5

3. зав. кафедрой-разработчиком

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)  
19.12.14  
\_\_\_\_\_  
(дата)


Васильев А.В.  
(ФИО)

Эксперт методической комиссии по УГНП

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)  
13.01.15  
\_\_\_\_\_  
(дата)

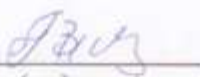
Измайлов В.Д.  
(ФИО)

Председатель методического совета НТФ

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)  
28.01.15  
\_\_\_\_\_  
(дата)

Чуркина А.Ю.  
(ФИО)


Декан НТФ

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)  
09.02.15  
\_\_\_\_\_  
(дата)

Тян В.К.  
(ФИО)


СОГЛАСОВАНО:

3. Зав. выпускающей кафедрой

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)  
19.12.14  
\_\_\_\_\_  
(дата)

Васильев А.В.  
(ФИО)

Начальник УВО

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)  
02.03.2015  
\_\_\_\_\_  
(дата)

Лукьянова А.Н.  
(ФИО)

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Требования к результатам освоения дисциплины	4
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП	5
3.	Структура и содержание дисциплины	6
3.1.	Структура дисциплины	6
3.2.	Содержание дисциплины	7
4.	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
5.	Образовательные технологии	11
6.	Формы контроля освоения дисциплины	11
6.1.	Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины	11
6.2.	Состав фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	12
7.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	13
7.1.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы	13
7.2.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	15
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	15
	Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины	16
	Приложение 1. Аннотация рабочей программы	17
	Приложение 2. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся	18
	Приложение 3. Фонд оценочных средств дисциплины	23
	Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	42

## 1. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты освоения ОПОП магистратуры определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личностные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины «Моделирование технологических и природных систем» обучаемый должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-4: готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез,

ПК-6: готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку.

Таблица 1.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Коды компетенции	Содержание компетенций	Знать: Уметь: Владеть:
Общепрофессиональные		
ОПК-4	Готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез.	<b>Знать:</b> Основные методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем <b>Уметь:</b> Использовать методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем <b>Владеть:</b> Навыками использования методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем.
Профессиональные		
ПК-6	Готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку.	<b>Знать:</b> Основные принципы построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем; <b>Уметь:</b> Использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго- ресурсосбережения (ЭРС); <b>Владеть:</b> Навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов ЭРС технологических схем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «*Моделирование технологических и природных систем*» относится к базовой части **блока 1** учебного плана.

Перечень предшествующих и последующих дисциплин, формирующих общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Таблица 2.

№	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
<b>Общепрофессиональные</b>			
1	ОПК-4 Готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез.	Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем; термодинамические основы ресурсосбережения; проектирование и эксплуатация оборудования очистки газовых выбросов; проектирование и эксплуатация оборудования переработки и утилизации промышленных и твердых бытовых отходов; основы планирования и математической обработки результатов эксперимента; основы анализа многомерных данных; использование профессиональных программных продуктов; методы и средства обработки экологической информации; логистика по обращению с отходами; основы рециклинга.	Научно-исследовательская работа.
<b>Профессиональные</b>			
1	ПК-6 Готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку.	Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем.	Научно-исследовательская работа.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (ЗЕТ), 144 академических часа.

Таблица 3.

Объём дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Аудиторная работа, часов	Внеаудиторная контактная работа	Семестр
			3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>60</b>		<b>60</b>
В том числе:			
Лекции	12		12
Практические (ПЗ)	24		24
Лабораторные работы (ЛР)	24		24
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>39</b>		<b>39</b>
В том числе:			
Самостоятельное изучение материала тем курса	25	2	25
Подготовка к лабораторным работам	10	2	10
Проработка лекционного курса и подготовка к практическим занятиям	4		4
<b>ИТОГО:</b>			
<b>Час.</b>	<b>144</b>		<b>144</b>
<b>ЗЕТ</b>	<b>4</b>		<b>4</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен (час.))	Экзамен, 45		Экзамен, 45
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	60	4	<b>64</b>

### Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Таблица 4.

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.	6	12	12	19	49
2	СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ (ХТС)	6	12	12	20	50
<b>ИТОГО:</b>		<b>12</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>39</b>	<b>99</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

#### Лекционный курс

Таблица 5.

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц*	Трудоемкость, часов
1	1	<b>Тема 1.1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.</b> Математическое моделирование. Классификация математических моделей. Классификационные признаки. Основные этапы математического моделирования. Этапы построения математической модели. Обследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задачи моделирования.	2
2	1	<b>Тема 1.2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ</b> 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.	2
3	1	<b>Тема 1.3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.</b> 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.	2
4	2	<b>Тема 2.1. СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ МОДЕЛЕЙ</b> Классификация структурных моделей. Способы построения структурных моделей. Системный анализ. Топологические модели. Графы. Матричное представление графов: матрица ветвей, матрица циклов, матрица смежности, матрица инцидентностей. Матрицы связей.	2

5	2	<b>Тема 2.2. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ (ХТС)</b> Способы представления структуры ХТС. Типы технологических связей в топологии ХТС. Классификация и назначение топологических моделей ХТС(графов). Поточные графы. Информационно потоковые графы. Сигнальные графы. Структурные графы. Гомоморфные, изоморфные модели.	2
6	2	<b>Тема 2.3. ПРИНЦИПЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ХТС.</b> 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.	2
Итого:			12

### Практические занятия

Таблица 5.

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов*
1	1	<u>Математические модели химико-технологических объектов</u> <u>Способы решения математических моделей химико-технологических объектов (дифференциальных уравнений).</u> Построение математических моделей химико-технологических процессов и их решение. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Метод Эйлера первого порядка. Метод Рунге-Кутты 4 порядка. (по вариантам)	4
2	1	<u>Моделирование теплообменных процессов. Тепловой баланс химико-технологического объекта.</u> Принципы составления энергетического (теплового) баланса и тепловые расчеты химико-технологических процессов. Расчеты теплового баланса промышленных процессов (по вариантам).	4
3	1	<u>Основные математические модели реакторов.</u> Характеристические уравнения идеальных моделей реакторов. Сравнение точности вычисления различных численных методов на примере кинетической модели (метод Эйлера, метод Рунге-Кутты). Базовый обучающий пример.	4
4	2	<u>Моделирование и расчет реакционных процессов в химической технологии.(РИС)</u> Моделирование реактора идеального смешения. Программирование и расчет. Расчет реакторных систем идеального смешения методом Рунге-Кутты Задания по вариантам.	4
5	2	<u>Моделирование и расчет реакционных процессов в химической технологии.(РИВ)</u> Моделирование реактора идеального смешения. Программирование и расчет. Расчет реакторных систем идеального вытеснения методом Рунге-Кутты Задания по вариантам.	4
6	2	<u>Математические модели реакторов.</u> Сравнение точности вычисления различных численных методов на примере реактора (метод Эйлера, метод Рунге-Кутты). Базовый обучающий пример.	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>24</b>

\* Примечание: расписанием необходимо предусмотреть практические занятия длительностью 4 часа



## Лабораторные работы

Таблица 6.

№ за- нятия	Номер раздела	Наименование лабораторной работы и перечень дидактиче- ских единиц	Трудоемкость, часов
1	1	<u>Моделирование и расчет промышленного аксиального реак- тора химической технологии.</u> Математическая модель промышленного реактора катали- тического процесса дегидрирования пара-этилтолуола. Расчет реактора дегидрирования пара-этилтолуола Задания по вариантам.	4
2	1	<u>Моделирование и расчет промышленного радиального ре- актора химической технологии.</u> Математическая модель промышленного реактора катали- тического процесса дегидрирования изопропилбензола. Расчет реактора дегидрирования изопропилбензола Задания по вариантам.	4
3	1	<u>Моделирование и расчет промышленного адиабатического реактора химической технологии</u> Математическая модель промышленного реактора катали- тического процесса дегидрирования изопропилбензола. Расчет реактора дегидрирования изопропилбензола Задания по вариантам.	4
4	2	<u>Сравнительный анализ различных режимов работы промыш- ленных реакторов</u> Математическая модель промышленного реактора катали- тического процесса дегидрирования изопропилбензола. Расчет реактора дегидрирования изопропилбензола Задания по вариантам.	4
5	2	<u>Моделирование и расчет комбинированного процесса.</u> Расчет реактора совместного дегидрирования алкилбензолов (пара-этилтолуола и этилбензола) Задания по вариантам.	4
6	2	<u>Основные методы расчета ХТС.</u> Расчет материального баланса ХТС декомпозиционным мо- дульным методом. Базовый обучающий пример.	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>24</b>

## Самостоятельная работа студента

Таблица 7.

