

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор,
проректор по учебной работе

_____ А. Е. Рудин

«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.12

Моделирование химико-технологических процессов

(Индекс дисциплины)

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **18** Инженерной химии и промышленной экологии

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая технология органических и неорганических веществ

Уровень образования: бакалавриат

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	108	108	
	Аудиторные занятия	51	34	
	Лекции	17	17	
	Лабораторные занятия	17	17	
	Практические занятия	17		
	Самостоятельная работа	21	38	
	Промежуточная аттестация	36	36	
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	6	8	
	Дифференцированный зачет			
	Контрольная работа			
	Курсовой проект			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		3	3	

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная						3						
Очно-заочная								3				
Заочная												

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по соответствующему направлению подготовки и на основании учебного плана № 1/1/530, 1/2/531

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 моделирования химико-технологических процессов

Задачи дисциплины

изучение основных понятий математического моделирования химико-технологических процессов, оптимизации эксперимента в химии и химической технологии;

рассмотрение методов построения моделей и их качественного исследования;

изучение методов оптимизации параметров химико-технологических процессов на основе построенных математических моделей;

закрепление у студентов практических навыков по использованию численных методов оптимизации и компьютерного решения систем уравнений математического описания.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-16	способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	второй
Планируемые результаты обучения Знать: Основные способы получения моделей химико-технологических процессов Уметь: Выбирать необходимые методы для получения моделей химико-технологических процессов с использованием физических и химических закономерностей процесса. Владеть: Навыками работы с программными средствами для построения моделей химико-технологических процессов		

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

Общая химическая технология (ПК-16)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Математическое моделирование сложных химико-технологических систем.			
Тема 1. Химико-технологическая система как объект моделирования. Понятие ХТС. Статические и динамические режимы функционирования. Элементы ХТС. Технологические операторы. Технологические потоки.	6	6	

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Параметричность потоков. Замкнутые и разомкнутые ХТС. Математическая модель ХТС. Постановка задач синтеза и анализа ХТС. Проектный и поверочный расчеты ХТС и ее элементов. Размерность задачи расчета ХТС.			
Тема 2. Интегральные методы расчета стационарных режимов ХТС. Сущность интегральных методов и их применимость. Ограничения методов. Расчет материальных потоков в замкнутой ХТС матричным методом.	6	6	
Тема 3. Декомпозиционные методы расчета стационарных режимов ХТС. Сущность декомпозиционных методов и их применимость. Формальные методы определения последовательности расчета элементов разомкнутой ХТС. Расчет материальных потоков в разомкнутой ХТС декомпозиционным методом.	6	6	
Тема 4. Структурный анализ замкнутой ХТС и ее расчет итерационным методом. Итерационный подход к расчету замкнутых ХТС при реализации декомпозиционного метода. Основные этапы структурного анализа ХТС. Компьютерная реализация алгоритмов.	6	6	
Тема 5. Программные пакеты для автоматизированного расчета сложных ХТС. Обсуждение подходов к автоматизации расчета ХТС произвольной структуры, требований унификации описаний структур потоков, входных и выходных параметров программных модулей расчета типовых элементов. Необходимое информационное обеспечение расчетов. Типовая структура программного продукта. Учебная моделирующая программа М92.	7	7	
Текущий контроль 1 коллоквиум	2	2	
Учебный модуль 2 Математические модели элементов ХТС			
Тема 6. Общие подходы к построению детерминированных математических моделей объектов химической и смежных технологий. Описание равновесия, кинетики, условий массопереноса как составляющих математической модели процесса. Представление о гидродинамической структуре потоков как определяющий фактор выбора формы математического описания. Типовые модели гидродинамической структуры потоков и их применение.	6	6	
Тема 7. Моделирование гидравлических систем как пример построения детерминированных моделей разной математической формы. Моделирование процессов в установках монтажу. Моделирование короткого разветвленного трубопровода. Моделирование процессов истечения.	6	6	
Тема 8. Моделирование теплообменных аппаратов с учетом принятой модели структуры потоков (задача в форме поверочного расчета).	6	6	
Тема 9. Моделирование стационарных процессов в теплообменных аппаратах для целей проектного расчета	6	6	
Тема 10. Моделирование химических реакторов с учетом выбранной гидродинамической модели структуры потоков. Материальный баланс химической реакции. Общая скорость реакции. Моделирование кинетики сложных реакций. Моделирование химических реакторов на основе моделей идеального вытеснения, идеального смешения, ячеечной.	7	7	
Тема 11. Эмпирические математические модели: получение и их использование в информационном обеспечении технологических расчетов. Моделируемый процесс как «черный ящик». Независимые переменные и функция отклика. Исходные данные для моделирования. Выбор формы модели. Подходы к оценке параметров уравнения модели. Метод наименьших квадратов и его реализация. Обзор доступных программных средств регрессионного анализа.	6	6	
Текущий контроль 2 коллоквиум	2	2	
Текущий контроль (контрольная работа)			
Промежуточная аттестация (экзамен)	36	36	
ВСЕГО:	108	108	

