

УТВЕРЖДАЮ
 Первый проректор,
 проректор по учебной работе

_____ А. Е. Рудин

«30» _____ июня _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.08.02	Автоматизированные расчеты химико-технологических систем
(Индекс дисциплины)	(Наименование дисциплины)
Кафедра: 18	Инженерной химии и промышленной экологии
Код	Наименование кафедры
Направление подготовки:	<u>20.03.01 Техносферная безопасность</u>
Профиль подготовки:	<u>Инженерная защита окружающей среды</u>
Уровень образования:	<u>бакалавриат</u>

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	252	252	252
	Аудиторные занятия	102	68	24
	Лекции	17	17	8
	Лабораторные занятия	34	34	12
	Практические занятия	51	17	4
	Самостоятельная работа	150	184	220
	Промежуточная аттестация			8
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	5,6	7, 8	7, 8
	Контрольная работа			7
	Курсовой проект (работа)	6	8	8
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		7	7	7

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

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

На основании учебных планов № 1/1/645, 1/2/425, 1/3/427

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 математического моделирования сложных технических систем и их элементов в целях исследования, прогнозирования результатов функционирования, оптимизации, в том числе с позиций энерго- и ресурсосбережения.

1.3. Задачи дисциплины

- продемонстрировать концептуальные подходы к постановке и решению задач анализа и синтеза сложных химико-технологических систем (ХТС);
- обучить математическому аппарату, применяемому для решения задач расчета сложных ХТС, в том числе в системах автоматизированного расчета;
- сформировать навыки построения математических моделей типовых процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии на основе феноменологических и эмпирико-статистических подходов и исследования процессов по этим моделям.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-20	способность принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные	Второй
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основы моделирования технологических систем как совокупности технологических аппаратов; математические основы расчета сложных химико-технологических систем Уметь: 1) разрабатывать математические описания технологических систем на основе интегральных и декомпозиционных методов Владеть: 1) навыками расчета технологических систем с использованием доступного программного обеспечения; навыками проведения расчетов для обоснования проектов расширения и реконструкции действующих производств		

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

- Органическая химия и основы биохимии (ПК-20);
- Аналитическая химия (ПК-20);
- Тепломассообменные процессы в промышленной экологии (ПК-20).

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.	8	5	8
Тема 2. Интегральные методы расчета стационарных режимов ХТС. Сущность интегральных методов и их применимость. Ограничения методов. Расчет материальных потоков в замкнутой ХТС матричным методом.	12	10	12
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.	16	9	14
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.	16	12	20
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 M92.	14	10	14
Текущий контроль 1 (письменный экспресс-опрос).	2	2	
Учебный модуль 2. Типовое информационное обеспечение автоматизированных расчетов химико-технологических систем			
Тема 6. Специализированные базы и банки данных как основа информационного обеспечения автоматизированных расчетов. Базы данных как совокупность связанных табличных структур. Компоненты баз данных. Системы управления базами данных (СУБД), их назначение и основные функции. СУБД универсальные и специализированные (повторение материала из курса информатики)	14	9	10
Тема 7. Банк данных по физико-химическим свойствам веществ и смесей как инструмент автоматизированного расчета свойств технологических потоков. Этапы создания банка данных. Выбор уравнений для оценки свойств чистых веществ и их смесей. Определение набора физико-химических констант и параметров корреляций для хранения в базе данных. Специализированная СУБД банка данных и ее использование в обслуживании базы данных и расчетах свойств потоков. Использование банка данных по физико-химическим свойствам веществ и смесей в программных модулях расчета элементов ХТС.	16	12	8
Тема 8. Построение и применение баз данных (БД) по типовому оборудованию. Общий подход к построению и хранению данных. Изучение принципов создания и применения БД на примере базы данных по теплообменным кожухотрубным аппаратам.	12	9	12
Тема 9. Эмпирические математические модели: получение и их использование в информационном обеспечении технологических расчетов. Моделируемый процесс как «черный ящик». Независимые переменные и функции 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.	26	22	20
Текущий контроль 2 (письменный экспресс-опрос)	2	2	