Раздел дисци- плины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1.1	<b>Самостоятельное изучение материала тем курса</b> <u>Моделирование, связанное с состоянием окружающей сре- ды.</u> Модели массопереноса в природных средах. Дисперсион- ный анализ и его применение в экологических исследова- ниях. Бифуркации в экологических моделях. Математиче- ские модели экосистем как основа экологического прогно- за. Статистическое моделирование. Элементы теории подобия, применяемые в моделиро- вании. Основы экологометрики. Выборочный метод в эко- логометрике. Статистические оценки параметров распре- деления случайных величин по выборкам. Статистические	8

		оценки гипотез об экологических моделях. Построение и анализ экологических моделей. Регрессионный анализ. Нелинейный регрессионный. Динамические статистические модели. Многофакторные эколого-математические модели. Анализ влияния отдельных факторов в экологической модели.	
	1.2	<b>Самостоятельное изучение материала тем курса</b> Имитационные модели. Методология имитационного моделирования больших систем. Имитационная модель, имитационная система, инструментальные средства имитационного моделирования, проблемно-ориентированная имитационная система. Перспективы развития имитационного моделирования.	4
	1.3	<b>Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов</b> Моделирование и расчет реакторов химической технологии различных типов	5
	1.4	<b>Проработка лекционного курса и подготовка к практическим занятиям</b> Построение математических моделей химико-технологических процессов и их решение	2
2	2.1	<b>Самостоятельное изучение материала тем курса</b> <u>Новые методы анализа и визуальной интерпретации многомерной информации</u> Математико-картографическое моделирование как сложный процесс системного анализа и визуализации многомерной информации с использованием ГИС-технологий, ориентированный на получение новых знаний. Математико-картографическое моделирование: процессы составления и использования изолинейных карт, использование аппарата многомерного анализа данных, картографирование показателей интегрального экологического загрязнения и корреляционных зависимостей изучаемых признаков.	10
	2.2	<b>Самостоятельное изучение материала тем курса</b> Изолинейные карты, обеспечивающие выявление и сопоставление различных сторон и свойств пространственно-распределенных объектов. Подходы, методы и компьютерные средства для системного анализа информации. Различные варианты визуализации сложной экологической информации, которые в наглядном и сжатом виде отображают основные последствия техногенных воздействий.	3
	2.3	<b>Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов</b> Режимы работы промышленных реакторов. Комбинирование химико-технологических процессов. Основные методы расчет ХТС.	5
	2.4	<b>Проработка лекционного курса и подготовка к практическим занятиям</b> Основные математические модели реакторов. Численные методы моделирования.	2
<b>ВСЕГО ЧАСОВ:</b>			<b>39</b>

#### 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

##### 4.1 Список тем, выносимых для самостоятельного изучения

###### Тема 1.1. Моделирование, связанное с состоянием окружающей среды.

Модели массопереноса в природных средах. Дисперсионный анализ и его применение в экологических исследованиях. Бифуркации в экологических моделях. Математические модели экосистем как основа экологического прогноза. Статистическое моделирование.

Элементы теории подобия, применяемые в моделировании. Основы экологометрики. Выборочный метод в экологометрике. Статистические оценки параметров распределения случайных величин по выборкам. Статистические оценки гипотез об экологических моделях.

Построение и анализ экологических моделей. Регрессионный анализ. Нелинейный регрессионный. Динамические статистические модели. Многофакторные эколого-математические модели. Анализ влияния отдельных факторов в экологической модели.

###### Тема 1.2. Имитационные модели .

Методология имитационного моделирования больших систем. Имитационная модель, имитационная система, инструментальные средства имитационного моделирования, проблемно-ориентированная имитационная система. Перспективы развития имитационного моделирования.

###### Тема 2.1. Новые методы анализа и визуальной интерпретации многомерной информации

Математико-картографическое моделирование как сложный процесс системного анализа и визуализации многомерной информации с использованием ГИС-технологий, ориентированный на получение новых знаний.

Математико-картографическое моделирование: процессы составления и использования изолинейных карт, использование аппарата многомерного анализа данных, картографирование показателей интегрального экологического загрязнения и корреляционных зависимостей изучаемых признаков.

###### Тема 2.2. Различные варианты визуализации сложной экологической информации

Изолинейные карты, обеспечивающие выявление и сопоставление различных сторон и свойств сложных пространственно-распределенных объектов. Подходы, методы и компьютерные средства для системного анализа информации.

Различные варианты визуализации сложной экологической информации, которые в наглядном и сжатом виде отображают основные последствия техногенных воздействий.

Методические указания в т.ч. для самостоятельной работы обучающихся и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приводятся в Приложении 2 и Приложении 3 к рабочей программе.

#### 5. Образовательные технологии

Использование интерактивных образовательных технологий учебным планом направления 18.04.02 (241000.68) по данной дисциплине не предусмотрено.

#### 6. Формы контроля освоения дисциплины

##### 6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателями, ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

- выполнение лабораторных работ;
- оценка работы на практических занятиях.

## 6.2. Состав фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Промежуточная аттестация по результатам семестров по дисциплине проходит в форме письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и/или решения задач).

### Вопросы для подготовки к экзамену

1. Модели. Моделирование. Области применения моделирования.
2. Определение модели. Свойства моделей. Цели моделирования. Классификация моделей.
3. Материальное моделирование. Идеальное моделирование
4. Физическое моделирование. Определение. Назначение. Достоинства. Недостатки.
5. Математическое моделирование. Классификация математических моделей. Задачи, которые решаются с помощью математического моделирования.
6. Основные виды математических моделей.
7. Этапы построения математической модели.
8. Схема этапов математического моделирования.
9. Состав математического описания химико-технологического объекта. Требования, предъявляемые к модели химико-технологического объекта.
10. Структура математической модели химико-технологического объекта.
11. Математическое описание структуры потоков в аппарате (гидродинамика). Типовые математические модели структуры потоков в аппарате.
12. Модель идеальное смешение. Модель идеальное вытеснение.
13. Разновидности модели идеальное вытеснение -диффузионное однопараметрическое вытеснение, диффузионное, двухпараметрическое вытеснение. Ячеечная модель.
14. Тепловой баланс химико-технологического объекта.
15. Методы составления математических моделей. Эмпирический метод составления математических моделей. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент. Теоретический метод составления математических моделей.
16. Экспериментально-аналитический метод составления математических моделей
17. Области применения различных моделей структуры потоков в аппарате
18. Основные классы уравнений встречающихся в математическом описании. Способы решения дифференциальных уравнений
19. Численные методы решения дифференциальных уравнений.: Метод Эйлера первого порядка, Метод Рунге-Кутты 4 порядка
20. Структурные модели .
21. Классификация структурных моделей.
22. Способы построения структурных моделей.
23. Принципы построения математических моделей химико-технологических систем (ХТС). Декомпозиционные методы расчета. Интегральные методы.
24. Структурный анализ ХТС(Способы представления структуры ХТС).
25. Классификация и назначение топологических моделей ХТС(графов). Поточные графы. Информационно-поточные графы. Сигнальные графы. Структурные графы.
26. Графы. Матричное представление графов: матрица ветвей, матрица циклов, матрица смежности, матрица инцидентности. Матрицы связей.
27. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии.
28. Типы технологических связей в топологии ХТС.
29. Классификация моделей ХТС. Гомоморфные, изоморфные модели. Классификация ХТС по способу функционирования.
30. Общий вид систем уравнений материально-тепловых балансов ХТС.
31. Идентификация ХТС. Оптимизация ХТС.
32. Основы построения статистических моделей

33. Регрессионный анализ – МНК.

