

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор,
проректор по учебной работе

_____ А.Е. Рудин

«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.02	Химические расчеты в защите окружающей среды
(Индекс дисциплины)	(Наименование дисциплины)
Кафедра: 18	Инженерной химии и промышленной экологии
Код	Наименование кафедры
Направление подготовки:	20.04.01 Техносферная безопасность
Профиль подготовки:	Инженерная защита окружающей среды
Уровень образования:	магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	144	144	
	Аудиторные занятия	68	51	
	Лекции	17	17	
	Лабораторные занятия	17	17	
	Практические занятия	34	17	
	Самостоятельная работа	49	66	
	Промежуточная аттестация	27	27	
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	2	3	
	Дифференцированный зачет			
	Контрольная работа			
	Курсовая работа			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4	4	

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

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»

На основании учебных планов № 2/1/216, 2/2/217

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 материальных, кинетических, физико-химических расчетов, в том числе автоматизированных с применением современных прикладных программ и баз данных.

1.3. Задачи дисциплины

- рассмотреть методологические основы проведения материальных расчетов и расчетов расходных коэффициентов в технологических процессах инженерной защиты окружающей среды;
- познакомить с доступными современными прикладными пакетами для автоматизации расчетов и реализованными в них численными методами вычислений и оптимизации;
- закрепить навыки применения математических методов оценки параметров технологических процессов и их оптимизации;
- рассмотреть возможности применения численных методов и компьютерной техники при обработке результатов экспериментов.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-8	способность ориентироваться в полном спектре научных проблем профессиональной области	первый
Планируемые результаты обучения Знать: 1) Технологические процессы и режимы обращения с отходами. Уметь: 1) Применять методологию расчета и применения наилучших доступных технологий на основе экологически обоснованного и экономически оправданного выбора. Владеть: 1) Навыками составления прогнозного расчета экономической и технологической эффективности внедрения альтернативных наилучших доступных технологий, прогрессивных методов и форм организации труда		
ПК-11	способность идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели, математически описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять машинное моделирование изучаемых процессов	первый
Планируемые результаты обучения Знать: 1) Методы оптимизации технологических процессов. Уметь: 1) Применять методы математического моделирования для поиска оптимальных параметров технологического процесса. Владеть: 1) Навыками интерпретации результатов оптимизационного эксперимента		

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

- Информационные технологии в сфере безопасности (ПК-8);
- Экологическая химия (ПК-8).

Формирование компетенции ПК-11 базируется на компетенциях, сформированных на предыдущих уровнях образования.

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. Численные методы в химических и технологических расчетах и их реализация в прикладных программных пакетах			
Тема 1. Математическое моделирование как метод исследования. Типовые математические задачи, возникающие в расчетной практике и при обработке экспериментальных данных. Обзор доступных прикладных математических пакетов программ.	8	8	
Тема 2. Обзор задач, приводящих к системам линейных алгебраических уравнений. Типовые численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений и их реализация в различных программных пакетах.	10	10	
Тема 3. Обзор задач, приводящих к нелинейным алгебраическим уравнениям и системам таких уравнений. Типовые численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений и их реализация в различных программных пакетах.	10	10	
Тема 4. Обзор задач, приводящих к системам дифференциальных уравнений. Типовые численные методы решения дифференциальных уравнений и их реализация в различных программных пакетах.	10	10	
Текущий контроль 1 (коллоквиум)	2	2	
Учебный модуль 2. Математическое моделирование и практические расчеты в химии и технологии			
Тема 5. Материальные расчеты процессов, сопровождающихся химическими реакциями. Расчет расходных коэффициентов и материальных балансов.	16	16	
Тема 6. Расчеты по химической кинетике и их реализация. Вычислительные особенности расчета неизотермических реакторов.	13	13	
Тема 7. Особенности расчета химических аппаратов с теплопередачей. Обзор подходов к расчету тепловых процессов при различном агрегатном состоянии потоков и различных гидродинамических условий проведения процесса.	16	16	
Текущий контроль 2 (решение типовой контрольной задачи)	2	2	
Учебный модуль 3. Математические подходы к обработке экспериментальных исследований в химии и технологии.			
Тема 8. Математический аппарат для построения эмпирико-статистических моделей. Типовые средства реализации статистических методов. Особенности обработки данных планированного эксперимента.	16	16	
Тема 9. Оптимизационные методы в химических расчетах. Использование одно- и многопараметрических методов оптимизации для оценки параметров процессов и их математических моделей	12	12	
Текущий контроль 3 (решение типовой контрольной задачи)	2	2	
Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)	27	27	
Всего:	144	144	

