

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»
 Химико-технологический институт

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
 «__» _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Математические методы в технологии неорганических веществ	Код модуля 1119349 Учебный план № 5123
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/01.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	ТОП3 Химическая технология неорганических веществ
Направление подготовки Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Останина Татьяна Николаевна	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
2	Ананьина Юлия Сергеевна		заведующий лаборатории	Технологии электрохимических производств	

Руководитель модуля

Т.Н. Останина

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от «10» октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Руководитель образовательной программы (ОП),
для которой реализуется модуль**

Т.Н. Останина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»

1.1. Объем модуля, 9 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к вариативной части по выбору студента образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология» и предназначен для обучения студентов по индивидуальной образовательной траектории «Химическая технология неорганических веществ». Модуль состоит из дисциплин «Вычислительные методы в технологии неорганических веществ» и «Моделирование и оптимизация процессов технологии неорганических веществ», в которых рассматривается математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и пакетов прикладных программ для научных исследований.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).	Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
		Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
По очной форме обучения									
1. (ВС) Вычислительные методы в технологии неорганических веществ	6	34		34	68	76	Экзамен, 18	144	4
2. (ВС) Моделирование и оптимизация процессов технологии неорганических веществ	7	34	17	17	68	112	Экзамен, 18	180	5
Всего на освоение модуля		68	17	51	136	188	36	324	9

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Вычислительные методы в технологии неорганических веществ; Моделирование и оптимизация процессов технологии неорганических веществ
3.2.	Корреквизиты	

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения - РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
18.03.01/01.01	РО-ТОПЗ-2. Планировать и проводить вычислительные, экспериментальные и модельные исследования химико-технологических процессов, их изучение и оптимизация	- способность использовать знания и навыки в работе со средствами вычислительной техники для проведения технологических расчетов, проектирования и расчета оборудования (ДПК-4-ТОПЗ); - способность использовать навыки математического моделирования и статистической обработки для выполнения анализа экспериментальных данных и производственных показателей для проведения оптимизации научных исследований и проведения технологического процесса (ДПК-5-ТОПЗ)

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ДПК-4-ТОПЗ	ДПК-5-ТОПЗ
1	(ВС) Вычислительные методы в технологии неорганических веществ	*	
2	(ВС) Моделирование и оптимизация процессов технологии неорганических веществ		*

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрен.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

Интегрированный экзамен по модулю.

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе модуля
«Математические методы в технологии неорганических веществ»

5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю

1. Абсолютная и относительная погрешности.
2. Связь между количеством верных цифр и погрешностью приближенного числа.
3. Погрешности суммы, разности, произведения, частного, степени и корня приближенных чисел.
4. Вычисления по формуле.
5. Погрешность функции.
6. Графический метод отделения корней.
7. Аналитический метод отделения корней.
8. Метод проб.
9. Метод хорд. Метод Ньютона (метод касательных).
10. Комбинированный метод хорд и касательных.
11. Метод итераций
12. Приближенное решение систем нелинейных уравнений
13. Метод итерации для системы двух уравнений.
14. Метод Ньютона для системы двух уравнений
15. Точечное квадратичное приближение функций.
16. Линейная аппроксимация по методу наименьших квадратов.
17. Параболическая аппроксимация по методу наименьших квадратов.
18. Аппроксимация по методу наименьших квадратов в виде показательной или степенной функции.
19. Выбор вида эмпирической формулы.
20. Численное дифференцирование.
21. Численное интегрирование
22. Анализ стехиометрии сложных химических процессов.
23. Расчет равновесия одной химической реакции. Расчет сложного химического равновесия.
24. Классификация моделей по способам построения. Теоретические, эмпирические и имитационные модели. Детерминированные и стохастические модели. Иерархия математических моделей.
25. Основы теории размерностей. Анализ размерностей, построение моделей на основе анализа размерностей.
26. Использование для построения моделей фундаментальных законов природы. Закон сохранения массы. Модель экстракции вещества в жидкой фазе в условиях близких к равновесию.
27. Этапы построения эмпирических моделей. Линейные по параметрам модели. Регрессионный анализ.
28. Метод наименьших квадратов в матричной форме.
29. Оценка значимости и адекватности линейной модели. Вычислительные аспекты регрессионного анализа.
30. Коэффициенты парной корреляции и коэффициент множественной корреляции. Коэффициент детерминации.
31. Проверка значимости и адекватности уравнения множественной регрессии.
32. Математическое планирование эксперимента для построения линейных и полиномиальных моделей.
33. Постановка задачи оптимизации. Критерии оптимальности. Неопределенность в формировании критерия оптимальности.
34. Оптимизация при наличии ограничений. Постановка задачи.

