

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.06

(индекс дисциплины)

Моделирование технологических и природных систем

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **17** Процессов и аппаратов химической технологии
Код (Наименование кафедры)

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

Профиль подготовки: Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

Уровень образования: магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	144		
	Аудиторные занятия	54		
	Лекции	18		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	36		
	Самостоятельная работа	90		
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	1		
	Курсовая работа	1		
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная	4									
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

На основании учебных планов № m180402-12_20-12

Кафедра-разработчик: Процессов и аппаратов химической технологии

Заведующий кафедрой: Никифоров А.О.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

Заведующий кафедрой: Шанова О.А.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
 Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области:

- ознакомления студентов с основными методами комплексного исследования технологических и природных систем и комплексов с позиций математического моделирования и системного анализа;
- соединения ранее полученных фундаментальных знаний основных законов физики, химической кинетики, гидромеханики и тепломассопереноса с методами проведения исследований, последующей обработки и анализа их результатов;
- формирования навыков самостоятельного планирования и проведения экспериментальных исследований, составления математических моделей различных систем.

1.3. Задачи дисциплины

- рассмотреть применение знаний физико-химической сущности процессов и методологии математического моделирования при проведении научных исследований;
- -раскрыть принципы расчетов химико-технологических процессов с использованием математических моделей, моделирующих систем и современных прикладных программ;
- -продемонстрировать особенности проведения теоретических и экспериментальных исследований с использованием современных компьютерных технологий.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК- 4	Готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез.	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) Современные методы математического моделирования технологических процессов и аппаратов химической технологии; 2) Основные модели структуры потоков теплообменных и массообменных процессов. Уметь: 1) Использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач; 2) Осуществлять идентификацию параметров математической модели, моделирование процессов химической технологии, промышленной экологии Владеть: 1) Методами построения математической моделей процессов химической технологии и интерпретации полученных результатов; 2) Методами поиска и обмена информацией в компьютерных сетях, пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов.		
ПК- 6	готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) Методы идентификации параметров математической модели и установления адекватности модели; 2) Методы планирования эксперимента Уметь:		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	1) Проводить выбор аппарата и рассчитывать технологические параметры процесса с учетом задач энерго-и ресурсосбережения. 2) Рассчитывать технологические параметры процесса с учетом задач энерго-и ресурсосбережения. Владеть: 1) Методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах: 2) Методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования	

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Построение эмпирических моделей			
Тема 1 Понятие о моделировании процессов. Основы планирования эксперимента. Сущность математического моделирования технологических природных систем. Формальные математические модели. Основные понятия и характеристики моделей. Значение методов планирования эксперимента в химической технике и технологии. Общие понятия и определения теории планирования эксперимента. Проверка воспроизводимости опытов. Вычисление погрешности эксперимента. Рандомизация. Экспериментально-статистические модели	16		
Тема 2. Понятие о математическом описании процесса. Полный факторный эксперимент. Метод дробных реплик. Понятие о математическом описании процесса. Полный факторный эксперимент. Метод дробных реплик. Устранение влияния временного дрейфа. Анализ и исследование статистических моделей в области высокой кривизны поверхности отклика. Формальные математические модели множественной регрессии	16		
Текущий контроль 1. Опрос.	1		
Учебный модуль 2. Математические модели структуры потоков в химической аппаратуре			
Тема 3 . Модели идеального смешения и вытеснения. Продольное перемешивание. Диффузионная и ячеечная модель. Комбинированные модели. Математические модели структуры потоков в аппаратах химической технологии и промышленной экологии. Исследование структуры потоков. Основные характеристики распределения элементов потока по времени пребывания в аппарате. Влияние структуры потоков на степень завершенности физико-химических процессов. Модели идеального смешения и идеального вытеснения. Диффузионная модель. Ячеечная модель. Комбинированные модели. Волновая модель продольного перемешивания	16		
Тема 4. Моделирование кинетики сложных химических реакций. Диффузионный и кинетический режимы процессов, протекающих в двухфазных и многофазных химических реакторах	16		
Текущий контроль 2. Опрос.	1		
Учебный модуль 3. Математические модели химико- технологических процессов			
Тема 5. Моделирование кинетики биохимических реакций изъятия загрязнений в аэротенках и биологических прудах. Моделирование кинетики биохимических реакций изъятия загрязнений в аэротенках и биологических прудах. Расчет требуемого объема биологических очистных сооружений	16		
Тема 6. Детерминированные математические модели отстойников, тонкослойных нефтеловушек, фильтров. Детерминированные математические модели отстойников, тонкослойных нефтеловушек, фильтров	17		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Текущий контроль 3. Опрос	1		
Курсовая работа	36		
Промежуточная аттестация по дисциплине. Зачет	8		
ВСЕГО:	144		