34. Модели и методы анализа пространственно-временных структур

Фонд оценочных средств, перечень заданий для проведения промежуточной аттестации, а также методические указания для проведения промежуточной аттестации приводятся в Приложении 4 к рабочей программе.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 10.

#### Основная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия)	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1	Гумеров А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов. "Лань" Издательство: 2014 Год: 2-е изд., перераб. Издание: 176 стр. 978-5-8114-1533-5 ISBN:	ЭБС издательства «Лань»	Электронный ресурс
6	Кудинов И.В., Кудинов В.А., Еремин А.В., Колесников С.В. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях. Под ред. Э.М. Карташова. "Лань" Издательство: 2015 Год: 1-е изд. Издание: 208 стр. 978-5-8114-1837-4 ISBN:	ЭБС издательства «Лань»	Электронный ресурс
8	Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов. "Лань" Издательство: 2013 Год: 1-е изд. Издание: 192 стр. 978-5-8114-1424-6 ISBN:	ЭБС издательства «Лань»	Электронный ресурс

#### Дополнительная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография, справочная литература (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1.	Самойлов Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" "Лань" Издательство: 2013 Год: 3-е изд., испр. И доп. Издание: 176 стр. 978-5-8114-1553-3 ISBN:	ЭБС издательства «Лань»	Электронный ресурс
2	Радченко В.П., Кубышкина С.Н. математическое моделирование в естествознании. Самара: СамГТУ, 2013 г.	Электронный каталог НТБ СамГТУ (Печатные издания)	

#### Периодические издания:

- Журналы:
- «Экология и промышленность России»
- «Экология производства»

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет»

В НТБ СамГТУ представлены базы данных:

Русскоязычные

- Электронная библиотека диссертаций РГБ
- ВИНТИ
- КонсультантПлюс (правовые документы)

- *РОСПАТЕНТ*

- *Кодекс (официальные документы, ГОСТы и др.)*

- *eLIBRARY.RU (НЭБ - Научная электронная библиотека)*

*Зарубежные*

- *ScienceDirect (Elsevier) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.*

- *Scopus - база данных рефератов и цитирования*

- *Reaxys - база структурного поиска по химии.*

- *SpringerLink - химия и материаловедение, компьютерные науки, биологические науки, бизнес и экономика, экология, инженерия, гуманитарные и социологические науки, математика и статистика, медицина, физика и астрономия, архитектура и дизайн.*

- *The American Physical Society - ведущие физические журналы мира.*

- *AnnualReviews - архив журналов по биохимии, физическим, общественным и гуманитарным наукам. Глубина архива - с 1936 года по 2006 год.*

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 1. Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов,
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, ...),

### 2. Практические занятия:

- компьютерный класс на 10 посадочных мест;
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук, ...),
- пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы, ....),

### 3. Лабораторные работы:

- компьютерный класс на 10 посадочных мест;
- пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы, ....),
- шаблоны отчетов по лабораторным работам,

### 4. Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.
- ресурсы научно-технической библиотеки СамГТУ;
- ресурсы ИВЦ СамГТУ.

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учебный год

**УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе**

\_\_\_\_\_  
(подпись, расшифровка подписи)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20... г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) .....
- 2) .....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).

ОДОБРЕНА на заседании методической комиссии факультета " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г."

Эксперты методической комиссии по УГНП

\_\_\_\_\_  
*шифр наименование личная подпись расшифровка подписи дата*

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_  
*наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата*

Декан

\_\_\_\_\_  
*наименование факультета, где производится обучение, личная подпись расшифровка подписи дата*

Начальник УВО

\_\_\_\_\_  
*личная подпись расшифровка подписи дата*



### Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Моделирование технологических и природных систем» относится к базовой части блока Б1 дисциплин учебного плана подготовки магистров по направлению 18.04.02 "ЭНЕРГО И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ И BIOTEХНОЛОГИИ". Дисциплина реализуется на нефтетехнологическом факультете ФГБОУ ВПО «СамГТУ» кафедрой «Химическая технология и промышленная экология».

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускника:

ОПК-4: готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез,

ПК-6: готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем; основные принципы построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем;

Уметь: использовать методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем; использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго- и ресурсосбережения (ЭРС);

Владеть: навыками использования методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем; навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов ЭРС технологических схем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами процесса моделирования химико-технологических систем, принципами построения математической модели природных систем, основные положения анализа и синтеза сложных многокомпонентных систем, способы решения математических моделей.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме выполнения лабораторных работ и оценки работы на практических занятиях и промежуточный контроль в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия – 12 часов, лабораторные работы – 24 часа, практические занятия – 24 часа, 39 часов самостоятельной работы студента и 45 часов на подготовку к экзамену.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛЕ «Моделирование технологических и природных систем»**

### **Вводная часть**

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих учебного процесса, в ходе которого происходит формирование знаний, умений и навыков в учебной, научно-исследовательской, профессиональной деятельности, формирование общекультурных и профессиональных компетенций будущего магистра.

Учебно-методическое обеспечение создаёт среду актуализации самостоятельной творческой активности студентов, вызывает потребность к самопознанию, самообучению. Таким образом, создаются предпосылки «двойной подготовки» - личностного и профессионального становления.

Для успешного осуществления самостоятельной работы необходимы:

1. Комплексный подход организации самостоятельной работы по всем формам аудиторной работы;
2. Сочетание всех уровней (типов) самостоятельной работы, предусмотренных рабочей программой;
3. Обеспечение контроля за качеством усвоения.

Методические материалы по самостоятельной работе студентов содержат целевую установку изучаемых тем, списки основной и дополнительной литературы для изучения всех тем дисциплины, теоретические вопросы и вопросы для самоподготовки, усвоив которые магистрант может выполнять определенные виды деятельности (предлагаемые на практических, семинарских, лабораторных занятиях), методические указания для студентов.

### **1. Виды самостоятельной работы**

Рабочей программой дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студентов

#### **1.1 Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к текущим аудиторным занятиям**

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций); составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; работа со словарями и справочниками; работа с нормативными документами; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей; компьютерной техники, Интернет и др.;

- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработка текста); аналитическая работа с фактическим материалом (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц и схем для систематизации фактического материала; изучение нормативных материалов; ответы на контрольные вопросы; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование и др.); подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии; тестирование и др.;

- для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; выполнение чертежей, схем; выполнение расчетно-графических работ; решение ситуационных производственных (профессиональных) задач; подготовка к деловым играм; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; подготовка курсовых и дипломных работ (проектов); экспериментально-конструкторская работа; исследовательская и проектная работа.

#### **1.2 Проработка теоретического материала (учебниками, первоисточниками, дополнительной литературой)**

При изучении нового материала на лекциях, освещаются наиболее важные и сложные вопросы учебной дисциплины, вводится новый фактический материал.

Поэтому к каждому последующему занятию студенты готовятся по следующей схеме:

- разобраться с основными положениями предшествующей лекции;

- изучить соответствующие темы в учебных пособиях.

### 1.3 Работа с дополнительной учебной и научной литературой.

Включает в себя составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками; ознакомление с нормативными документами; конспектирование научных статей заданной тематики.

### 1.4 Составление презентаций на темы лекций

#### Практические рекомендации по созданию презентаций

Создание презентации состоит из трех этапов:

1. Планирование презентации – это многошаговая процедура, включающая определение целей, изучение аудитории, формирование структуры и логики подачи материала.

2. Разработка презентации – методологические особенности подготовки слайдов презентации, включая вертикальную и горизонтальную логику, содержание и соотношение текстовой и графической информации.

3. Репетиция презентации – это проверка и отладка созданной презентации.

### 1.5 Перечень тем, выносимых для самостоятельной работы студентов

Одним из видов самостоятельной работы, позволяющей студенту более полно освоить учебный материал, является подготовка к отчёту по лабораторным работам, выполнение курсовой работы.