35. Понятие о случайной величине. Закон распределения случайных величин Гаусса. Нормированное распределение. Вероятность попадания случайной величины в заданный интервал. Доверительная вероятность и уровень значимости.
36. Выборочные статистики. Среднее значение по выборке, среднеквадратическое выборочное и среднеквадратическое выборочного среднего. Распределение Стьюдента и оценка ошибки измерения.

5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю

Не предусмотрено.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Математические методы в технологии неорганических веществ	Код модуля 1119349
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/01.01
Направление подготовки Химическая технология	Коды направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказов Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Останина Татьяна Николаевна	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
2	Ананьина Юлия Сергеевна		заведующий лаборатории	Технологии электрохимических производств	

Руководитель модуля

Т.Н. Останина

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от «10» октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Вычислительные методы в технологии неорганических веществ» входит в состав модуля «Математические методы в технологии неорганических веществ» и посвящена изучению математических моделей, описывающих протекание физико-химических процессов в химических аппаратах; основных принципов и методов синтеза, анализа, моделирования и оптимизации технологических схем, используемых в технологии неорганических веществ, с учетом взаимодействия между аппаратами при существующих технологических и аппаратурных ограничениях, требованиях по производительности и качеству продукции и т.п.; методов решения физико-химических задач с использованием ЭВМ.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способность использовать знания и навыки в работе со средствами вычислительной техники для проведения технологических расчетов, проектирования и расчета оборудования (ДПК-4-ТОПЗ).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- материал по вопросам программирования в системе Mathcad и Excel, операции и функции, с помощью которых можно решить конкретные задачи химической технологии. SIMULINK сопутствующую MATLAB программу, являющуюся интерактивной системой для визуального моделирования.

Уметь:

- применять численные методы, составлять простейшие программы для решения конкретных задач расчета, проектирования, моделирования, идентификации и оптимизации процессов химической технологии;
- проводить вычисления для решения химических задач с помощью программных пакетов Mathcad и Excel;
- применять возможности системы Mathcad и Excel для решения конкретных задач расчета, проектирования, моделирования, идентификации и оптимизации процессов химической технологии.

Владеть:

- методами и способами системы Mathcad и Excel для обработки результатов активных и пассивных экспериментов, пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	6
1.	Аудиторные занятия	68	68	68
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия			
4.	Лабораторные работы	34	34	34
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	76	10,2	76
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144		144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Предмет и задачи дисциплины	Цели и задачи изучения дисциплины. Необходимость дисциплины для инженеров-технологов.
P2	Методы приближенных вычислений	Элементы теории погрешностей, Абсолютная и относительная погрешности. Верные значащие цифры приближенного числа. Правила округления чисел. Связь между количеством верных цифр и погрешностью приближенного числа. Погрешности суммы, разности, произведения, частного, степени и корня приближенных чисел. Вычисления по формуле. Погрешность функции.
P3	Приближенное решение нелинейных уравнений	Методы отделения корней. Графический метод отделения корней. Аналитический метод отделения корней. Метод проб. Метод хорд. Метод Ньютона (метод касательных). Комбинированный метод хорд и касательных. Метод итераций (метод последовательных приближений). Сравнение методов уточнения корней
P4	Решение систем уравнений	Решение систем линейных алгебраических уравнений. Постановка задачи. Метод Гаусса. Схема единственного деления. Итерационный метод Гаусса – Зейделя. Приближенное решение систем линейных уравнений Метод итерации для системы двух уравнений. Метод Ньютона для системы двух уравнений
P5	Приближение функций	Интерполяционная формула Лагранжа. Понятие о конечных разностях различных порядков. Первая интерполяционная формула Ньютона для равноотстоящих узлов интерполяции. Вторая интерполяционная формула Ньютона для равноотстоящих узлов интерполяции. Оценки погрешностей интерполяционных формул Лагранжа и Ньютона. Эмпирические формулы. Выбор вида эмпирической формулы. Определение параметров эмпирической формулы.
P6	Численное дифференцирование и интегрирование	Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования, основанные на интерполяционных формулах Ньютона. Численное интегрирование. Постановка задачи. Формула трапеций. Формула парабол (формула Симпсона).