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.3. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	2	1	3	1		
2	2	2	3	2		
3	2	2	3	2		
4	2	2	3	2		
5	2	2	3	2		
6	2	2	3	2		
7	2	2	3	2		
8	2	2	3	2		
9	2	2	3	2		
ВСЕГО:		17		17		

3.1. 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)
1	Пользовательские и встроенные функции в Mathcad (компьютерные расчеты)	2	1	3			
1	Вычислительные возможности электронных таблиц (компьютерные расчеты)	2	1	3			
2	Системы линейных алгебраических уравнений в расчетах материальных и тепловых балансов аппаратов. Преобразование сложных систем к стандартному виду и решение (упражнения и компьютерные расчеты)	2	2	3	1		
3	Нелинейность физико-химических процессов и модели в форме систем алгебраических уравнений (упражнения и компьютерные расчеты)	2	2	3	2		
4	Модели стационарных и нестационарных процессов в форме систем дифференциальных уравнений: построение и решение (упражнения и компьютерные расчеты)	2	4	3	2		
5	Материальные расчеты: расчет расходных коэффициентов (упражнения и компьютерные расчеты)	2	2	3	2		
5	Материальные расчеты: материальный баланс процесса (упражнения и компьютерные расчеты)	2	4	3	2		

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)
6	Построение математического описания химических реакторов на основе гидродинамических моделей разного типа (упражнения и компьютерные расчеты)	2	4	3	2		
7	Моделирование неизотермического химического реактора с теплопередачей (упражнения и компьютерные расчеты)	2	4	3	2		
8	Аппроксимация функций в обработке данных: нелинейные модели и подходы к их получению (упражнения и компьютерные расчеты)	2	4	3	2		
8	Планирование эксперимента: основные понятия и этапы (упражнения и компьютерные расчеты)	2	2	3			
9	Оценка констант скоростей реакции по экспериментальной кинетической кривой оптимизационным методом (упражнения и компьютерные расчеты)	2	4	3	2		
ВСЕГО:			34		17		

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)
4	Исследование точности методов решения дифференциальных уравнений в моделях аппаратов	2	2	3	2		
6	Моделирование кинетики химического или биохимического процесса и проведение вычислительного эксперимента по модели	2	4	3	4		
7	Проведение вычислительного эксперимента по модели химического реактора (экзотермическая реакция)	2	4	3	4		
8	Расчетные исследования различных методов аппроксимации функций при обработке экспериментальных данных	2	4	3	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)
9	Постановка и исследование оптимизационной задачи на примере химического реактора	2	3	3	3		
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	<i>Коллоквиум</i>	2	1	3	1		
2,3	<i>Решение типовой контрольной задачи</i>	2	2	3	2		

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	2	20	3	30		
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	2	29	3	36		
Подготовка к экзамену	2	27	3	27		
ВСЕГО:		76		93		

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	Проблемная лекция, дискуссия, мозговой штурм	4	4	
Практические занятия	Мультимедийные презентации, мастер-класс, интерактивный поиск материалов, программирование задач	10	6	
Лабораторные занятия	Компьютерное моделирование, анализ и обсуждение результатов вычислительного эксперимента	8	8	
ВСЕГО:		22	18	

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, лабораторных и практических занятий, прохождение текущего контроля	60	<ul style="list-style-type: none">• 1 балл за посещение каждого аудиторного занятия (всего 34 в семестре), максимум 34 балла;• 2 балл за каждую <u>своевременно</u> выполненное задание практического занятия (всего 12 работ в семестре), максимум 24 балла;• до 4 баллов за каждое выполненную и успешно защищенную лабораторную работу(всего 5 работ в семестре), максимум 20 балл;• до 8 баллов за успешно пройденный коллоквиум (всего 1 в семестре), максимум 8 баллов;• до 7 баллов за самостоятельно решенную типовую контрольную задачу текущего контроля (всего 2 в семестре), максимум 14 баллов.
2	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. Шатихина Т.А. Инженерная защита гидросферы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Т.А. Шатихина— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2012.— 358 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16197.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Панов В. П. Инженерная защита окружающей среды [Электронный ресурс]: учебник / Панов В. П., Бусыгин Н. Ю. — СПб.: ИЦ, 2014.— 326 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2049, по паролю.