Следует выделить подготовку к экзаменам, зачетам, защитами как особый вид самостоятельной работы. Основное его отличие от других видов самостоятельной работы состоит в том, что обучающиеся решают задачу актуализации и систематизации учебного материала, применения приобретенных знаний и умений в качестве структурных элементов компетенций, формирование которых выступает целью и результатом освоения образовательной программы.

В рамках дисциплины «*Моделирование технологических и природных систем*» используются следующие виды самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение материала по темам лекций;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к отчёту по лабораторным работам.

**Целью самостоятельной работы** является выполнение магистрантами большой индивидуальной работы, связанной с осмыслением теоретического материала по темам лекций, с умением использовать теоретические знания при решении небольших задач на практических занятиях и с подготовкой к выполнению лабораторных работ и обработке экспериментальных данных.

#### Характеристика и описание заданий для самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение материала по темам лекций:

#### Тема 1.1. Моделирование, связанное с состоянием окружающей среды.

Модели массопереноса в природных средах. Дисперсионный анализ и его применение в экологических исследованиях. Бифуркации в экологических моделях. Математические модели экосистем как основа экологического прогноза. Статистическое моделирование.

Элементы теории подобия, применяемые в моделировании. Основы экологометрики. Выборочный метод в экологометрике. Статистические оценки параметров распределения случайных величин по выборкам. Статистические оценки гипотез об экологических моделях.

Построение и анализ экологических моделей. Регрессионный анализ. Нелинейный регрессионный. Динамические статистические модели. Многофакторные эколого-математические модели. Анализ влияния отдельных факторов в экологической модели. [1]

#### Тема 1.2. Имитационные модели .

Методология имитационного моделирования больших систем. Имитационная модель, имитационная система, инструментальные средства имитационного моделирования, проблемно-ориентированная имитационная система. Перспективы развития имитационного моделирования. [2,3].

#### Тема 2.1. Новые методы анализа и визуальной интерпретации многомерной информации

Математико-картографическое моделирование как сложный процесс системного анализа и визуализации многомерной информации с использованием ГИС-технологий, ориентированный на получение новых знаний. [4,5,6,7].

Математико-картографическое моделирование: процессы составления и использования изолинейных карт, использование аппарата многомерного анализа данных, картографирование показателей интегрального экологического загрязнения и корреляционных зависимостей изучаемых признаков. [8,9,10,11, 12,13]

Тема 2.2. Изолинейные карты, обеспечивающие выявление и сопоставление различных сторон и свойств сложных пространственно-распределенных объектов. Подходы, методы и компьютерные средства для системного анализа информации.

Различные варианты визуализации сложной экологической информации, которые в наглядном и сжатом виде отображают основные последствия техногенных воздействий. [14,15,16,17,18,20,21,22]

- подготовка к отчёту по лабораторным работам:

Подготовка к отчёту по лабораторным работам включает в себя оформление письменного отчёта по выполненной работе в соответствии с требованиями [23,24].

Письменный отчёт о выполненной лабораторной работе должен содержать следующие сведения[13,19]:

- название работы и сведения об авторе отчёта (курс, имя, фамилия);
- цель работы ;
- таблицу полученных экспериментальных или аналитических данных;
- таблицу результатов расчёта;
- графические зависимости на основе аналитических или расчётных данных;
- выводы по работе.

Кроме того, необходимо подготовиться к ответам на контрольные вопросы по каждой лабораторной работе, которые приводятся в Приложении 3.

### **Рекомендуемая литература:**

- 1 Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л. Основы математического моделирования технических систем. "Издательство "ФЛИНТА"Издательство: 2011Год:2-еИздание:271 с.
- 2 Гумеров А.М.Математическое моделирование химико-технологических процессов. "Лань"Издательство: 2014Год:2-е изд., перераб.Издание:176 с.
- 3 Клинов А.В. Мухаметзянова А.Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов . КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет)Издательство: 2009Год:144 с.
- 4 Душин С.Е. Красов А.В. Литвинов Ю.В. Моделирование систем и комплексов. СПбНИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики)Издательство: 2010Год:178 с.
- 5 Полякова Н.С., Дерябина Г.С, Федорчук Х.Р. Математическое моделирование и планирование эксперимента./ МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана)Издательство: Лань.-2010Год:33 с.
- 6 Кудинов И.В., Кудинов В.А., Еремин А.В., Колесников С.В. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях . Под ред. Э.М. Карташова . "Лань"Издательство: 2015Год:1-е изд.Издание:208 с.
- 7 Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем . "Новое знание"Издательство: 2013Год:584 с.
- 8 Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов. "Лань"Издательство: 2013Год:1-е изд.Издание: 192 с.
- 9 Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования. "Горячая линия-Телеком"Издательство: 2010Год:368 с.
- 10 Пащенко Ф.Ф., Пикина Г.А. Основы моделирования энергетических объектов. "Физматлит"Издательство: 2011Год:464 с.
- 11 Петрова А.И. Никулин И.Б. ЛеБиньЗыонг Ермакова А.Я. Моделирование эколого-экономических параметров природоохранной деятельности. "Горная книга"Издательство: 2013Год:60 с.

- 12 Кириличев Б.В. Моделирование систем. МГИУ (Московский государственный индустриальный университет) Издательство: 2010 Год: 274 с.
- 13 Мельников В.З. Моделирование технологических систем. МГИУ (Московский государственный индустриальный университет) Издательство: 2012 Год: 65 с.
- 14 Моделирование систем. Подходы и методы. под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. СПбГПУ (Санкт-Петербургский государственный политехнический университет) Издательство: 2013 Год: 568 с.
- 15 Натареев С.В. Системный анализ и математическое моделирование процессов химической технологии. ИГХТУ (Ивановский государственный химико-технологический университет) Издательство: 2007 Год: 80 с.
- 16 Натареев С.В. Моделирование и расчет процессов химической технологии. \ под ред. В.Н. Блиничева ИГХТУ (Ивановский государственный химико-технологический университет) Издательство: 2008 Год: 144 с.
- 17 Плохотников К.Э. Метод и искусство математического моделирования. Курс лекций. "Издательство "ФЛИНТА" Издательство: 2012 Год: 518 с.
- 18 Высоцкий Л.И., Коперник Г.Р., Высоцкий И.С. Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости. "Лань" Издательство: 2014 Год: 2-е изд., испр. Издание: 64 с.
- 19 Клинов А.В. Малыгин А.В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов. КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет) Издательство: 2011 Год: 99 с.
- 20 Самойлов Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" "Лань" Издательство: 2013 Год: 3-е изд., испр. И доп. Издание: 176 с.
- 21 Алиев Т.И. Муравьева-Витковская Л.А. Соснин В.В. Моделирование: задачи, задания, тесты. СПбНИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики) Издательство: 2011 Год: 197 с.
- 22 Бонч-Бруевич А.М. Анализ результатов схмотехнического моделирования в пакетах Multisim 10 и MATLAB. МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана) Издательство: 2013 Год: 23 с.
- 23 СТП СамГТУ 021.205.2-2002. Состав и оформление пояснительной записки.
- 24 СТП СамГТУ 021.205.2-2002. Выполнение графических документов.

#### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы:**

Подготовка к отчёту по лабораторным работам включает в себя оформление письменного отчета по выполненной работе. Письменный отчет о выполненной лабораторной работе составляется каждым магистрантом на листках формата А4 в соответствии с требованиями [23,24], где приводятся правила оформления таблиц, рисунков и диаграмм.

Размеры полей: левого – 25 мм, правого – 15 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм. Размер абзацного отступа – 10 мм.

#### **ОФОРМЛЕНИЕ ТАБЛИЦ**

В соответствии с требованиями ГОСТ слева над таблицей располагается *заголовок*, а справа – *номер* таблицы (арабскими цифрами).

Таблица может содержать по горизонтали *заголовки граф*, *подзаголовки граф* и *строки*. Вертикально располагаются *боковик* и *графы* (колонки).

*Заголовки граф* и *строк* таблицы пишутся с прописной буквы, а *подзаголовки* – со строчной.

В тексте перед таблицей на нее делается ссылка с указанием ее номера.

#### **ОФОРМЛЕНИЕ РИСУНКОВ**

Иллюстрации (*рисунки*), согласно ГОСТ, могут быть расположены как по тексту, так и в конце его (в Приложении).