Р7	Физико-химические расчеты технологических процессов	<p>Решение задач химической термодинамики.</p> <p>Анализ стехиометрии сложных химических процессов. Расчет равновесия одной химической реакции. Расчет сложного химического равновесия.</p> <p>Решение прямой задачи химической кинетики. Постановка задачи и обзор методов решения. Алгоритмы решения прямой задачи кинетики.</p> <p>Решение обратной задачи кинетики. Постановка обратной задачи кинетики.</p>
----	---	--

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Пакет «Excel», приемы работы и выполнение основных операций. Ввод и редактирование данных. Построение и форматирование таблиц. Ввод формул. Таблицы решений и расчеты в электронных таблицах. Вычисления с использованием функций для расчетов.	2
P2	2	Построение и редактирование графиков функций. Построение диаграмм.	2
P3	3	Решение уравнений методом бисекций, итераций и методом касательных	4
P2	4	Пакет «MathCAD» приемы работы и выполнение основных операций. Выполнение арифметических и алгебраических операций. Построение функций, редактирование в MathCAD. Определение серии значений	4
P2	5	Работа с использованием встроенных функций. Построение и редактирование графиков. Векторы и матрицы, построение массивов и графиков на их основе	2
P2	6	Вычисление производных и интегралов. Решение уравнений. Решение систем алгебраических уравнений.	2
P2	7	Решение систем дифференциальных уравнений.	2
P2	8	Вычисление абсолютной и относительной погрешностей функций и арифметических действий (операций). Работа с использованием приближенных вычислений.	4
P3	9	Решение уравнений методом хорд, касательных и методом итераций	4
P4	10	Решение систем линейных уравнений	4
P4	11	Решение систем нелинейных уравнений	4

Всего: 34

4.2. Практические занятия

Не предусмотрено.

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа на тему (по выбору преподавателя):

«Вычислительные методы в технологии неорганических веществ».

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Контрольная работа на тему:

«Физико-химические расчеты технологических процессов в среде пакета Mathcad».

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1, P3, P4, P7				*								
P2, P5, P6				*	*							

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Лапчик М.П., Рагулина М.И., Хеннер Е.К. Численные методы — 5-е изд.: Учебное пособие для вузов. - М.: Академия, 2009.-384 с.
2. Самарский А.А. Введение в численные методы - 5-е изд. стереотипное: Учебник для вузов. - М.: Лань, 2009. - 288 с.
3. Вержбицкий В.М. Основы численных методов - 3-е изд. стереотипное. — М.: Высшая школа, 2009. - 848 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Аникин В.Л. Решение задач математического моделирования и оптимизации процессов химической технологии средствами Mathcad. Учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ. 2004. —122 с.
2. Турчак Л.И., Плотников П.В. Основы численных методов: Учебник для вузов. - М.:

Физматлит, 2002. — 304 с.