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	1	2				
2	1	4				
3	1	2				
4	1	2				
5	1	4				
6	1	4				
ВСЕГО:		18				

3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Анализ и планирование эксперимента в химической технологии	1	6				
2	Математическое описание структуры потоков в аппаратах химической технологии	1	6				
3	Моделирование сложных химических реакций	1	6				
4	Моделирование гидромеханических процессов	1	6				
5	Математические модели теплообменников	1	6				
6	Математические модели массообменных аппаратов	1	6				
ВСЕГО:			36				

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено.

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цели и задачи курсовой работы

Цель: закрепить знания студентов в области моделирования технологических и природных систем.

Задачи: Обучение студентов методике расчета и проектирования комплекса химических аппаратов, составляющих установку для проведения процессов. Для определения конструкции, размеров и выбора по стандартам и нормам всех аппаратов, составляющих установку, необходимо, как правило, произвести расчет гидромеханических, тепловых и массообменных процессов в указанной аппаратуре с использованием компьютера.

4.2. Тематика курсовой работы

1. Использование методов математического моделирования при расчете и конструировании емкостного отстойника.

2. Разработка математической модели тонкослойного отстойника.

3. Использование методов математического моделирования при расчете и конструировании фильтра с неподвижным зернистым слоем.
4. Разработка математической модели теплообменника.
5. Использование методов математического моделирования при расчете и конструировании выпарного аппарата.
6. Разработка математической модели пневматической трубы-сушилки.
7. Использование методов математического моделирования при расчете и конструировании аппарата с мешалкой.
8. Разработка математической модели газлифтного реактора.
9. Математическое моделирование азротенка идеального смешения.
10. Использование методов математического моделирования при расчете и конструировании инжекторов.
11. Разработка математической модели процесса пропитки пористого материала.
12. Разработка математической модели процесса гранулирования из расплава.

4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется индивидуально, с использованием специализированного программного обеспечения

Результаты представляются в виде пояснительной записки, объемом 25 страниц, содержащего следующие обязательные элементы:

1. Введение.
2. Постановка задачи.
3. Алгоритм решения.
4. Решение.
5. Выводы.
6. Библиографический список.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1, 2, 3	Опрос	1	3				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	1	26				
Подготовка к практическим занятиям	1	20				
Выполнение курсовой работы	1	36				
Подготовка к зачету	1	8				
ВСЕГО:		90				

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Практические занятия	На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся работают с конкретными ситуациями, овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений, дискуссии, командное соревнование	10		

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
	малых групп обучающихся.			
ВСЕГО:		10		

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1 Самойлов Н.А.Примеры и задачи по курсу Математическое моделирование химико-технологических процессов [Текст]: учеб. пособие /Н.А.Самойлов;—Изд. 3-е, -СПб.: Лань, 2013. -176 с.

2. Гумеров А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Текст]: учеб. пособие для вузов /А.М.Гумеров; -Изд. 2-е, перераб. —СПб.: Лань, 2014. -176 с.

б) дополнительная учебная литература

3. Мидуков, Н.П. Массообменные процессы в целлюлозно-бумажной промышленности [Электронный ресурс]: учеб. пособие /Н.П.Мидуков, В.С.Куров, А.О.Никифоров. —СПб.: СПбГТУРП, 2015. -125 с.(ЭБВШТЭ: Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/kafpriarxt.htm>)

5. Мидуков, Н.П.Перемешивание в целлюлозно-бумажной промышленности [Текст]:/Н.П.Мидуков, В.С.Куров, А.О.Никифоров; СПб, СПбГТУРП, 2012. -78 с.

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

Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем [Текст]: учебник для вузов /Кузнецова И.М. [и др.]; под ред. Х.Э.Харлампиدي. —Изд. 2-е, перераб. —СПб.: Лань, 2014. -384 с.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
3. PTC Mathcad 15
4. AutoCADDesign

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Стенд гидравлический универсальный;
2. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Демонстрационные: компьютерные программы (реактор, экстрактор, ректификационная колонна).