Иллюстрации при необходимости могут иметь наименование, располагаемое над рисунком, и пояснительные данные, располагаемые под рисунком. Слово "Рис." располагается после пояснительных данных по центру.

## ОФОРМЛЕНИЕ ДИАГРАММ

*Диаграмма* – это графическое изображение функциональной зависимости двух и более переменных величин в системе координат.

Значения величин, связанных с изображаемой функциональной зависимостью, откладываются на *осях* в виде *шкал*.

*Оси* координат в диаграммах со *шкалами* и без *шкал* следует заканчивать стрелками, указывающими направление возрастания величин. Разрешается использовать в качестве *шкал* координатные сетки и прямые, расположенные параллельно *осям*. Рядом с делениями сетки или делительными штрихами должны быть указаны соответствующие числа (значения величин), которые располагаются горизонтально.

Точки *диаграммы* наносятся в виде кружка, крестика и т. п., и эти обозначения должны быть разъяснены в пояснительной части *диаграммы*.

В *диаграммах* без *шкал* обозначения величин должны располагаться вблизи стрелки, которой заканчивается ось.

В *диаграммах* со *шкалами* обозначения величин требуется размещать у середины шкалы, а при объединении символа с обозначением единицы измерения в виде дроби – в конце *шкалы* у последнего числа.

Примером правильного оформления таблиц, рисунков и диаграмм могут служить методические указания по лабораторным работам.

**Материалы для самоконтроля студентов** присутствуют в методических указаниях по выполнению лабораторной работы и приводятся в Приложении 4.

### **Алгоритмы деятельности студентов при выполнении полученных заданий для самостоятельной работы**

Исходные данные для выполнения содержат всю необходимую цифровую информацию. В учебном пособии и методических указаниях [13,19] представлен алгоритм расчёта и все необходимые расчётные формулы. На практических занятиях рассматривается решение контрольного примера. Обращается особое внимание на применение необходимой размерности физических и расчётных величин.

Методические указания к лабораторному практикуму также содержат необходимую последовательность действий при их выполнении и обработке результатов анализа.

**Выполнение индивидуальных заданий, рефератов, РГР рабочей программой не предусматривается.**

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Самарский государственный технический университет»

**Факультет нефтетехнологический**

**Кафедра Химическая технология и промышленная экология**

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**текущего контроля и промежуточной аттестации**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

в составе основной образовательной программы по направлению подготовки (специальности):

18.04.02 (241000.68) Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

по уровню высшего образования: магистратура

направленность (профиль) программы: Промышленная экология и рациональное

использование природных ресурсов

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЗАДАННЫЙ УРОВЕНЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 1.

## Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Коды компетенции	Содержание компетенций	Знать: Уметь: Владеть:
ОПК-4	Готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез.	<b>Знать:</b> Основные методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем <b>Уметь:</b> Использовать методы математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем <b>Владеть:</b> Навыками использования методов математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем.
ПК-6	Готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку.	<b>Знать:</b> Основные принципы построения математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем; <b>Уметь:</b> Использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и разрабатывать технологический режим с позиций энерго- ресурсосбережения (ЭРС); <b>Владеть:</b> Навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем и способами оценки различных вариантов ЭРС технологических схем.

## 2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ

КОМПЕТЕНЦИЯ: **ОПК – 4** - Готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез.



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

*общепрофессиональная компетенция выпускника образовательной программы из укрупненной группы направлений высшего образования Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, уровень ВО- магистратура, виды профессиональной деятельности научно-исследовательская, производственно-технологическая, организационно-управленческая, проектная и педагогическая*

Таблица 2

### СООТВЕТСТВИЕ ЭТАПОВ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения		
		1	2	3
1	2	3	4	5
<p><b><u>Первый этап</u></b></p> <p>Знакомство: - с принципами использования энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, - с видами методов математического моделирования материалов и технологических процессов</p>	<p><b>Знать:</b> Основные способы использования энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и <u>биотехнологии</u> (ОПК-4) - I</p>	Знаком с принципами использования энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Ориентируется в принципах использования энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Владеет принципами использования энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
	<p><b>Уметь:</b> Подбирать методы математического моделирования материалов и технологических процессов (ОПК-4) - I</p>	Знаком с методами математического моделирования материалов и технологических процессов	Ориентируется в методах математического моделирования материалов и технологических процессов	Владеет типовыми методами математического моделирования материалов и технологических процессов
	<p><b>Владеть:</b> классификацией и сущностью методов математического моделирования материалов и технологических процессов (ОПК-4) – I</p>	Знаком с классификацией и сущностью методов математического моделирования материалов и технологических процессов	Ориентируется в классификации и сущности методов математического моделирования материалов и технологических процессов	Владеет классификацией и сущностью методов математического моделирования материалов и технологических процессов
<p><b><u>Второй этап</u></b></p> <p>Знакомство: - с типовыми методами использо-</p>	<p><b>Знать:</b> Типовые методы использования теоретического анализа и экспериментальной</p>	Знаком с типовыми методами использования теоретического анализа и экспериментальной про-	Ориентируется в типовых методах использования теоретического анализа и экспериментальной	Владеет типовыми методами использования теоретического анализа и экспериментальной

вания теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез, - с принципами теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез	проверке теоретических гипотез, (ОПК – 4) - II	верке теоретических гипотез	проверке теоретических гипотез	проверке теоретических гипотез
	<b>Уметь:</b> Подбирать методы теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез, (ОПК – 4) - II	Знаком с основами подбора методов теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез	Ориентируется в основах подбора методов теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез	Владеет основами подбора методов теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез
	<b>Владеть:</b> принципами теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез (ОПК – 4) - II	Знаком с принципами теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез	Ориентируется в принципах теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез	Владеет принципами теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез
<b>Третий этап</b> (уровень) Способность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	<b>Знать:</b> Принципы выбора методов математического моделирования материалов и технологических процессов (ОПК – 4) - III	Знаком с типовыми методами математического моделирования материалов и технологических процессов	Ориентируется в Основных методах математического моделирования материалов и технологических процессов	Владеет типовыми методами математического моделирования материалов и технологических процессов
	<b>Уметь:</b> Эксплуатировать методы математического моделирования материалов и технологических процессов (ОПК – 4) – III	Знаком с методами математического моделирования материалов и технологических процессов	Ориентируется в методах математического моделирования материалов и технологических процессов	Владеет методами математического моделирования материалов и технологических процессов
	<b>Владеть:</b> Навыками теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез (ОПК – 4) – III	Знаком с навыками теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез	Ориентируется в теоретическом анализе и экспериментальной проверке теоретических гипотез	Владеет навыками теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез

КОМПЕТЕНЦИЯ: ПК – 6 - готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку.

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

*профессиональная компетенция выпускника образовательной программы из укрупненной группы направлений высшего образования Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, уровень ВО- магистратура, виды професси-*

ональной деятельности научно-исследовательская, производственно-технологическая, организационно-управленческая, проектная и педагогическая

Таблица 3

**СООТВЕТСТВИЕ ЭТАПОВ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ  
ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения		
		1	2	3
1	2	3	4	5
<b>Первый этап</b> Знакомство: - с сущностью и основными особенностями современных методик и методов построения математических моделей энерго - и ресурсосберегающих химико-технологических систем - со способами обработки и представления данных химико-технологических систем,	<b>Знать:</b> Сущность и основные особенности современных методик и методов построения математических моделей энерго - и ресурсосберегающих химико-технологических систем (ПК – 6) – I	Знаком с сущностью и основными особенностями современных методик и методов построения математических моделей энерго - и ресурсосберегающих химико-технологических систем	Ориентируется в основных особенностях современных методик и методов построения математических моделей энерго - и ресурсосберегающих химико-технологических систем	Владеет сущностью и оценкой особенностей современных методик и методов построения математических моделей энерго - и ресурсосберегающих химико-технологических систем
	<b>Уметь:</b> Проводить обработку данных химико-технологических систем (ПК – 6) - I	Знаком с основами методов обработки данных химико-технологических систем	Ориентируется в основах методов обработки химико-технологических систем	Владеет методами обработки данных химико-технологических систем
	<b>Владеть:</b> Способами представления данных анализа химико-технологических систем (ПК – 6) - I	Знаком со способами представления данных анализа химико-технологических систем	Ориентируется в способах представления данных анализа химико-технологических систем	Владеет основными способами представления данных анализа химико-технологических систем
<b>Второй этап</b> Знакомство: - с основными принципами построения математических моделей энерго - и ресурсосберегающих химико-технологических систем	<b>Знать:</b> основные принципы построения математических моделей энерго - и ресурсосберегающих химико-технологических систем (ПК – 6) - II	Знаком с основными принципами построения математических моделей энерго - и ресурсосберегающих химико-технологических систем	Ориентируется в основных принципах построения математических моделей энерго - и ресурсосберегающих химико-технологических систем	Владеет основными принципами построения математических моделей энерго - и ресурсосберегающих химико-технологических систем