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	6	2	8	2		
2	6	2	8	2		
3	6	2	8	2		
4	6	2	8	2		
5	6	2	8	2		
6	6	2	8	2		
7	6	1	8	1		
8	6	1	8	1		
9	6	1	8	1		
10	6	1	8	1		
11	6	1	8	1		
ВСЕГО:		17		17		

3.2. Практические и семинарские 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)
3	Алгоритмы определения ВПРС разомкнутых ХТС, (практические занятия)	6	4				
4	Матричный метод расчета ХТС. Структурный анализ ХТС, (практические занятия)	6	4				
5	Расчет ХТС с помощью моделирующей программы, (практические занятия)	6	4				
6	Модели структуры потоков, (практические занятия)	6	2				
11	Эмпирические математические модели, (практические занятия).	6	3				
ВСЕГО:		17					

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
7	Моделирование гидравлических систем	6	4	8	4		
8	Моделирование теплообменных аппаратов с учетом принятой модели структуры потоков	6	4	8	4		
10	Моделирование химических реакторов с учетом выбранной гидродинамической модели	6	4	8	4		

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	структуры потоков.						
11	Эмпирические математические модели Метод наименьших квадратов и его использование для оценки коэффициентов эмпирических уравнений Реализация линейной регрессии в среде математического пакета Mathcad	6	5	8	5		
ВСЕГО:			17		17		

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

не предусмотрено

5. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 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	<i>Коллоквиум</i>	6	2	8	2		
1,2	<i>Контрольная работа</i>						

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	6	10	8	18		
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	6	11	8	20		
Выполнение домашних заданий						
Подготовка к экзаменам	6	36	8	36		
ВСЕГО:			57	74		

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

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Лекции с презентацией; рассмотрение примеров решения прикладных задач	4	4	
Практические занятия	Компьютерное моделирование, дискуссия при анализе результатов моделирования	6		
Лабораторные занятия	Компьютерное моделирование, организация и проведение вычислительного эксперимента	6	4	
ВСЕГО:		16	8	

7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лекций и лабораторных занятий, прохождение текущего контроля	10	<ul style="list-style-type: none"> 2 балла за посещение каждой лекции (всего 8 лекций в семестре), максимум 16 баллов; 2 балла за каждое посещение практических и лабораторных занятий (всего 17 занятий в семестре), максимум 34 балла; до 25 баллов за каждый успешно пройденный текущий контроль (всего 2 текущих контроля), максимум 50 баллов
2	Выполнение лабораторных работ и практических заданий	50	<ul style="list-style-type: none"> 2 балла за правильность оформления отчетов (всего 9 работ), максимум 18 баллов; 5 баллов за правильность и полноту решения задач (всего 9 работ), максимум 45 баллов; 4 балла за корректные ответы на вопросы при защите работы (5 баллов за лабораторную работу по 11 теме), максимум 37 баллов.
3	Сдача экзамена	40	<ul style="list-style-type: none"> Ответ на теоретический вопрос 25 баллов (полнота, владение терминологией, затраченное время, всего 2 вопроса) – максимум 50 баллов; Решение практического задания – до 50 баллов за задание, максимум 50 баллов.
Итого (%):		100	