3. Братчикова И.Г. Физико-химические основы инженерной экологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ И.Г. Братчикова— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский университет дружбы народов, 2011.— 124 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11405.html>.— ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная литература и другие информационные источники

1. Бусыгин Н. Ю. Методы и средства автоматизированных расчетов в экологии. Решение

задач в среде Mathcad [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бусыгин Н. Ю. — СПб.: СПГУТД, 2014.— 258 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2178, по паролю.

2. Алексеенко В.А. Химические элементы в городских почвах [Электронный ресурс]: монография/ В.А. Алексеенко, А.В. Алексеенко— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2014.— 312 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30673.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Химические расчеты в защите окружающей среды. Материальные расчеты технологических процессов очистных сооружений [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Бусыгин Н. Ю., Левина В. И. — СПб.: СПГУТД, 2015.— 27 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2495, по паролю.

4. Зыкова И. В. Активный ил биологических очистных сооружений и тяжелые металлы: поглощение и выделение [Электронный ресурс]: монография / Зыкова И. В., Панов В. П., Бусыгин Н. Ю. — СПб.: СПГУТД, 2011.— 319 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=999, 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 доступ 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. 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.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс с выделенным сервером и постоянным подключением к Интернету.
Видеопроектор с экраном, компьютер, ноутбук.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Презентации по темам лекций, видеофильмы.

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>

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	На практических семинарах разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся работают с конкретными ситуациями, овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации
Лабораторные занятия	Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами, оборудованием, технологиями и др.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и других источников информации, а также подготовки к коллоквиуму, самостоятельному решению задач и экзамену. При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться перечнем вопросов, проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.