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы.
Самостоятельная работа	Изучение научной, учебной, нормативной и др. литературы. Отбор необходимого материала; проведение практических исследований по теме, формулирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по достижению поставленной цели и задач. Требования к оформлению курсовой работы находятся в методических материалах по дисциплине. При подготовке к опросам, зачету и курсовой работе необходимо проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-4 (2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Излагает методы математического моделирования технологических процессов и аппаратов химической технологии. 2. Использует численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач. 3. Проводит идентификацию параметров математической модели, 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устное собеседование 2. Практическое задание 3. Курсовая работа 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечень вопросов к зачету (30 вопросов) 2. Практические типовые задания (15 задач) 3. Тематика курсовой работы (12 тем)
ПК-6(2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Излагает методы планирования эксперимента 2. Использует анализ процессов в промышленных аппаратах 3. Проводит выбор аппарата и рассчитывать технологические параметры процесса с учетом задач энерго-и ресурсосбережения 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устное собеседование 2. Практическое задание 3. Курсовая работа 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечень вопросов к зачету (30 вопросов) 2. Практические типовые задания (15 задач) 3. Тематика курсовой работы (12 тем)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
------------------------------	--

	Устное собеседование	Курсовая работа
Зачтено	Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы, способен правильно применить основные методы и инструменты при решении практических задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	
Не зачтено	Обучающийся не может изложить значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неточности в формулировках и доказательствах, нарушая в последовательности изложения программного материала; неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания	
отлично		Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствует о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемого процесса. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.
хорошо		Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки в работе или в ответах на поставленные при защите вопросы. Могут иметь место отступления от правил оформления работы или нарушены сроки предоставления работы к защите.
удовлетворительно		Задание выполнено полностью, но в работе есть существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.
неудовлетворительно		Содержание работы не соответствует заданию. Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы. Отсутствует одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Формальные математические модели	1
2	Основные понятия и характеристики моделей	1
3	Значение методов планирования эксперимента в химической технике и технологии	1
4	Общие понятия и определения теории планирования эксперимента	1
5	Проверка воспроизводимости опытов	1
6	Вычисление погрешности эксперимента	1
7	Рандомизация эксперимента	1
8	Экспериментально-статистические модели	2
9	Понятие о математическом описании процесса	2
10	Полный факторный эксперимент	2
11	Метод дробных реплик	2
12	Устранение влияния временного дрейфа	2
13	Анализ и исследование статистических моделей в области высокой кривизны поверхности отклика	2
14	Формальные математические модели множественной регрессии	2
15	Математические модели структуры потоков в аппаратах химической технологии и промышленной экологии	2
16	Сущность математического моделирования технологических и природных систем	2
17	Математические модели структуры потоков в аппаратах химической технологии и промышленной экологии.	3
18	Исследование структуры потоков.	3
19	Основные характеристики распределения элементов потока по времени пребывания в аппарате	3
20	Влияние структуры потоков на степень завершенности физико-химических процессов	3
21	Модели идеального смешения и идеального вытеснения.	3
22	Диффузионная модель.	3
23	Ячеечная модель	3
24	Комбинированные модели структуры потоков	3
25	Волновая модель продольного перемешивания	3
26	Моделирование кинетики сложных химических реакций.	4
27	Диффузионный и кинетический режимы процессов, протекающих в двухфазных и многофазных химических реакторах	5
28	Моделирование кинетики биохимических реакций изъятия загрязнений в аэротенках и биологических прудах. Расчет требуемого объема биологических очистных сооружений	5
29	Детерминированное моделирование технологических и природных дисперсных систем.	6
30	Дифференциальные уравнения модели взаимопроникающих континуумов	6

10.2.2. Вариант типовых заданий разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	Число опытов для полного трехфакторного эксперимента	8
2	Число ключевых компонентов химической реакции равно ? а) Количеству исходных компонентов б) Количеству продуктов реакции в) Рангу матрицы стехиометрических коэффициентов реакции г) Числу столбцов матрицы стехиометрических коэффициентов реакции д) Числу строк матрицы стехиометрических коэффициентов реакции	с
3	ХТС - это? а) Микроуровень иерархии химических производств б) Уровень химического производства	д

	c) Уровень компании или объединения d) Макроуровень иерархии химических производств e) Уровень предприятия	
4	Математическая модель химико-технологического процесса – это ? a) Система уравнений математического описания химико-технологического процесса b) Блок – схема алгоритма решения системы уравнений математического описания химико-технологического процесса c) Компьютерная программа решения системы уравнений математического описания химико-технологического процесса d) Реализованный на компьютере алгоритм решения системы уравнений математического описания химико-технологического процесса e) Действующая модель химико-технологического процесса в уменьшенном масштабе	а

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче (зачета и защите курсовой работы) и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

*

10.3.3. Особенности проведения зачета и защиты курсовой работы

Время на подготовку к сдаче зачета 45 минут.

Время, отводимое на защиту курсовой работы, не должно превышать 15 минут, включая краткий доклад по результатам курсовой работы и ответы на вопросы.