

Документ подписан простой электронной подписью.  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 01.06.2026 19:20:51  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**  
**Новотроицкий филиал**

Приложение 4

к ОПОП ВО 09.03.03 Прикладная информатика  
Прикладная информатика в технических системах

## Рабочая программа дисциплины

# Моделирование металлургических процессов с использованием современных программных продуктов

Закреплена за подразделением	<b>Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)</b>		
Направление подготовки	09.03.03 Прикладная информатика		
Образовательная программа	09.03.03 Прикладная информатика / Прикладная информатика в технических системах		
Квалификация	<b>Бакалавр</b>		
Форма обучения	<b>заочная</b>		
Общая трудоемкость	<b>5 ЗЕТ</b>	Виды контроля на курсах:	
Часов по учебному плану	<b>180</b>	<b>экзамен 4</b> <b>контрольная работа 4</b>	

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4		Итого	
	уп	рп		
Лекции	6	6	6	6
Лабораторные	4	4	4	4
Практические	6	6	6	6
Итого ауд.	16	16	16	16
Контактная работа	16	16	16	16
Сам. работа	155	155	155	155
В том числе сам. работа в рамках ФОС		61		
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, Анатолий Викторович Леднов*

Рабочая программа дисциплины

**Моделирование металлургических процессов с использованием современных программных продуктов**

Составлен на основании учебного плана:

09.03.03\_23\_Прикладная информатика\_ПрПИвТС\_заоч.rlx, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 09.03.03 Прикладная информатика Прикладная информатика в технических системах протокол от 27.11.2025 №68.

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 11.03.2026 г., №3.

Руководитель подразделения Швалёва Анна Викторовна.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Формирование у студентов теоретических и практических знаний в области моделирования процессов с использованием специализированного программного обеспечения (Matlab, Simulink и аналогов)
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Теоретическая механика	
2.1.2	Теория систем и системный анализ	
2.1.3	Базы данных	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Научно-исследовательская работа	
2.2.3	Преддипломная практика	
2.2.4	Информационная безопасность	
2.2.5	Цифровые двойники в металлургии	
2.2.6	Основы микропроцессорной техники	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ОПК-6: Способен осуществлять моделирование и эксперименты в целях проведения детального исследования, анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-6-31 возможности наиболее распространённых пакетов прикладных программ для численного решения различных математических задач	
<b>ПК-1: Способен выполнять работы по критическому анализу функционирования технических систем, выявлять объекты информатизации и осуществлять работу по созданию или совершенствованию информационной системы</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 основные подходы к построению математических моделей (аналитический, экспериментальный и комбинированный подходы)	
<b>ОПК-6: Способен осуществлять моделирование и эксперименты в целях проведения детального исследования, анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-6-У1 применять пакеты прикладных программ для решения вопросов, связанных с моделированием	
<b>ПК-1: Способен выполнять работы по критическому анализу функционирования технических систем, выявлять объекты информатизации и осуществлять работу по созданию или совершенствованию информационной системы</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-У1 сводить систему нелинейных уравнений к одному общему нелинейному	
<b>ОПК-6: Способен осуществлять моделирование и эксперименты в целях проведения детального исследования, анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования</b>	
<b>Владеть:</b>	
ОПК-6-В1 навыками работы и представления экспериментальных данных в табличном процессоре	
<b>ПК-1: Способен выполнять работы по критическому анализу функционирования технических систем, выявлять объекты информатизации и осуществлять работу по созданию или совершенствованию информационной системы</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-1-В1 приёмами поиска экстремума по уравнению модели	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Общие вопросы моделирования</b>							
1.1	Общее понятие модели. Многообразие форм представления модели. Понятие о математическом моделировании. Основные подходы к построению математических моделей. Аналитический подход к моделированию. Экспериментальный подход к моделированию. Комбинированный подход к моделированию. Основные этапы построения математических моделей. Триединство процесса моделирования: модель, /Лек/	4	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.2	Изучение математических моделей из биологии (модель хищник-жертва) и военного дела (модель танкового боя) /Ср/	4	15	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4			Р1
1.3	Теория моделей и моделирования, особенности математических и информационных моделей. Примеры логистических, стохастических и имитационных моделей. /Лаб/	4	1	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.4	Теория моделей и моделирования, особенности математических и информационных моделей. Примеры логистических, стохастических и имитационных моделей /Пр/	4	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
	<b>Раздел 2. Аналитический подход</b>							
2.1	Развитие понятия модели. Способы воплощения моделей /Лек/	4	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.2	Представление алгоритма в виде блок-схем. Решение задач в табличном процессоре. /Пр/	4	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4			Р2
2.3	Решение рассмотренных на практике задач с помощью встроенных функций пакетов прикладных программ. /Ср/	4	31	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4			