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале
86 - 100	5 (отлично)
75 – 85	4 (хорошо)
61 – 74	
51 - 60	3 (удовлетворительно)
40 – 50	
17 – 39	2 (неудовлетворительно)
1 – 16	
0	

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная учебная литература

1. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Закгейм. — Москва : Логос, 2012. — 304 с. — ISBN 978-5-98704-497-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/9103.html>— Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Заварухин, С. Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов : учебное пособие / С. Г. Заварухин. — 2-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 86 с. — ISBN 978-5-7782-3284-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91236.html>— Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. — Брянск : Брянский государственный технический университет, 2012. — 271 с. — ISBN 5-89838-126-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/7003.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

б) дополнительная учебная литература

1. Бусыгин, Н. Ю. Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бусыгин Н. Ю., Багров И. В. — СПб.: СПбГУПТД, 2017.— 173 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017897, по паролю
2. Бусыгин, Н. Ю. Моделирование химико-технологических процессов. Контрольная работа [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Бусыгин Н. Ю., Самарин В. П. — СПб.: СПбГУПТД, 2019.— 36 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019135, по паролю
3. Бусыгин, Н. Ю. Автоматизированные расчеты химико-технологических систем. Интегральные и декомпозиционные методы / Н. Ю. Бусыгин, И. В. Багров. — СПб.: ФГБОУВПО «СПГУТД», 2015. — 47с. — Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2493, по паролю

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

1. Бусыгин, Н. Ю. Методы и средства автоматизированных расчетов в экологии. Решение задач в среде Mathcad: интерактивное учеб. пособие [Электр. издание] / Н. Ю. Бусыгин. — СПб., СПГУТД, 2014. — 1 электрон. опт. диск (63,5 Мб).— Загл. с экрана. — Рег. № 0321400598 (Информрегистр). http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2178, по паролю.
2. Спицкий, С. В. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся: методические указания / С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. — Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811, по паролю.
3. Караулова, И. Б. Организация самостоятельной работы обучающихся / И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. — СПб.: СПГУТД, 2014. — 26 с. — Режим доступа http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550, по паролю

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

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД: <http://publish.sutd.ru>

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

1. Банк данных по физико-химическим свойствам веществ и смесей; моделирующая программа расчета ХТС произвольной структуры (разработки сотрудников кафедры ИХПЭ); учебно-методические материалы сетевого доступа (интерактивные учебники).
2. Windows 10
3. OfficeStd 2016 RUS OLP NL Acdmc

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

Компьютерный класс с современным компьютерным оборудованием (не менее 12 рабочих мест), объединенных в локальную сеть с постоянным подключением к Интернету; выделенный сервер; мультимедийное оборудование (видеопроектор с экраном, стационарный компьютер или ноутбук); технические средства для ввода-вывода данных различного типа (принтеры лазерные и цветные струйные, сканеры, внешние устройства для записи данных).

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Презентации к материалам лекций и практических занятий.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике.</p> <p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none">• проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины;• конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. <p>Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p>
Практические занятия	<p>Практические занятия обеспечивают выработку умений и навыков студентов при решении практических задач из области моделирования сложных объектов химической технологии в рамках изучаемой дисциплины.</p> <p>Освоение материалов по практическим занятиям обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none">• Проработка презентаций по практическим занятиям;• Самостоятельное выполнение индивидуальных заданий по моделированию объектов химической технологии и/или процессов и аппаратов защиты окружающей среды с реализацией расчетов на компьютере.
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами моделирования и автоматизированного расчета и исследования объектов химической технологии по разработанным математическим моделям.</p> <p>На лабораторных работах обучающийся изучает процесс или объект на основе взаимодействия с его математической моделью. В результате проведения лабораторного занятия обучающийся должен освоить методику исследования предметов сходного типа.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации, а также подготовки к экзамену.</p> <p>Самостоятельная работа связана с выполнением индивидуальных заданий.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с демонстрационным вариантом практического задания, перечнем вопросов, проработать конспекты лекций, проанализировать результаты выполнения лабораторных и практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.</p>