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Текущий контроль (контрольная работа)			22
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	6	6	4
Учебный модуль 3. Детерминированные математические модели элементов ХТС			
Тема 10. 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.	10	18	10
Тема 11. Моделирование гидравлических систем как пример построения детерминированных моделей разной математической формы. Моделирование процессов в установках монтежу. Моделирование короткого разветвленного трубопровода. Моделирование процессов истечения.	8	18	8
Тема 12. Моделирование стационарных процессов в теплообменных аппаратах для целей проектного расчета	12	20	12
Текущий контроль 3 (письменный экспресс-опрос)	2	2	
Учебный модуль 4. Математическое моделирование аппаратов с учетом выбранной гидродинамической модели структуры потоков			
Тема 13. Моделирование теплообменных аппаратов с учетом принятой модели структуры потоков (задача в форме поверочного расчета).	18	18	20
Тема 14. 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.	14	18	16
Тема 15. Подходы к моделированию массообменных процессов и аппаратов.	8	12	8
Текущий контроль 4 (письменный экспресс-опрос)	2	2	
Промежуточная аттестация по дисциплине (курсовая работа)	30	30	30
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет с оценкой)	4	6	4
ВСЕГО:	252	252	252

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	5	1	7	1	6	0.5
2	5	2	7	2	6	1
3	5	2	7	2		
4	5	2	7	2	6	1
5	5	2	7	2		
6	5	2	7	2	6	0.5
7	5	2	7	2		
8	5	2	7	2		
9	5	2	7	2	6	1
10					7	1
11					7	1
12						
13					7	1
14					7	1

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
15						
ВСЕГО:		17		17		8

3.2. Практические и семинарские

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)
2	Расчет материальных потоков в замкнутой ХТС интегральным (матричным) методом (компьютерное моделирование)	5	4	7	2	6	1
3	Расчет материальных потоков в разомкнутой ХТС (компьютерное моделирование)	5	4	7	2		
4	Структурный анализ замкнутой ХТС (компьютерное моделирование)	5	6	7	3	6	1
4	Компьютерный расчет замкнутой ХТС итерационным методом (компьютерное моделирование)	5	2	7	1	6	1
5	Автоматизированный расчет потоков в замкнутой ХТС с помощью моделирующей программы (компьютерное моделирование)	5	4	7	2		
7	Изучение структуры и возможностей банка данных по свойствам веществ и смесей и его СУБД (компьютерное моделирование)	5	2	7	1	6	1
7	Автоматизированная оценка свойств технологических потоков в модулях расчета аппаратов по банку данных (компьютерное моделирование)	5	4	7	2		
9	Метод наименьших квадратов и его использование для оценки коэффициентов эмпирических уравнений (компьютерное моделирование)	5	4	7	2		
9	Реализация линейной регрессии в среде математического пакета Mathcad (компьютерное моделирование)	5	4	7	2		
ВСЕГО:			51		17		4

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)
9	Исследование методов аппроксимации функций при построении эмпирических математических моделей					7	4
10	Определение параметров гидродинамических моделей структуры потоков по экспериментальным данным	6	4	8	4	8	2
11	Исследование гидравлических систем по математическим моделям	6	4	8	4		
12	Изучение зависимости формы математического описания теплообменных аппаратов от выбранной гидродинамической структуры потоков теплоносителей	6	6	8	6	8	2
13	Оценка коэффициента теплопередачи для различных состояний теплоносителей в компьютерных расчетах	6	6	8	6		
14	Моделирование и расчет кинетики химического взаимодействия	6	4	8	4	8	2
14	Исследование моделей химических реакторов	6	6	8	6	8	2
15	Метод аналогий в моделировании тепло- и массопереноса	6	4	8	4		
ВСЕГО:			34		34		12

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цели и задачи курсовой работы)

Основной целью курсовой работы является привитие студентам навыков самостоятельной постановки и реализации задачи математического моделирования как отдельного аппарата (элемента ХТС), так и химико-технологической системы в целом.

4.2. Тематика курсовой работы

Курсовая работа выполняется студентами по индивидуальному заданию. Типовое задание на выполнение курсовой работы включает две обязательные части:

- расчет замкнутой ХТС интегральным и декомпозиционным методами с проверкой результата в моделирующей программе (20 вариантов индивидуальных заданий, представляющих собой графическое описание структуры ХТС и набор уравнений связи между элементами);
- разработка математического описания аппарата как элемента ХТС и реализация модели с последующим вычислительным экспериментом:
 - моделирование химических реакторов различного типа;
 - моделирование теплообменных аппаратов различного типа;
 - моделирование колонных массообменных аппаратов для абсорбции;
 - моделирование адсорбционных аппаратов;
 - компьютерный анализ данных с построением эмпирических математических моделей.