	<b>Раздел 3. Экспериментальный подход</b>							
3.1	Статистические методы анализа экспериментальных данных. Экспериментальные оценки истинного значения измеряемой случайной величины и её дисперсии. Определение грубых ошибок среди результатов повторностей опыта. Средневзвешенные оценки дисперсии. Анализ однородности исходных оценок дисперсии. Определение доверительной ошибки экспериментальной оценки измеряемого параметра. Определение числа повторностей опыта, обеспечивающего получение заданной доверительной ошибки оценки определяемого параметра. Проверка нормальности закона распределения /Лек/	4	1	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.4 Л1.6Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.2	Первичная обработка экспериментальных данных. /Пр/	4	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.4 Л1.6Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4			Р3
3.3	Изучение статей, посвящённых созданию моделей на основе планирования эксперимента /Ср/	4	12	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.4 Л1.6Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.4	Первичная обработка экспериментальных данных /Лаб/	4	1	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.4 Л1.6Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4			
	<b>Раздел 4. Комбинированный подход</b>							
4.1	Особенности комбинированных математических моделей. Рассмотрение математических моделей из области профессиональной компетенции /Лек/	4	1	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.2	Изучение обзорных статей в области моделирования и прогнозирования показателей качества кокса /Ср/	4	11	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4			Р4
4.3	Практическая реализация некоторых существующих математических моделей для прогнозирования показателей качества продукции в табличном процессоре. /Лаб/	4	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4			Р5

4.4	Экзамен /Ср/	4	25	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	
<b>Раздел 5. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b>								
5.1	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/	4	25	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	
5.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	4	36	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4			Р1,Р2,Р3,Р4,Р5

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

KM1	Экзамен	ОПК-6-31;ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<p>1. Коллоквиум № 1. Анализ моделируемой системы. Информационные модели для описания экономических процессов.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы построения модели многоотраслевой экономики Леонтьева.</li> <li>2. Описание модели взаимодействия в системе ресурс-потребитель.</li> <li>3. Эколого-экономическая модель с учетом демографических процессов.</li> <li>4. Модель старения производственных мощностей.</li> <li>5. Принципы, лежащие в основе модели взаимодействия Ланчестера.</li> </ol> <p>6. Коллоквиум № 2. Примеры моделей для описания технологических процессов. Численный эксперимент. 1. Определите, под каким углом сектор требуется вырезать из круглого листа жести для получения пожарного ведра конической формы с максимальным объемом.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Численные методы для аппроксимации, интерполяции и экстраполяции функций.</li> <li>8. Численное интегрирование.</li> <li>9. Численные методы решения ОДУ: схема Эйлера.</li> <li>10. Численные методы систем решения ОДУ: схема Рунге-Кутты.</li> </ol> <p>11. Коллоквиум № 3. Примеры моделей для описания биологических процессов. Оценка пригодности созданной модели, ее адаптация и оценка устойчивости. 1. Создайте интерактивную динамическую модель межвидовой конкуренции двух видов бактерий.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>12. Создайте интерактивную динамическую модель биологической системы «хищник-жертва».</li> <li>13. Построение моделей демографического процесса.</li> <li>14. Модель глобальной климатической изменчивости.</li> <li>15. Решение задачи о конкуренции видов с применением программной среды MATLAB.</li> </ol> <p>16. Коллоквиум № 4. Построение, особенности применения и составления логистических моделей. 1. Применение линейного программирования в математических моделях оптимального планирования. Симплексный метод.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>17. Экономико-математические модели, сводимые к транспортной задаче.</li> <li>18. Динамическое программирование и его применение.</li> <li>19. Моделирование процессов массового обслуживания в экономических системах.</li> <li>20. Элементы теории массового обслуживания. Основные понятия. Классификация систем массового обслуживания. Понятие Марковского случайного процесса.</li> </ol> <p>21. Коллоквиум № 5. Стохастические и имитационные модели. 1. Определение площади фигуры методом Монте-Карло.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>22. Напишите программу, генерирующую случайное число по закону нормального распределения плотности вероятности.</li> <li>23. Методом Монте-Карло определите площадь, заключенную между графиком функции и окружностью с центром в точке (3;3) и радиусом R=3.</li> <li>24. Имитационное решение задач минимизации затрат.</li> <li>25. Имитационное моделирование производственных процессов.</li> </ol>
-----	---------	--	---