<p>систем</p> <p>- Использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем</p> <p>- разрабатывать технологический режим с позиций энерго- ресурсосбережения (ЭРС)</p>	<p><b>Уметь:</b></p> <p>Использовать математические модели при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем (ПК – 6) - II</p>	<p>Знаком с использованием математических моделей при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем</p>	<p>Ориентируется в принципах проектирования энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем</p>	<p>Владеет методами математического моделирования при проектировании энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем</p>
	<p><b>Владеть:</b></p> <p>Принципами разработки технологического режима с позиций энерго- ресурсосбережения (ПК – 6) - II</p>	<p>Знаком с принципами разработки технологического режима с позиций энерго- ресурсосбережения</p>	<p>Ориентируется в основных принципах разработки технологического режима с позиций энерго- ресурсосбережения</p>	<p>Владеет принципами разработки технологического режима с позиций энерго- ресурсосбережения</p>
<p><b>Третий этап</b> (уровень)</p> <p>Способность использовать математическое моделирование для анализа и оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем, осуществлять их корректную интерпретацию</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>Принципы анализа и оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем (ПК – 6) - III</p>	<p>Знаком с основами анализа и оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем</p>	<p>Ориентируется в принципах выбора и оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем</p>	<p>Владеет принципами выбора и оценки различных вариантов энерго- и ресурсосберегающих технологических схем</p>
	<p><b>Уметь:</b></p> <p>Анализировать различные варианты энерго- и ресурсосберегающих технологических схем (ПК – 6) - III</p>	<p>Знаком с методами математической обработки экспериментальных и аналитических данных и способен анализировать полученные результаты</p>	<p>Ориентируется в принципах использования математических методов обработки экспериментальных и аналитических данных и в подходах к анализу полученных данных</p>	<p>Владеет математическими методами обработки аналитических данных и анализом полученных результатов</p>
	<p><b>Владеть:</b></p> <p>Навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем (ПК – 6) - III</p>	<p>Знаком с навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем</p>	<p>Ориентируется в математических моделях энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем</p>	<p>Владеет навыками использования математических моделей энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем</p>

## 2. ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

В *Приложении 2* приводится Паспорт фонда оценочных средств с указанием наименования оценочного средства. В *Приложении 3* приводится Примерный перечень оценочных средств текущего контроля, использованных в Рабочей программе. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачёт) приведён в *Приложении 4*.

## Приложение 2

**Паспорт фонда оценочных средств  
по дисциплине *Моделирование технологических и природных систем***

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (темы)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1,2	ОПК-4, ПК-6	Собеседование по вопросам для самоконтроля при отчете по лабораторному практикуму

## Приложение 3

**ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование- отчет по лабораторным работам	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

## Приложение 4

**Перечень вопросов для промежуточной аттестации (подготовки к экзамену)**

1. Модели. Моделирование. Области применения моделирования.
2. Определение модели. Свойства моделей. Цели моделирования. Классификация моделей.
3. Материальное моделирование. Идеальное моделирование
4. Физическое моделирование. Определение. Назначение. Достоинства. Недостатки.
5. Математическое моделирование. Классификация математических моделей. Задачи, которые решаются с помощью математического моделирования.
6. Основные виды математических моделей.
7. Этапы построения математической модели.
8. Схема этапов математического моделирования.
9. Состав математического описания химико-технологического объекта. Требования, предъявляемые к модели химико-технологического объекта.
10. Структура математической модели химико-технологического объекта.
11. Математическое описание структуры потоков в аппарате (гидродинамика). Типовые математические модели структуры потоков в аппарате.
12. Модель идеальное смешение. Модель идеальное вытеснение.
13. Разновидности модели идеальное вытеснение - диффузионное однопараметрическое вытеснение, диффузионное, двухпараметрическое вытеснение. Ячеечная модель.
14. Тепловой баланс химико-технологического объекта.

15. Методы составления математических моделей. Эмпирический метод составления математических моделей. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент. Теоретический метод составления математических моделей.
16. Экспериментально-аналитический метод составления математических моделей
17. Области применения различных моделей структуры потоков в аппарате
18. Основные классы уравнений встречающихся в математическом описании. Способы решения дифференциальных уравнений
19. Численные методы решения дифференциальных уравнений.: Метод Эйлера первого порядка, Метод Рунге-Кутты 4 порядка
20. Структурные модели .
21. Классификация структурных моделей.
22. Способы построения структурных моделей.
23. Принципы построения математических моделей химико-технологических систем (ХТС) .Декомпозиционные методы расчета Интегральные методы.
24. Структурный анализ ХТС(Способы представления структуры ХТС).
25. Классификация и назначение топологических моделей ХТС(графов). Поточковые графы. Информационно потоковые графы. Сигнальные графы. Структурные графы.
26. Графы. Матричное представление графов: матрица ветвей, матрица циклов, матрица смежности, матрица инцидентий. Матрицы связей.
27. Классификация ХТС по особенностям технологической топологии.
28. Типы технологических связей в топологии ХТС.
29. Классификация моделей ХТС. Гомоморфные ,изоморфные модели . Классификация ХТС по способу функционирования.
30. Общий вид систем уравнений материально-тепловых балансов ХТС.
31. Идентификация ХТС. Оптимизация ХТС.
32. Основы построения статистических моделей
33. Регрессионный анализ – МНК.
34. Модели и методы анализа пространственно-временных структур

#### **4. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ПРИ ОТЧЁТЕ ПО ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ**

В *Приложении 7* приводятся вопросы для собеседования при подготовке к отчёту по лабораторному практикуму.

*Приложение 7*

##### **Вопросы для собеседования**

*Лабораторная работа №1 Моделирование и расчет промышленного аксиального реактора химической технологии.*

1. Основные виды математических моделей.
2. Этапы построения математической модели.
3. Схема этапов математического моделирования.
4. Состав математического описания химико-технологического объекта. Требования, предъявляемые к модели химико-технологического объекта.
5. Структура математической модели химико-технологического объекта.

*Лабораторная работа № 2. Моделирование и расчет промышленного радиального реактора химической технологии.*

1. Математическое описание структуры потоков в аппарате (гидродинамика). Типовые математические модели структуры потоков в аппарате.
2. Модель идеальное смешение. Модель идеальное вытеснение.
3. Разновидности модели идеальное вытеснение -диффузионное однопараметрическое вытеснение, диффузионное, двухпараметрическое вытеснение. Ячеечная модель.

4. Тепловой баланс химико-технологического объекта.
5. Методы составления математических моделей. Эмпирический метод составления математических моделей. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент. Теоретический метод составления математических моделей.

Лабораторная работа № 3 Моделирование и расчет промышленного адиабатического реактора химической технологии

1. Экспериментально-аналитический метод составления математических моделей
2. Области применения различных моделей структуры потоков в аппарате
3. Основные классы уравнений встречающихся в математическом описании. Способы решения дифференциальных уравнений
4. Численные методы решения дифференциальных уравнений.: Метод Эйлера первого порядка, Метод Рунге-Кутты 4 порядка
5. Математическое моделирование. Классификация математических моделей Задачи, которые решаются с помощью математического моделирования.