4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Выбор способа реализации заданий курсовой работы (язык программирования, автоматизированная среда моделирования и расчета, математические программы) – по желанию студента. Рекомендуемые средства реализации – Borland Delphi, Mathcad.

Результаты представляются в виде пояснительной записки объемом от 20 стр., включая тексты разработанных программных продуктов. Пояснительная записка выполняется в текстовом редакторе с соблюдением правил оформления по ГОСТ 7.32-2001. При защите курсовой работы обучающимся должны быть продемонстрированы работоспособные программные продукты.

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	Письменный экспресс-опрос	5	2	7	2		
3, 4	Письменный экспресс-опрос	6	2	8	2		
1, 2	Контрольная работа					7	1

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	5	26	7	30	6	20
			8	30	7	44
					8	32
Подготовка к практическим (семинарским) и лабораторным занятиям	5	44	7	38	6	8
	6	40	8	44	7	30
				8	34	
Выполнение домашних заданий					7	22
Выполнение курсовых проектов (работ)	6	30	8	30	8	30
Подготовка к зачетам	5	6	7	6	7	4
	6	4	8	6	8	4
ВСЕГО:		150		184		228

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	Лекция с презентацией; рассмотрение примеров решения прикладных задач	4	4	2
Практические занятия	Компьютерное моделирование, дискуссия при коллективном анализе результатов моделирования	12	4	1
Лабораторные занятия	Компьютерное моделирование, организация и проведение вычислительного эксперимента, мастер-класс.	8	8	3
	ВСЕГО:	24	16	6

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 практических занятий, выполнение индивидуальных заданий	60	<u>1-й семестр изучения дисциплины</u> <ul style="list-style-type: none"> 1 балл за каждое занятие (всего 16 занятий в семестре), максимум 16 баллов; 8 баллов за каждое решение индивидуального задания и успешную защиту (всего 8 заданий в семестре), максимум 64 балла; 10 баллов за корректные ответы на вопросы текущего контроля (всего 2 контрольных опроса в семестре), максимум 20 баллов
		25	<u>2-й семестр изучения дисциплины</u> <ul style="list-style-type: none"> 2 балла за каждое занятие (всего 8 занятий в семестре), максимум 16 баллов; 10 баллов за каждую своевременно выполненную и успешно защищенную лабораторную работу (всего 7 заданий в семестре), максимум 70 баллов; 14 баллов за корректные ответы на вопросы текущего контроля, максимум 14 баллов
2	Выполнение курсовой работы	40	<u>2-й семестр изучения дисциплины</u> <ul style="list-style-type: none"> 20 баллов за правильность оформления пояснительной записки по ГОСТ 7.32-2001, максимум 20 баллов; 50 баллов за правильность и полноту решения задач индивидуального задания на курсовую работу, максимум 50 баллов; 30 баллов за корректные ответы на вопросы при защите курсовой работы, максимум 30 баллов.
3	Сдача зачета	40	<u>1-й семестр изучения дисциплины</u> <ul style="list-style-type: none"> 40 баллов за ответ на теоретический вопрос (полнота, владение терминологией, затраченное время, всего 1 вопрос) – максимум 40 баллов; 60 баллов за обоснованное корректное решение практического задания, максимум 60 баллов.
		35	<u>2-й семестр изучения дисциплины</u> <ul style="list-style-type: none"> 40 баллов за ответ на теоретический вопрос (полнота, владение терминологией, затраченное время, всего 1 вопрос) – максимум 40 баллов; 60 баллов за обоснованное корректное решение практического задания, максимум 60 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. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Киселева, И. А. Моделирование эколого-экономических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ И. А. Киселева – Электрон. текстовые данные. – М.: Евразийский открытый институт, 2011. – 120 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10790>. – ЭБС «IPRbooks».
2. Данилов, А. М. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ А. М. Данилов, И. А. Гарькина, Э. Р. Домке – Электрон. текстовые данные. – Пенза: Пензенский гос. ун-тет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ, 2011. – 296 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23100>. – ЭБС «IPRbooks».
3. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец— Электрон. текстовые данные. – Брянск: Брянский гос. технич. ун-тет, 2012. – 271 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>. – ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

1. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учеб. Пособие / А. Ю. Закгейм. – Электрон. текстовые данные. – М.: Логос, 2012. – 304 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9103>. – ЭБС «IPRbooks»
2. Алексеев, Е. В. Моделирование систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ Е. В. Алексеев, В. Б. Викулина, П. Д. Викулин. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московский гос. строительный ун-тет, ЭБС АСВ, 2015. – 128 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40194>. – ЭБС «IPRbooks».
3. Бусыгин, Н. Ю. Автоматизированные расчеты химико-технологических систем. Интегральные и декомпозиционные методы / Н. Ю. Бусыгин, И. В. Баргов. – СПб.: СПГУТД, 2015. – 47 с. Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2493, по паролю.
4. 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. – Рег. № 0321400598 (Информрегистр). – Режим доступа: <http://publish.sutd.ru/mathcad> – свободный доступ; http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2178, по паролю.
5. Методы и средства автоматизированных расчетов в экологии. Курсовая работа [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Бусыгин Н. Ю. — СПб.: СПГУТД, 2015.— 36 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2249, по паролю.

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

1. 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.
2. 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. ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru>
2. ЭБС «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. Microsoft Windows 10 Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows 10 Pro Russian Upgrade Open No Level Academic);
2. Office Professional Plus 2007 Russian Academic No Level;
3. Mathcad Education – University Edition.
4. Банк данных по физико-химическим свойствам веществ и смесей; моделирующая программа расчета ХТС произвольной структуры (разработки сотрудников кафедры ИХПЭ);
5. Учебно-методические материалы сетевого доступа (свободный доступ через сайт кафедры).

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 зачетам необходимо ознакомиться с демонстрационным вариантом задания (перечнем вопросов, практических заданий), 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-20/ второй этап	<p>Приводит определение технологической системы, описывает типы связей между элементами, различия между замкнутыми и разомкнутыми системами; описывает постановку задачи синтеза и анализа системы; характеризует интегральные и декомпозиционные методы расчета систем; формулирует принцип эмерджентности для химико-технологических систем (ХТС), обосновывает необходимость моделирования и расчета ХТС в целом, объясняет принципы построения математических описаний ХТС на основе уравнений материального и теплового балансов элементов.</p> <p>Составляет единое математическое описание системы на основе уравнений материального и теплового балансов (интегральный подход); проводит структурный анализ замкнутой системы; составляет математические описания элементов; выбирает методы решения систем уравнений модели.</p> <p>Формализует математическую задачу расчета химико-технологических систем (ХТС), применяет адекватные алгоритмы решения системы уравнений с учетом ее особенностей, получает решение и анализирует его с позиций взаимного влияния режимов работы аппаратов и узлов ХТС для целей сокращения негативного влияния на окружающую среду; выполняет проектные и поверочные расчеты системы и ее элементов с использованием выбранных прикладных и специализированных программ; анализирует результаты расчета; проводит вычислительный эксперимент по повышению эффективности энерго- и ресурсосберегающих процессов</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Курсовая работа</p>	<p><i>Перечень вопросов для устного собеседования (35 вопросов)</i></p> <p><i>Перечень тем и индивидуальных заданий (10 заданий)</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	
		Устное собеседование	Курсовая работа
86 - 100	5 (отлично)	<p>Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу.</p> <p>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>	<p>Обучающийся всесторонне и глубоко разработал тему на основе широкого круга источников технической литературы и нормативно-технической документации, проявил самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, представил правильные расчеты и выводы, применил разнообразные методы решения; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при защите курсовой работы не допущены погрешности в интерпретации подхода к решению задачи и результатов.</p>
75 – 85	4 (хорошо)	<p>Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный.</p> <p>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме выполнил курсовую работу, представил решение задач разнообразными методами, проявил самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, представил правильные расчеты и выводы; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при защите курсовой работы допущены небольшие погрешности в интерпретации подхода к решению задачи и результатов.</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>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме выполнил курсовую работу, представил решение задач разнообразными методами, проявил самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, представил правильные расчеты и выводы; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при защите курсовой работы допущены небольшие погрешности в интерпретации подхода к решению задачи и результатов, допущены нарушения или небрежность в оформлении работы.</p>
51 - 60	3 (удовлетворительно)	<p>Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления</p>	<p>Обучающийся в целом выполнил курсовую работу, представил решение всех задач, но проявил недостаточную самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, и</p>