3. Киреев В.И., Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах: Учебное пособие -2-е стереотипное.- М.: Высш. шк., 2006.- 480 с.
4. Волков Е.А. Численные методы: Учебник для вузов. - М.: Лань, 2004. - 256 с.
5. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. - 2005
6. Костомаров Д.П., Фаворский А.П. Вводные лекции по численным методам: Учебное пособие для вузов. - М.: Логос.-М, 2006.-184с.
7. Киреев В.И., Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах - 2-е изд.: Учебное пособие. - М.: Высшая школа, 2006.-480с.
8. Самарский А.А., Вабищев П.Н., Самарская Е.А. Задачи и упражнения по численным методам: Учебное пособие. - М.: КомКнига, 2007. - 208 с.
9. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы — 6-е изд.: Учебник для вузов - М.: БИНОМ. Лаборатория Знаний, 2008. - 636 с.
10. Батунер Л. М., Позин М. Е. Математические методы в химической технике.— Л.: Химия, 1971.— 823 с.
11. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике.— М.: Высш. шк., 1975.—333 с.
12. Смирнов Н.Н., Волжинский А.И. Химические реакторы в примерах и задачах. Л.: Изд-во «Химия», 1977. 264 с.
13. Расчеты химико-технологических процессов: учебное пособие для вузов / А.Ф. Туболкин и др. Под ред. И.П. Мухленова. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Изд-во «Химия», 1982. 248 с.

9.2. Методические разработки

1. Катышев С.Ф., Постнов И.И., Теслюк Л.М. Выполнение математических расчетов и операций в среде пакета MATHCAD PLUS 6.0. Методические указания к лабораторной работе. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2000. 34 с.

9.3. Программное обеспечение

операционная система Microsoft Windows;
Microsoft Office в составе Word, Excel
для технологических расчетов используется лицензионная программа Mathcad.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>
3. Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>
4. Свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org>
5. Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
6. Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционный материал должен изучаться в специализированной аудитории, оснащенной: современным компьютером; проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран. Лабораторные работы должны выполняться в специализированных аудиториях, оснащенных: современными персональными компьютерами и программным обеспечением, в соответствии с тематикой изучаемого материала. Число рабочих мест в аудиториях должно быть таким, чтобы обеспечивалась индивидуальная работа студента.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Вычислительные методы в технологии неорганических веществ»

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не применяется, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – не применяется.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – $k_{\text{лек.}} = 0,4$		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	6, 1-17	40
<i>СРС: Домашняя работа</i>	6, 8	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – $k_{\text{тек.лек.}} = 0,4$		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – $k_{\text{пром.лек.}} = 0,6$		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрены.		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – $k_{\text{лаб.}} = 0,6$		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Участие в лабораторных работах</i>	6, 9-18	16
<i>СРС: Контрольная работа</i>	6, 14	84
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – $k_{\text{тек.лаб.}} = 1$		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – $k_{\text{пром.лаб.}} = 0$		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 6	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
«Вычислительные методы в технологии неорганических веществ»

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ
НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
«Вычислительные методы в технологии неорганических веществ»

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Решить уравнения $e^x \cdot (2-x) - 0,5 = 0$ методом хорд с точностью $\varepsilon = 0,001$.
2. Вычислить методом касательных корень уравнения $(x-1)^2 - \frac{e^x}{2} = 0$ с точностью $\varepsilon = 0,001$.
3. При решении вопроса об излучении абсолютно черного тела встречается уравнение $e^{-u} = -\frac{1}{5}u + 1$. Решить его.
4. Решить уравнение $x - e^{1-\frac{1}{x^2}} = 0$, которое встречается в задаче о наивыгоднейшей конструкции изоляции для труб.
5. Найти корень уравнения $2 + e^{-x} = \frac{2}{x}$ с точностью до трех десятичных знаков.

(Уравнения такого типа встречаются при изучении колебаний стержня под действием продольного удара).

6. Найти наименьший положительный корень уравнения $\operatorname{tg}(x) = -0,6x$ с тремя верными десятичными знаками.
7. Найти наименьший положительный корень уравнения $\operatorname{tg}(x) = -\frac{0,6}{x}$ с тремя верными десятичными знаками.
8. Прямоугольная стальная пластинка 150×100 см и толщиной 0,5 см закреплена по краям и подвергается действию равномерно распределенной нагрузки, равной $0,25 \text{ кг/см}^2$. Стрела прогиба z определяется из уравнения $1,05z^3 + 0,70z = 96,4$. Найти z , решив данное уравнение (найти корень с четырьмя значащими цифрами).
9. Шар радиуса R разделить на m частей, равных по объему, путем проведения плоскостей, параллельных между собой ($m=5$; $m=10$). Отношение $h:R$ найти с пятью верными десятичными знаками (h – высота шарового слоя).