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
ПК-16/ второй этап	<p>Раскрывает методы построения моделей химико-технологических процессов на основе использования физических и химических закономерностей, описывающих процесс и математические методы определения эмпирических коэффициентов модели на основе экспериментальных исследований. Применяет математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и пакетов прикладных программ для научных исследований.</p> <p>Разрабатывает модели на основе анализа физических и химических закономерностей процесса, проведения необходимых исследований и математической обработки результатов проведенных исследований с помощью программы «Excel».</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практическое задание</p>	<p><i>Перечень вопросов для устного собеседования (27 вопросов)</i></p> <p><i>Перечень практических заданий (15)</i></p>

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
86 - 100	5 (отлично)	<p>Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Качество исполнения всех элементов практического задания полностью соответствует всем требованиям и выполнено без ошибок.</p> <p>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>
75 – 85	4 (хорошо)	<p>Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Индивидуальное практическое задание выполнено в достаточном объеме, но ограничивается только основными подходами к решению.</p> <p>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>
61 – 74		<p>Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.</p> <p>Имеются отдельные несущественные ошибки при выполнении практического задания, а также имеются отступления от правил оформления работы. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>
51 - 60	3 (удовлетво-	<p>Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют</p>

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
40 – 50	рительно)	существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. Практическое задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
		Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. Практическое задание выполнено полностью, но с многочисленными существенными ошибками. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов и практического задания, а также многочисленные грубые ошибки. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
1 – 16		Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Практическое задание не выполнено. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
0		Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.

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

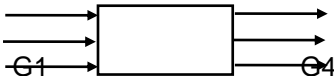
10.2.1. Перечень вопросов к экзамену, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопроса	№ темы
1.	Химико-технологическая система (ХТС). Элементы ХТС. Технологические операторы, их назначение и условные обозначения.	1
2.	Различные постановки задач расчета ХТС. Понятия синтеза и анализа ХТС	1
3.	Разомкнутые и замкнутые ХТС. Типы связей между элементами системы. Особенности расчета разомкнутых и замкнутых ХТС	1
4.	Сущность интегральных методов расчета ХТС. Применимость, достоинства и недостатки интегральных методов	2
5.	Расчет материальных потоков ХТС интегральным методом на основе уравнений материального баланса и линейных уравнений связи	2
6.	Сущность декомпозиционных методов расчета ХТС, их применимость, достоинства и недостатки	3
7.	Формальные методы определения последовательности расчета элементов разомкнутой ХТС. Возможность компьютерной реализации методов	3
8.	Структурный анализ замкнутой ХТС – основные этапы и их сущность	4
9.	Реализация итерационных алгоритмов расчета ХТС на основе результатов структурного анализа схемы	4
10.	Детерминированные математические модели: определение, подходы к построению, основные составляющие моделей	6
11.	Необходимость учета особенностей гидродинамической структуры потоков вещества при построении детерминированных математических моделей	7
12.	Типовые модели структуры потоков вещества в аппаратах: основные допущения и области применения.	7
13.	Математическое моделирование гидравлических систем. Модель трубопровода	7