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
		Устное собеседование	Курсовая работа
		в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	потребовалась существенная помощь преподавателя; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения).
40 – 50		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. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Обучающийся в целом выполнил курсовую работу, представил решение всех задач, но проявил недостаточную самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, и потребовалась существенная помощь преподавателя; пояснительная записка оформлена небрежно.
17 – 39		Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Обучающимся представлена частично выполненная курсовая работа (решены не все задачи), предусмотренные методической литературой.
1 – 16	2 (неудовлетворительно)	Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Обучающимся представлена частично выполненная курсовая работа (решены не все задачи), при этом содержащая грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании студентом разрабатываемой им темы.
0		Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы.
40 – 100	Зачтено	Обучающийся своевременно выполнил индивидуальные задания на практических занятиях, представил результаты в виде рабочих листов Mathcad, защитил работы, возможно допуская несущественные* ошибки в ответе на вопросы преподавателя. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	
0 – 39	Не зачтено	Обучающийся выполнил частично индивидуальные задания на практических занятиях, не в полном объеме представил результаты в виде рабочих листов Mathcad, не защитил работы и/или допустил существенные** ошибки в ответе на вопросы преподавателя. 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 (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопроса (задания)	№ 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.	Общие требования унификации при построении автоматизированных систем расчета ХТС произвольной структуры.	5
11.	Информационное обеспечение автоматизированных систем расчета ХТС произвольной структуры.	5
12.	Особенности автоматизированного расчета ХТС в среде моделирующей программы M92.	5
13.	Понятие баз данных. Реляционные базы данных	6
14.	Система управления базой данных (СУБД) – общее понятие и назначение. Универсальные и специализированные СУБД.	6
15.	Назначение и структура банка данных по физико-химическим параметрам веществ и смесей. Особенности СУБД	7
16.	Технология использования модулей расчета свойств из библиотеки банка данных по физико-химическим параметрам веществ и смесей в расчетах элементов ХТС.	7
17.	Анализ общих подходов к построению специализированных баз данных по параметрам технологического оборудования.	8
18.	Эмпирико-статистические математические модели в автоматизированных расчетах. Исходные данные для построения моделей. Выбор формы уравнений. Общая постановка задачи построения моделей данного типа	8
19.	Основные понятия, применяемые при построении эмпирико-статистических моделей: независимые переменные, факторы, функции отклика, объем выборки, выборочные оценки и др.	9
20.	Метод наименьших квадратов и его использование при оценке коэффициентов линейных регрессионных уравнений. Вывод системы уравнений.	9
21.	Нелинейная регрессия общего вида.	9
22.	Реализация линейной регрессии общего вида в Mathcad.	9
23.	Детерминированные математические модели: определение, подходы к построению, основные составляющие моделей	10
24.	Необходимость учета особенностей гидродинамической структуры потоков вещества при построении детерминированных математических моделей	10
25.	Типовые модели структуры потоков вещества в аппаратах: основные допущения и области применения.	10
26.	Математическое моделирование гидравлических систем. Модель трубопровода	11
27.	Математическое моделирование гидравлических систем. Моделирование процессов истечения жидкостей из емкостей	11
28.	Моделирование теплообменного аппарата без изменения агрегатного состояния теплоносителей на основе модели идеального смешения и ячеечной.	12
29.	Моделирование теплообменного аппарата без изменения агрегатного состояния теплоносителей на основе модели идеального вытеснения. Вывод уравнений модели для проточной схемы движения теплоносителей.	12

№ п/п	Формулировка вопроса (задания)	№ темы
30.	Моделирование теплообменного аппарата без изменения агрегатного состояния теплоносителей на основе модели идеального вытеснения. Особенности решения системы уравнений для противоточной схемы движения теплоносителей.	12
31.	Особенности учета зависимости свойств потоков в теплообменном аппарате от температуры.	13
32.	Компьютерный расчет коэффициента теплопередачи для различного агрегатного состояния теплоносителей	13
33.	Математическое моделирование химической кинетики	14
34.	Модель химического реактора идеального смешения	14
35.	Модель химического реактора идеального вытеснения	14

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

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 экзаменам и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013г., 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 устному собеседованию составляет 15 минут;
- время на выполнение практического задания на компьютере – 45 минут;
- при защите курсовой работы демонстрация студентами работоспособных программных продуктов, представленных в пояснительной записке, обязательна.