Лабораторная работа № 4 Сравнительный анализ различных режимов работы промышленных реакторов

1. Физическое моделирование. Определение. Назначение. Достоинства. Недостатки.
2. Материальное моделирование. Идеальное моделирование
3. В состоят принципиальные различия в условиях теплообмена для изотермического и адиабатического режимов работы реактора?
4. Составьте систему уравнений материального и теплового балансов для изотермического реактора идеального смешения.
5. Почему нельзя найти аналитическое решение системы уравнений материального и теплового балансов адиабатического реактора идеального смешения, работающего в стационарном режиме, относительно температуры в реакторе и достигаемой в нем степени превращения?

**Контролируемые компетенции** ОПК-4, ПК-6

**5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ  
ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ОПЫТА  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ  
КОМПЕТЕНЦИЙ**

Оценивание знаний, умений, навыков и опыта деятельности проводятся на основе сведений, приводимых в Карте компетенций на различных этапах их формирования (Табл.2 и Табл.3) настоящего Приложения.

Цель текущего контроля успеваемости по учебным дисциплинам в семестре – проверка приобретаемых обучающимися знаний, умений, навыков в контексте формирования установленных образовательной программой компетенций в течение семестра. Текущий контроль осуществляется через систему оценки преподавателем всех видов работ обучающихся, предусмотренных рабочей программой дисциплины и учебным планом.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание результатов освоения дисциплин (модулей), в том числе результатов курсового проектирования, прохождения практик посредством испытаний в форме экзаменов, зачетов, защиты курсовых проектов (работ). Промежуточная аттестация проводится в конце семестра.

Разработанный фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации используется для осуществления контрольно-измерительных мероприятий и выработки обоснованных управляющих и корректирующих действий в процессе приобретения обуча-

ющимися необходимыми знаниям, умениям и навыкам, формирования соответствующих компетенций в результате освоения дисциплин, прохождения практик.

В *Приложении 13* приводится форма Протокола экспертизы соответствия уровня достижения студентом запланированных результатов обучения по дисциплине «Моделирование технологических и природных систем».



**Протокол экспертизы соответствия уровня достижения студентом \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.) \_\_\_\_\_ запланированных результатов обучения по дисциплине «Моделирование технологических и природных систем»**

Перечень компетенций по дисциплине	Структурные элементы заданий по дисциплине									
	Выполнение домашнего задания	Собеседование	Расчетно-графические работы	Типовые расчеты	Подготовка и выступление с докладом	Написание эссе	Формирование отчета по лабораторным работам	Курсовой проект/работа	Вопросы 1	Вопрос 2
	Виды СРС, предусмотренные рабочей программой дисциплины								Вопросы к экзамену	
ОПК-4: Готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	X		X		X	X		X		
ПК-6: Готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку.	X		X		X	X		X		

**Шкала оценивания:**

Виды СРС оцениваются по своевременности и качеству выполнения (до 50 баллов). Ответы на вопросы, решения задач, приведенных в экзаменационном билете или при сдаче зачета или результаты тестирования (до 50 баллов) Оценка студента за промежуточную аттестацию по учебной дисциплине, проставляемая в ведомость и зачетную книжку, определяется по сумме баллов, набранной по приведенным оцениваемым элементам. Формирование оценки: от 80-100 баллов – «отлично»; от 65-80 баллов – «хорошо»; от 50-65 баллов – «удовлетворительно»

Преподаватель \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Факультет нефтетехнологический**  
**Кафедра Химическая технология и промышленная экология**

**БИЛЕТ № 1**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

1. Состав математического описания химико-технологического объекта.  
Требования, предъявляемые к модели химико-технологического объекта.
2. Модели и методы анализа пространственно-временных структур

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
Ф.И.О.	Ф.И.О.
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Факультет нефтетехнологический**  
**Кафедра Химическая технология и промышленная экология**

**БИЛЕТ № 2**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

1. Математическое моделирование. Классификация математических моделей  
Задачи, которые решаются с помощью математического моделирования.
2. Модель идеальное смешение. Модель идеальное вытеснение

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
Ф.И.О.	Ф.И.О.
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Факультет нефтетехнологический  
Кафедра Химическая технология и промышленная экология

**БИЛЕТ № 3**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

1. Разновидности модели идеальное вытеснение -диффузионное однопараметрическое вытеснение, диффузионное, двухпараметрическое вытеснение. Ячеечная модель.
2. Тепловой баланс химико-технологического объекта.

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Факультет нефтетехнологический  
Кафедра Химическая технология и промышленная экология

**БИЛЕТ № 4**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

1. Математическое описание структуры потоков в аппарате (гидродинамика). Типовые математические модели структуры потоков в аппарате.
2. Области применения различных моделей структуры потоков в аппарате

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Факультет нефтетехнологический  
 Кафедра Химическая технология и промышленная экология

**БИЛЕТ № 5**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической техно-  
логии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

1. Методы составления математических моделей. Эмпирический метод составления математических моделей. Пассивный эксперимент. Активный эксперимент. Теоретический метод составления математических моделей.
2. Экспериментально-аналитический метод составления математических моделей

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
Ф.И.О.	Ф.И.О.
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Факультет нефтетехнологический  
 Кафедра Химическая технология и промышленная экология

**БИЛЕТ № 6**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической техно-  
логии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

1. Структура математической модели химико-технологического объекта.
2. Основные классы уравнений встречающихся в математическом описании. Способы решения дифференциальных уравнений

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
Ф.И.О.	Ф.И.О.
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Факультет нефтетехнологический**  
**Кафедра Химическая технология и промышленная экология**

**БИЛЕТ № 7**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

1. Численные методы решения дифференциальных уравнений.: Метод Эйлера первого порядка, Метод Рунге-Кутты 4 порядка
2. Структурные модели .Классификация структурных моделей

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
Ф.И.О.	Ф.И.О.
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Факультет нефтетехнологический**  
**Кафедра Химическая технология и промышленная экология**

**БИЛЕТ № 8**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

1. Классификация и назначение топологических моделей ХТС(графов). Поточковые графы. Информационно потоковые графы. Сигнальные графы. Структурные графы.
2. Основные виды математических моделей

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
Ф.И.О.	Ф.И.О.
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Факультет нефтетехнологический**  
**Кафедра Химическая технология и промышленная экология**

**БИЛЕТ № 9**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической техно-  
логии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

1. Этапы построения математической модели. Схема этапов математического моделирования.
2. Структурный анализ ХТС(Способы представления структуры ХТС).

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
Ф.И.О.	Ф.И.О.
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Факультет нефтетехнологический**  
**Кафедра Химическая технология и промышленная экология**

**БИЛЕТ № 10**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической техно-  
логии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

1. Принципы построения математических моделей химико-технологических систем (ХТС) .Декомпозиционные методы расчета Интегральные методы.
2. Типы технологических связей в топологии ХТС.

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
Ф.И.О.	Ф.И.О.
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Факультет нефтетехнологический**  
**Кафедра Химическая технология и промышленная экология**

**БИЛЕТ № 11**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической техноло-  
гии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

- Графы. Матричное представление графов: матрица ветвей, матрица циклов, матрица смежности, матрица инцидентий. Матрицы связей.
- Классификация ХТС по особенностям технологической топологии

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
Ф.И.О.	Ф.И.О.
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Факультет нефтетехнологический**  
**Кафедра Химическая технология и промышленная экология**

**БИЛЕТ № 12**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической техноло-  
гии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

- Классификация моделей ХТС. Гомоморфные, изоморфные модели .  
 Классификация ХТС по способу функционирования.
- Материальное моделирование. Идеальное моделирование

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
Ф.И.О.	Ф.И.О.
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Факультет нефтетехнологический**  
**Кафедра Химическая технология и промышленная экология**

**БИЛЕТ № 13**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической техноло-  
гии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

1. Основы построения статистических моделей Регрессионный анализ – МНК.
2. Идентификация ХТС. Оптимизация ХТС.