№ п/п	Формулировка вопроса	№ темы
14	Математическое моделирование гидравлических систем. Моделирование процессов истечения жидкостей из емкостей	7
15	Моделирование теплообменного аппарата без изменения агрегатного состояния теплоносителей на основе модели идеального смешения и ячеечной.	8
16	Моделирование теплообменного аппарата без изменения агрегатного состояния теплоносителей на основе модели идеального вытеснения. Вывод уравнений модели для прямоточной схемы движения теплоносителей.	8
17.	Моделирование теплообменного аппарата без изменения агрегатного состояния теплоносителей на основе модели идеального вытеснения. Особенности решения системы уравнений для противоточной схемы движения теплоносителей.	8
18	Особенности учета зависимости свойств потоков в теплообменном аппарате от температуры.	8
19	Компьютерный расчет коэффициента теплопередачи для различного агрегатного состояния теплоносителей	9
20	Математическое моделирование химической кинетики	10
21	Модель химического реактора идеального смешения	10
22	Модель химического реактора идеального вытеснения	10
23	Эмпирико-статистические математические модели в автоматизированных расчетах. Исходные данные для построения моделей. Выбор формы уравнений. Общая постановка задачи построения моделей данного типа	11
24	Основные понятия, применяемые при построении эмпирико-статистических моделей: независимые переменные, факторы, функции отклика, объем выборки, выборочные оценки и др.	11
25	Метод наименьших квадратов и его использование при оценке коэффициентов линейных регрессионных уравнений. Вывод системы уравнений	11
26	Нелинейная регрессия общего вида.	11
27	Реализация линейной регрессии общего вида в Mathcad	11

10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций
Не предусмотрены.

Вариант типовых практических заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	В аппарат поступают 2 входных потока, для которых заданы массовые расходы G_1 и G_2 (в кг/ч), и 2 выходных с массовыми расходами G_3 и G_4 . Запишите уравнения материального баланса.	$G_1 + G_2 = G_3 + G_4$
2	В аппарат поступают 2 входных потока, для которых заданы объемные расходы V_1 и V_2 (в м ³ /ч), и 2 выходных с объемными расходами V_3 и V_4 . Плотности всех потоков известны, обозначим их как $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$ соответственно. Запишите уравнения материального баланса.	$V_1\rho_1 + V_2\rho_2 = V_3\rho_3 + V_4\rho_4$
3	Для химической реакции, протекающей по схеме $A_1 + A_2 \rightarrow 2 A_3$ запишите уравнение материального баланса, если в ходе реакции объем реакционной смеси не меняется.	$\frac{\tilde{N}_1^e - \tilde{N}_1^i}{-1} = \frac{\tilde{N}_2^e - \tilde{N}_2^i}{-1} = \frac{\tilde{N}_3^e - \tilde{N}_3^i}{+2}$
4	Составьте уравнения материального баланса смесителя-делителя потоков при следующих допущениях: структура потоков соответствует модели идеального смешения, режим смешения - установившийся, внутри элемента отсутствуют источники и стоки вещества, число входных и выходных потоков $n=3$. Расход потоков G_i на выходе определяется коэффициентами деления k_i - доля i -го выходного потока от общего расхода вещества через аппарат. 	$G_1 + G_2 + G_3 = G_4 + G_5 + G_6$ $G_4 = 0.96$ $G_5 = 0.84$ $G_6 = 0.6$

	<p>G2 G5 G3 G6</p> <p>G1=0.9; G2=0.8 ;G3=0.7 кг/с K1=0.4 ;k2=0.35 Определить расход потоков G_i на выходе.</p>	
5	<p>В начальный момент времени концентрация компонента А в аппарате идеального смешения <input type="text"/>, г/л. В аппарат подается чистая вода. Объемный расход v, л/с. Объем аппарата V, л. Составьте математическое описание аппарата, позволяющее определить изменение концентрации А на заданном интервале времени $[0, \tau_k]$.</p>	$\frac{dc}{d\tau} = -\frac{v}{V}c,$ <p>Начальные условия $c(0) = c_a^0$</p>
6	<p>В начальный момент времени концентрация компонента А в аппарате идеального смешения 0, г/л. В аппарат подается раствор, содержащий c_a^0, г/л, компонента А. Объемный расход v, л/с. Объем аппарата V, л. Составьте математическое описание аппарата, позволяющее определить изменение концентрации А на заданном интервале времени $[0, \tau_k]$.</p>	$\frac{dc}{d\tau} = -\frac{v}{V}(c_a^0 - c),$ <p>Начальные условия $c(0) = 0$</p>

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 экзамена и порядок ликвидации академической задолженности

Определяются Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013 г., протокол № 1)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение

10.3.3. Особенности проведения экзаменов

- время на подготовку к экзамену составляет 20 минут;
- время на выполнение практического задания составляет 45 минут;