

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по учебной работе

_____ А.Е. Рудин

«30» 06 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: Наноинженерия, композиты и биоматериалы

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	108
	Аудиторные занятия	51	34	12
	Лекции	17	17	4
	Лабораторные занятия	17	17	4
	Практические занятия	17		4
	Самостоятельная работа	21	38	87
	Промежуточная аттестация	36	36	9
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	6	8	7
	Зачет			
	Контрольная работа			7
	Курсовой проект			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		3	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						0,5	2,5					

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01.Химическая технология

На основании рабочего учебного плана

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. 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.	6	6	6
Тема 2. Интегральные методы расчета стационарных режимов ХТС.	6	6	6

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Сущность интегральных методов и их применимость. Ограничения методов. Расчет материальных потоков в замкнутой ХТС матричным методом.			
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	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	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	9
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	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	6
Тема 8. Моделирование теплообменных аппаратов с учетом принятой модели структуры потоков (задача в форме поверочного расчета).	6	6	16
Тема 9. Моделирование стационарных процессов в теплообменных аппаратах для целей проектного расчета	6	6	16
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	14
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	8
Текущий контроль 2 коллоквиум	2	2	
Текущий контроль (контрольная работа)			
Промежуточная аттестация (экзамен)	36	36	9
ВСЕГО:	108	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)

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	6	1
2	6	2	8	2	6	1
3	6	2	8	2	6	1
4	6	2	8	2	6	1
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		4

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			7	1
4	Матричный метод расчета ХТС. Структурный анализ ХТС, (практические занятия)	6	4			7	1
5	Расчет ХТС с помощью моделирующей программы, (практические занятия)	6	4			7	1
6	Модели структуры потоков, (практические занятия)	6	2			7	1
11	Эмпирические математические модели, (практические занятия).	6	3				
	ВСЕГО:		17				4

3.2. 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	7	1
8	Моделирование теплообменных аппаратов с учетом принятой модели структуры потоков	6	4	8	4	7	1
10	Моделирование химических реакторов с учетом выбранной гидродинамической модели структуры потоков.	6	4	8	4	7	1
11	Эмпирические математические модели Метод наименьших квадратов и его	6	5	8	5	7	1

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)
	использование для оценки коэффициентов эмпирических уравнений Реализация линейной регрессии в среде математического пакета Mathcad						
ВСЕГО:			17		17		4

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	6	14
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	6	11	8	20	7	53
Выполнение домашних заданий					7	20
Подготовка к экзаменам	6	36	8	36	7	9
ВСЕГО:			57	74		96

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
Лекции	Лекции с презентацией; рассмотрение примеров решения прикладных задач	4	4	2
Практические занятия	Компьютерное моделирование, дискуссия при анализе результатов моделирования	6		
Лабораторные занятия	Компьютерное моделирование, организация и проведение вычислительного эксперимента	6	4	2
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	30	<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	
40 – 50	3 (удовлетворительно)
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.: ФГБОУ ВПО «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	Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике. Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	<p>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.</p> <p>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</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>

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	программы «Excel».		

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)	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. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
75 – 85	4 (хорошо)	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. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
61 – 74		Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Имеются отдельные несущественные ошибки при выполнении практического задания, а также имеются отступления от правил оформления работы. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
51 - 60	3 (удовлетворительно)	Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют 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.
40 – 50		Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сути 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


№ п/п	Формулировка вопроса	№ темы
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
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.	$\frac{C_1^K - C_1^H}{-1} = \frac{C_2^K - C_2^H}{-1} = \frac{C_3^K - C_3^H}{+2}$
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	$G_1 + G_2 + G_3 = G_4 + G_5 + G_6$ $G_4 = 0.96$ $G_5 = 0.84$ $G_6 = 0.6$

	<p>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.</p>  <p>$G_1=0.9$; $G_2=0.8$; $G_3=0.7$ кг/с $K_1=0.4$; $k_2=0.35$ Определить расход потоков G_i на выходе.</p>	
5	<p>В начальный момент времени концентрация компонента А в аппарате идеального смешения <input type="checkbox"/> 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;