8.3.3. Примерный перечень тем домашних работ

1. Расчет объема реактора, расчет производительности с использованием вычислительных программ Excel и Mathcad.
2. Расчет концентрации веществ и производительности реактора с использованием вычислительных программ Excel и Mathcad.
3. Расчет объема реактора с использованием вычислительных программ Excel и Mathcad.
4. Расчет объема реактора идеального смешения с использованием вычислительных программ Excel и Mathcad.
5. Расчет производительности реактора идеального смешения и вытеснения с использованием вычислительных программ Excel и Mathcad.
6. Расчет объема и производительности реактора с использованием вычислительных программ Excel и Mathcad.
7. Расчет концентрации веществ в реакторе с использованием вычислительных программ Excel и Mathcad.
8. Расчет объема катализатора с использованием вычислительных программ Excel и Mathcad.
9. Расчет объема реакторов с использованием вычислительных программ Excel и Mathcad.
10. Расчет объема катализатора для полужаводской установки с использованием вычислительных программ Excel и Mathcad.
11. Расчет степени превращения вещества и объема реактора с использованием вычислительных программ Excel и Mathcad.

8.3.4. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.3.6. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Абсолютная и относительная погрешности.
2. Связь между количеством верных цифр и погрешностью приближенного числа.
3. Погрешности суммы, разности, произведения, частного, степени и корня приближенных чисел.
4. Вычисления по формуле.
5. Погрешность функции.
6. Графический метод отделения корней.
7. Аналитический метод отделения корней.
8. Метод проб.
9. Метод хорд. Метод Ньютона (метод касательных).
10. Комбинированный метод хорд и касательных.

11. Метод итераций.
12. Приближенное решение систем нелинейных уравнений.
13. Метод итерации для системы двух уравнений.
14. Метод Ньютона для системы двух уравнений.
15. Точечное квадратичное приближение функций.
16. Линейная аппроксимация по методу наименьших квадратов.
17. Параболическая аппроксимация по методу наименьших квадратов.
18. Аппроксимация по методу наименьших квадратов в виде показательной или степенной функции.
19. Выбор вида эмпирической формулы.
20. Численное дифференцирование.
21. Численное интегрирование.
22. Анализ стехиометрии сложных химических процессов.
23. Расчет равновесия одной химической реакции. Расчет сложного химического равновесия.

8.3.7. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.8. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.9. Интернет-тренажеры

Не используются.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ
ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Математические методы в технологии неорганических веществ	Код модуля 1119349
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/01.01
Направление подготовки Химическая технология	Коды направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС	Реквизиты приказов Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Останина Татьяна Николаевна	д.х.н., профессор	профессор	Технологии электрохимических производств	
2	Ананьина Юлия Сергеевна		заведующий лабораторией	Технологии электрохимических производств	

Руководитель модуля

Т.Н. Останина

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 6 от «24» июня 2016 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Моделирование и оптимизация процессов технологии неорганических веществ» входит в состав модуля «Математические методы в технологии неорганических веществ» и посвящена изучению математических моделей, описывающих протекание физико-химических процессов в химических аппаратах; основных принципов и методов синтеза, анализа, моделирования и оптимизации технологических схем, используемых в технологии неорганических веществ, с учетом взаимодействия между аппаратами при существующих технологических и аппаратурных ограничениях, требований по производительности и качеству продукции и т.п.; методов решения физико-химических задач с использованием ЭВМ.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способность использовать навыки математического моделирования и статистической обработки для выполнения анализа экспериментальных данных и производственных показателей для проведения оптимизации научных исследований и проведения технологического процесса (ДПК-5-ТОПЗ).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- принципы физического моделирования химико-технологических процессов;
- методы построения эмпирических (статических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов;
- методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных;
- методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей.