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-8/первый этап	<p>Излагает физико-химические основы процессов очистки сточных вод, газовых выбросов, переработки отходов для выполнения научно- и технически обоснованных расчетов технологических параметров.</p> <p>Обоснованно выбирает технологические решения для очистки сбросов и выбросов при конкретных исходных данных, сформулирует постановку задачи технологического расчета процесса</p> <p>Рассчитывать материальные балансы и расходные коэффициенты по реагентам и вспомогательным веществам, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практическое задание</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (15 вопросов)</p> <p><i>Перечень заданий (5 заданий)</i></p>
ПК – 11/первый этап	<p>Излагает математические основы поиска оптимальных условий реализации технологического процесса по математическим моделям или на основе оптимизационного эксперимента</p> <p>Разрабатывает математические модели процесса или составляет план эксперимента для поиска оптимальных технологических решений</p> <p>Приводит аргументы для обоснования программы модернизации технологических процессов в сфере инженерной защиты окружающей среды</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практическое задание</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (14 вопросов)</p> <p><i>Перечень заданий (5 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
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 практико-ориентированного задания полностью соответствует всем требованиям. 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 практико-ориентированное задание выполнено в достаточном объеме, но ограничивается только основными подходами. 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 практико-ориентированного задания и 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. Практико-ориентированное 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 сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. Практико-ориентированное 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 практико-ориентированного 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. Практико-ориентированное 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	Специализированные информационные ресурсы для автоматизации расчетов в химии, экологии и инженерной защите окружающей среды.	1
2	MS Excel и особенности организации матричных операций.	1
3	Mathcad как специализированная среда для решения математических задач: обзор основных возможностей	1
4	Пользовательские и встроенные функции Mathcad и их применение	1
5	Системы линейных алгебраических уравнений. Запись системы в стандартной форме. Матричное представление системы.	2
6	Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	2
7	Решение системы линейных алгебраических уравнений в матричной форме в Mathcad и MS Excel.	2
8	Понятие корня нелинейного алгебраического уравнения. Отличие точного решения и решения, полученного численным методом. Запись нелинейного алгебраического уравнения в стандартной форме. Решение нелинейных алгебраических уравнений в MS Excel методом подбора параметров.	3
9	Решение нелинейного алгебраического уравнений. Метод деления отрезка пополам.	3
10	Итерационные методы решения нелинейного алгебраического уравнений. Методы Ньютона, секущих, итераций. Условия сходимости методов.	3
11	Методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений.	3
12	Матричное представление системы нелинейных алгебраических уравнений. Решение подобных систем в Mathcad	3
13	Решение дифференциального уравнения и системы таких уравнений. Форма представления результата численного решения системы дифференциальных уравнений. Возможность аналитического решения в Mathcad.	4
14	Численные методы решения систем дифференциальных уравнений: сущность методов и сравнений точности решения. Реализация в Mathcad.	4
15	Численные методы решения систем дифференциальных уравнений: сущность методов и сравнений точности решения. Реализация в MS Excel.	4
16	Принципы расчета расходных коэффициентов по схеме реакции	5
17	Принципы составления материальных балансов процесса с учетом схемы реакции и степени превращения	5
18	Расчет материальных потоков в замкнутых ХТС интегральным методом на основе уравнений материальных балансов и уравнений связи	5
19	Принципы построения уравнений химической кинетики	6
20	Формальное описание кинетики химического взаимодействия. Материальный баланс. Закон действующих масс. Составление и решение кинетических уравнений для простой и сложной химической реакции.	6
21	Математическое описание химических реакторов на базе модели идеального вытеснения. Привести примеры составления уравнений. Подход к решению систем уравнений.	6
22	Учет тепловых эффектов химических реакций и условий теплопередачи	7
23	Расчеты стационарных режимов теплопередачи с учетом агрегатных состояний потоков	7
24	Построение и использование эмпирических статистических моделей. Метод наименьших квадратов: постановка задачи и ее реализация на ПЭВМ.	8
25	Реализация линейной регрессии общего вида в Mathcad.	8
26	Основные этапы планирования эксперимента и обработка результатов	8
27	Построение оптимизационного эксперимента	9
28	Методы оптимизации и их использование при оценке параметров процессов	9
29	Оценка констант скоростей химической реакции по экспериментальной кинетической кривой с использованием методов оптимизации	9

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

Вариант типовых практических заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Вариант задания	Ответ
1	<p>Определить расход пероксида водорода на минерализацию органических примесей 1 м³ сточной воды, содержащей 10 мг/дм³ глицина (NH₂-CH₂-COOH) и 20 мг/дм³ формальдегида (CH₂O), протекающих при использовании фотокаталитической обработки стока. Деструкция протекает на 90 % при введении стехиометрической нормы пероксида водорода.</p>	<p><i>Решение.</i> Минерализация органических примесей воды протекает по реакциям: $2\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} + 9\text{H}_2\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 14\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$</p> <p>Для полной минерализации глицина (молярная масса 75 г/моль) и формальдегида (молярная масса 30 г/моль) по выше приведенным уравнениям требуется пероксида водорода:</p> $m'_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{9 \cdot 34 \cdot 10}{2 \cdot 75} = 20,4 \text{ г,}$ $m''_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{2 \cdot 34 \cdot 20}{30} = 45,3 \text{ г.}$ <p>Суммарный расход H₂O₂ составит 20,4 + 45,3 = 65,7 г/м³.</p>
2	<p>Определить расход активированного угля, используемого для извлечения на 95 % фенола из сточной воды при его содержании 0,2 мг/дм³, если адсорбционная емкость активированного угля составляет 10 мг/г угля. Расчет провести на 1 м³ сточной воды.</p>	<p>Молярная масса фенола C₆H₅OH 94 г/моль. При степени извлечения фенола из воды 95 % необходимо адсорбировать из 1 м³ стока 0,2 · 0,95 · 1000 = 190 мг. При учете емкости угля по фенолу в указанных условиях требуется активированного угля $m_{\gamma} = 190/10 = 19 \text{ г.}$</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 устному собеседованию составляет 30 минут;
- выполнение практико-ориентированного задания составляет 30 минут.