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
Ф.И.О.	Ф.И.О.
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Факультет нефтетехнологический**  
**Кафедра Химическая технология и промышленная экология**

**БИЛЕТ № 14**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической техноло-  
гии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

1. Определение модели. Свойства моделей. Цели моделирования. Классификация моделей.
2. Способы построения структурных моделей.

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
Ф.И.О.	Ф.И.О.
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.





**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Факультет нефтетехнологический**  
**Кафедра Химическая технология и промышленная экология**

**БИЛЕТ № 15**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

1. Общий вид систем уравнений материально-тепловых балансов ХТС.
2. Физическое моделирование. Определение. Назначение. Достоинства. Недостатки.

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
Ф.И.О.	Ф.И.О.
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Факультет нефтетехнологический**  
**Кафедра Химическая технология и промышленная экология**

**БИЛЕТ № 16**

дисциплины: *Моделирование технологических и природных систем*

Направление подготовки : 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Семестр 3

1. Модели. Моделирование. Области применения моделирования
2. Графы. Матричное представление графов: матрица ветвей, матрица циклов, матрица смежности, матрица инцидентий. Матрицы связей.

Составил _____ доц. Шкаруппа С.П.	Утверждаю:
подпись	Зав. кафедрой _____ проф. Васильев А.В.
Ф.И.О.	Подпись
Ф.И.О.	Ф.И.О.
«__» _____ Г.	«__» _____ Г.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «*Моделирование технологических и природных систем*»

### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

Лекция представляет собой систематическое устное изложение учебного материала. С учетом целей и места в учебном процессе различают лекции вводные, установочные, текущие, обзорные и заключительные. В зависимости от способа проведения выделяют лекции:

- Информационные;
- Проблемные;
- Визуальные;
- бинарные (лекция-диалог);
- лекции-провокации;
- лекции-конференции;
- лекции-консультации;
- лекции-беседы;
- лекция с эвристическими элементами;
- лекция с элементами обратной связи;
- лекция с решением производственных и конструктивных задач;
- лекция с элементами самостоятельной работы студентов;
- лекция с решением конкретных ситуаций;
- лекция с коллективным исследованием;
- лекции спецкурсов.

Лекции по настоящей дисциплине относятся к лекциям спецкурсов и проводятся в виде информационных, т. е. проводятся с использованием объяснительно иллюстративного метода изложения.

Перед началом лекции до обучающихся доводится основные литературные источники, сообщается тема лекции и последовательность вопросов, подлежащих рассмотрению. При этом обращается внимание на логику построения вопросов, их формулировку и взаимосвязь.

По ходу лекции при возникновении проблемных вопросов (или ситуаций) процесс познания происходит через научный поиск, диалог, анализ, сравнение разных точек зрения.

При объяснении различных вопросов большое значение имеет иллюстрационный материал (рисунки, графики, диаграммы), поэтому в случае их сложного или долгого воспроизводства на лекции используется раздаточный материал.

Обращается внимание на вопросы, сведения из которых будут использоваться при проведении практических и лабораторных занятий и самостоятельной работе студентов. В Рабочей программе приводится содержание лекций и вопросы, выносимые на самостоятельное изучение с учётом дидактических единиц.

В некоторых случаях преподавателем может использоваться способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента, который позво-

ляет привлекать к двухстороннему обмену мнениями по наиболее важным вопросам темы занятия, менять темп изложения с учетом особенности аудитории.

В начале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме. Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах. Продумывая ответ, студенты получают возможность самостоятельно прийти к выводам и обобщениям, которые хочет сообщить преподаватель в качестве новых знаний. При этом необходимо следить, чтобы вопросы не оставались без ответа, иначе лекция будет носить риторический характер.

Поскольку при подготовке бакалавров студенты знакомились с родственным курсом «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», то, в некоторых случаях, возможно изложение учебного материала по изученному ранее учебному материалу. Обратная связь устанавливается посредством ответов студентов на вопросы преподавателя по ходу лекции. Чтобы определить осведомленность студентов по излагаемой проблеме, в начале какого-либо раздела лекции задаются необходимые вопросы.

Если студенты правильно отвечают на вводный вопрос, преподаватель может ограничиться кратким тезисом или выводом и перейти к следующему вопросу. Если же ответы не удовлетворяют уровню желаемых знаний, *преподаватель сам излагает подробный ответ, и в конце объяснения снова задает вопрос, определяя степень усвоения учебного материала.*

#### Рекомендации обучающимся при работе с лекционным материалом:

1. Материал каждой законспектированной лекции должен прочитываться и прорабатываться с выявлением затрудненных в понимании вопросов и неясностей.
2. Необходимо попытаться добиться ясности понимания с использованием проработки рекомендованных литературных источников.
3. Если и в этом случае не удаётся добиться результата, то следует получить консультацию преподавателя по этому вопросу.
4. Следует посмотреть, как этот вопрос формулируется в вопросах для подготовки к экзамену и быть готовым представить по нему информацию при проведении экзамена.

#### Рекомендации обучающимся при самостоятельном изучении лекционного материала:

1. Предварительно подобрать необходимую литературу согласно списка тем, выносимых для самостоятельного изучения (Раздел 4.1 Рабочей программы).
2. Сделать конспект каждой представленной дидактической единицы объёмом не более 2 стр. текста.
3. При возникновении вопросов или неясностей в законспектированном материале проконсультироваться у преподавателя.
4. Следует посмотреть, как этот вопрос формулируется в вопросах для подготовки к экзамену и быть готовым представить по нему концентрированную информацию при проведении экзамена.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

### Вводная часть

**Практическое занятие** — форма организации обучения, которая направлена на формирование практических умений и навыков и является связующим звеном между самостоятельным теоретическим освоением студентами учебной дисциплины и применением ее положений на практике.

Практические занятия проводятся в целях: выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач, выполнении заданий, производстве расчетов, разработке и оформлении документов, практического овладения иностранными языками и компьютерными технологиями. Главным их содержанием является практическая работа каждого студента. Подготовка студентов к практическому занятию и его выполнение, осуществляется на основе задания, которое разрабатывается преподавателем и доводится до обучающихся перед проведением и в начале занятия.

Практические занятия составляют значительную часть всего объема аудиторных занятий и имеют важнейшее значение для усвоения программного материала. Выполняемые задания могут подразделяться на несколько групп:

- 1) иллюстрацией теоретического материала и носят воспроизводящий характер. Они выявляют качество понимания студентами теории.
- 2) образцы задач и примеров, разобранных в аудитории. Для самостоятельного выполнения требуется, чтобы студент овладел показанными методами решения.
- 3) вид заданий, содержащий элементы творчества. Одни из них требуют от студента преобразований, реконструкций, обобщений. Для их выполнения необходимо привлечь ранее приобретенный опыт, устанавливать внутрпредметные и межпредметные связи. Решение других требует дополнительных знаний, которые студент должен приобрести самостоятельно. Третьи предполагают наличие у студента некоторых исследовательских умений.
- 4) может применяться выдача индивидуальных или опережающих заданий на различный срок, определяемый преподавателем, с последующим представлением их для проверки в указанный срок.

По данной дисциплине предусмотрено проведение 6 практических занятий. В начале занятия рассматриваются основные теоретические положения, положенные в основу проведения расчетных манипуляций. Обращается внимание на физический смысл используемых величин их размерность, способы пересчёта размерностей.

Далее рассматривается алгоритм расчёта различных разделов практического занятия. Для ориентации в «порядке» получаемых расчётных величин и приобретению опыта инженерных экологических расчётов по проблемам, связанным с оптимизацией и организацией энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем, проводится поэтапный расчет контрольного примера по теме практического занятия. Темы практических занятий приведены в Разделе 3.2 Рабочей программы. Форма представления исходных данных для расчёта и оформления результатов расчёта приведены в Приложении 3.

Далее полученные расчётные результаты обсуждаются с позиций их использования для оценки и прогнозирования состояния энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

При проведении лабораторного практикума по дисциплине используются методические указания по лабораторным работам и сведения, приводимые в [2] из списка Дополнительной литературы в Рабочей программе. Кроме выполнения аналитических измерений, оформления отчёта по лабораторной работе, предусматривается собеседование с обучающимися по вопросам самоконтроля по каждой лабораторной работе.