Уметь:

- применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, проектирования, моделирования, идентификации и оптимизации процессов химической технологии.

Владеть:

- методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов, пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов;
- методами анализа эффективности работы химических производств.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				7
1.	Аудиторные занятия	68	68	68
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	17	17	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	112	10,20	112
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	180		180
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	5		5

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Общие сведения о моделях	Определение математической модели. Назначение математических моделей и математическое моделирование. Классификация математических моделей по различным признакам.
P2	Методы построения моделей	Методы построения математических моделей. Основы теории размерностей. Матрица размерностей: характеристики и ранг матрицы размерностей. Анализ размерностей, построение моделей на основе анализа размерностей. Безразмерная форма представления модели. Вывод закона Фарадея на основе анализа размерностей.
P3	Элементы теории вероятности и математической статистики	Понятие о случайной величине. Закон распределения случайных величин Гаусса. Нормированное распределение. Вероятность попадания случайной величины в заданный интервал. Доверительная вероятность и уровень значимости. Выборочные статистики. Среднее значение по выборке, среднее квадратическое выборочное и среднее квадратическое выборочного среднего. Распределение Стьюдента и оценка ошибки измерения.
P4	Построение эмпирических моделей по экспериментальным данным	Построение эмпирических моделей по экспериментальным данным. Алгоритм построения и анализа модели. Построение моделей линейных по коэффициентам. Метод наименьших квадратов (МНК) для одной независимой переменной. Проверка значимости и адекватности модели по критерию Фишера. Определение среднее квадратических ошибок коэффициентов модели и прогноза. Множественная регрессия. МНК в матричной форме. Коэффициенты парной корреляции и коэффициент множественной корреляции. Коэффициент детерминации. Проверка значимости и адекватности уравнения множественной регрессии.

P5	Планирование эксперимента	<p>Понятие о полном факторном эксперименте при построении линейной модели. Кодирование переменных. Построение матрицы и рандомизация эксперимента.</p> <p>Расчет коэффициентов модели. Проверка адекватности по критерию Фишера. Расчет среднеквадратической ошибки коэффициентов и дискриминация незначимых коэффициентов.</p> <p>Расчет ошибок косвенных измерений.</p>
P6	Оптимизация химико-технологических процессов	<p>Оптимизация химико-технологических объектов. Определение оптимизации.</p> <p>Критерии оптимизации. Ресурсы оптимизации. Ограничения на управляющие воздействия.</p> <p>Основные методы построения критериев оптимизации: метод линейной свертки, использование контрольных показателей, введение метрики в пространстве целевых функций, использование контрольных показателей в качестве ограничений.</p> <p>Постановка задачи оптимизации в общем случае.</p>

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Статистическая обработка экспериментальных данных в среде пакетов Excel и Mathcad	2
P2	2	Трендовые модели в задачах интерполяции, экстраполяции, аппроксимации в Excel	2
P3	3	Элементы теории вероятности в Excel	2
P3	4	Статистические оценки выборочного распределения	2
P3	5	Проверка статистических гипотез	2
P4	6	Регрессионный анализ в Excel. Расчет коэффициентов уравнения регрессии в Mathcad	3
P5	7	Математическое планирование эксперимента в Excel	2
P6	8	Решение задачи оптимизации в Excel	2
		Всего:	17

4.2. Практические занятия

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Расчеты и решение задач в математических моделях	2
P2	2	Решение систем дифференциальных уравнений	4
P3	3	Решение задач с элементами математической статистики	3
P4	4	Моделирование химико-технологических процессов	4
P6	5	Оптимизация химико-технологических систем	4
		Всего:	17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Две домашние работы на тему (по выбору преподавателя):
«Моделирование процессов в технологии неорганических веществ».

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Контрольная работа на тему:

«Статистическая обработка экспериментальных данных в среде пакета Excel и Mathcad».

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и вебконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1				*								
P2				*	*							
P3				*								
P4				*								
P5				*	*							
P6				*	*							

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Университетская книга: Логос, 2009. - 304 с.
2. Поршнева С.В. Компьютерное моделирование физических систем с использованием пакета MathCAD. - 2-е изд., доп. – М.: Горячая Линия - Телеком, 2011. - 320 с.
3. Лесин В.В. Основы методов оптимизации : учеб. пособие / В.В. Лесин, Ю.П. Лисовец.— Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011. — 352 с.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Очков В.Ф. Советы пользователям MathCAD. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 196 с.
2. Кошель Н.Д. Материальные процессы в электрохимических аппаратах. Моделирование и расчет. Киев-Донецк: Вища школа, 1986. 192 с.
3. Зарубин В.В. Математическое моделирование в технике; Учебн. пособие для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: Изд. МГТУ им. Баумана, 2001. -496 с.
4. Введение в математическое моделирование. Учебн. пособие / Под ред. П.В. Трусова. М.: Логос, 2005. – 440 с.
5. Самарский А.А. Михайлов А.П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2002. - 320 с.
6. Рудой В.М., Останина Т.Н., Мурашова И.Б., Зайков Ю.П. Технологические расчеты оборудования электрохимических производств. Часть 1. Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ», 2006. – 81 с.
7. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных. 4-е изд., перераб. и доп. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. – 519 с.

9.2. Методические разработки

1. Катышев С.Ф., Постнов И.И. Теслюк Л.М. Выполнение математических расчетов и операций в среде пакета MATHCAD PLUS 6.0. Методические указания к лабораторной работе. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2000. 34 с.
2. Расчет электрохимических процессов в пакете Mathcad / Рудой В.М., Даянов А.Д., Останина Т.Н., Даринцева А.Б. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2007. – 56 с.

9.3. Программное обеспечение

операционная система Microsoft Windows;
Microsoft Office в составе Word, Excel
пакет программ для научных исследований MathCad

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>
3. Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>
4. Свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org>
5. Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
6. Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционные и практические занятия должны изучаться в специализированной аудитории, оснащенной: современным компьютером; проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран. Лабораторные работы должны выполняться в специализированных аудиториях, оснащенных: современными персональными компьютерами и программным обеспечением, в соответствии с тематикой изучаемого материала. Число рабочих мест в аудиториях должно быть таким, чтобы обеспечивалась индивидуальная работа студента.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Моделирование и оптимизация процессов технологии неорганических веществ»

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,3		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	7, 1-9	20
<i>СРС: Выполнение контрольной работы</i>	7, 1-18	80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 1.		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение занятий</i>	7, 1-9	20
<i>СРС: Домашняя работа (2)</i>	7, 1-18	2 x 40 = 80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	7, 1-18	70
<i>Посещение лабораторных занятий</i>	7, 8-18	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 7	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
«Моделирование и оптимизация процессов технологии неорганических веществ»

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

– в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;

– при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Задание: Решить уравнение регрессии в Excel и Mathcad, используя экспериментальные данные:

Индивидуальные задания:

Номер задания	Вид уравнения регрессии
1	$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{23}x_2x_3$
2	$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{22}x_2^2$
3	$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2$
4	$y = b_0 + b_1x_1 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2$
5	$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$
6	$y = b_0 + b_1x_1^2 + b_2x_2 + b_3x_3$
7	$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{23}x_2x_3$
8	$y = b_0 + b_1x_1 + b_{11}x_1^2 + b_2x_2 + b_{13}x_1x_3$
9	$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{33}x_3^2$

Результаты экспериментов:

Номер опыта	y_i	x_{1i}	x_{2i}	x_{3i}
1	24,5	2,3	0,8	11,5
2	24,1	2,4	0,82	12,0
3	23,5	2,2	0,77	10,8
4	25,7	2,5	0,92	12,0
5	26,0	2,6	0,95	12,5
6	23,8	2,4	0,86	11,8

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа 1

В домашней работе студенты осуществляют моделирование оборудования химико-технологических процессов (заданных преподавателем), проводят расчет технологических параметров и их изменения во времени.

1. Моделирование гидравлической емкости, работающей в стационарном режиме.
2. Моделирование гидравлической емкости, работающей в нестационарном режиме.
3. Моделирование теплообменника типа «смешение-смешение».
4. Моделирование теплообменника типа «вытеснение- вытеснение».

Вид технологического процесса и экспериментальные данные задает преподаватель.

Расчеты должны быть выполнены в ППП Mathcad. Завершенная домашняя работа представляет собой расчетный файл и бумажный вариант алгоритма расчета с объяснениями полученных результатов и выводами.

Домашняя работа 2

В домашней работе студенты осуществляют расчет коэффициентов эмпирического уравнения регрессии на основе полученных (заданных преподавателем) экспериментальных данных, проводят оценку соответствия полученной модели реальному процессу, определяют возможность прогнозирования с помощью модели параметров процесса.

1. Построение эмпирической модели химико-технологического процесса на основе экспериментальных данных
2. Оценка значимости и адекватности эмпирической модели химико-технологического процесса

Вид технологического процесса и экспериментальные данные задает преподаватель.

Расчеты должны быть выполнены в ППП Excel. Завершенная домашняя работа представляет собой расчетный файл и бумажный вариант алгоритма расчета с объяснениями полученных результатов и выводами.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.3.6. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Классификация моделей по способам построения. Теоретические, эмпирические и имитационные модели. Детерминированные и стохастические модели. Иерархия математических моделей.
2. Основы теории размерностей. Анализ размерностей, построение моделей на основе анализа размерностей.
3. Этапы построения эмпирических моделей. Линейные по параметрам модели. Регрессионный анализ.

4. Метод наименьших квадратов в матричной форме.
5. Математическое планирование эксперимента для построения линейных и полиномиальных моделей.
6. Постановка задачи оптимизации. Критерии оптимальности. Неопределенность в формировании критерия оптимальности.
7. Оптимизация при наличии ограничений. Постановка задачи.
8. Выборочные статистики. Среднее значение по выборке, среднее квадратическое выборочное и среднее квадратическое выборочное среднего. Распределение Стьюдента и оценка ошибки измерения.
9. Закон распределения случайной величины, формы его выражения.
10. Законы распределения случайных величин. Биномиальный закон. Распределение Пуассона. Показательное распределение. Распределение χ^2 .
11. Законы распределения случайных величин. Нормальное распределение. Правило трех сигм.
12. Интервальные оценки. Доверительный интервал для оценки математического ожидания нормального распределения и его среднее квадратическое отклонение.
13. Линейная корреляция (выборочный коэффициент корреляции, выборочное среднее квадратическое отклонение). Выборочный коэффициент регрессии.
14. Нелинейная корреляция (выборочное корреляционное отношение Y к X и X к Y и его свойства). Коэффициент парной корреляции.
15. Основные понятия и определения теории корреляции (статистическая зависимость, корреляционная статистическая зависимость, уравнение регрессии, коэффициент корреляции, положительная и отрицательная корреляция, детерминистическая связь).
16. Основные правила теории вероятностей, их следствия (правило сложения, умножения, формула полной вероятности).
17. Плотность распределения случайных величин и ее свойства.
18. Простая статистическая, выборочная и генеральная совокупность. Статистическое распределение.
19. Статистическое оценивание параметров распределения. Постановка задачи. Несмещенная, эффективная, самостоятельная, точечная статистические оценки.
20. Функция распределения непрерывных и случайных дискретных величин и ее свойства.
21. Числовые характеристики случайных величин. Математическое ожидание и ее свойства. Мода и медиана, дисперсия, начальный и центрированные моменты, асимметрия распределения, нормированная случайная величина.
22. Числовые характеристики статистического распределения. Выборочная, групповая средняя, внутригрупповая и межгрупповая дисперсии, размах варьирования.
23. Эмпирическая функция распределения и ее свойства. Графическое изображение функции распределения.

8.3.7. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.8. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.9. Интернет-тренажеры

Не используются.