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Аудиторные работы Общие вопросы моделирования	ОПК-6-31;ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аудиторные работы. Блок № (БЛ): БЛ №1 «Общие вопросы моделирования». №1. Составить блок-схему для вычисления суммы квадратов первых N чисел натурального ряда.</li> <li>2. №2. Составить блок-схему для решения задачи. Каково время падения тела, если известны высота, ускорение, начальная скорость. Примечание: предусмотреть корректную обработку всех возможных случаев: решение не имеет корней; один, два корня; задача не имеет физического смысла.</li> </ol>

P2	Аудиторные работы Аналитический подход	ОПК-6-31;ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<p>1. БЛ №2 «Аналитический подход к моделированию ХТП». №1. Рассчитать ионно-молекулярный состав в присутствии KCN, растворённого в количестве <math>C=10^{(-5)}</math> моль/л. Задаться значениями pH в интервале 0-14 и численно рассчитать ионно-молекулярный состав данной системы. Результаты представить графически в информативном виде (использовать логарифмическую шкалу выходного параметра). Все расчёты произвести в табличном процессоре.</p> <p>2. №2. Рассчитать ионно-молекулярный состав раствора в присутствии растворённой углекислоты воздуха. Задаться значениями pH в интервале 0-14 и численно рассчитать ионно-молекулярный состав данной системы. Результаты представить графически в информативном виде (использовать логарифмическую шкалу выходного параметра). Все расчёты произвести в табличном процессоре.</p> <p>3. №3. Значение pH раствора регулируется изменением концентрации соды. Рассчитать концентрацию <math>[CO_3^{(2-)}]</math> ионов в растворе, с учётом растворённой углекислоты воздуха. Задаться значениями pH в интервале 0-14 и численно рассчитать ионно-молекулярный состав данной системы. Результаты представить графически в информативном виде (использовать логарифмическую шкалу выходного параметра). Все расчёты произвести в табличном процессоре.</p> <p>4. №4. При каком значении pH достигается практически полное осаждение MnS (<math>PP\_MnS = 2,5 \cdot 10^{(-10)}</math>), содержащегося в растворе в количестве 0,005 моль, при употреблении 50% избытка осадителя. Расчёт произвести в табличном процессоре, аналитические записи предоставить в бумажном виде. Из каких соображений находится концентрация марганца <math>[Mn^{(2+)}]</math>, и между какими химическими формами осуществляется материальный баланс по сере избыточной концентрации осадителя?</p> <p>5. №5. Рассчитать равновесный состав газовой фазы для установившегося термодинамического равновесия получения водяного газа по реакциям. В данном задании достаточно ограничиться выводом кубического уравнения относительно <math>p_{CO}</math>.</p> <p>6. №6. Оценить с физико-химической точки зрения, при каком значении pH происходит переход <math>PbSO_4</math> в <math>Pb(OH)_2</math>. Изменение pH происходит за счёт NaOH. В системе предполагается протекание следующих химических реакций. Уравнение материального баланса. Уравнение электронейтральности. Примечание: при решении задачи необходимо по имеющимся уравнениям составить систему нелинейных уравнений, из неё вывести уравнение. Из справочных данных необходимо определить константы химических реакций K1–K6 соответствующих реакций (1)–(6). Из практических соображений установить, с какой точностью необходимо вычислять значение pH. Нелинейное уравнение необходимо решить четырьмя методами: графическим, половинного деления, Ньютона, хорд. Сделать вывод о быстроте сходимости каждого из методов при заданной точности получаемого результата, а также пригодности для решения задачи физико-химического моделирования. Рассмотреть эвристический метод, основанный на специфике решаемой задачи, решения системы нелинейных уравнений. Все вычисления произвести в табличном процессоре.</p> <p>7. №7. Пользуясь результатами задачи №6, исключить из системы нелинейных уравнений уравнение (3). Решить полученную систему уравнений эвристическим методом. Сделать вывод о влиянии уравнения (3) на моделируемую систему и итоговое значение pH.</p> <p>8. №8. Пользуясь результатами задачи №6, исключить из системы нелинейных уравнений уравнения (3) и (5). Решить полученную систему уравнений эвристическим методом. Сделать вывод о влиянии уравнений (3) и (5) на моделируемую систему и итоговое значение pH.</p> <p>9. №9. Пользуясь результатами задачи №6, исключить из системы нелинейных уравнений уравнения (1), (3), (5). Решить полученную систему уравнений эвристическим методом. Сделать вывод о влиянии уравнения (1) на моделируемую систему и итоговое</p>
----	---	--	---

			<p>значение pH.</p> <p>10. №10. Решить нелинейное уравнение из задачи №6 с помощью встроенных функций специализированной программы MathCad. Сравнить полученное значение с уже полученными.</p> <p>11. №11. Решить систему нелинейных уравнений из задачи №6 с помощью встроенных функций специализированной программы MathCad. Сравнить полученное значение с уже полученными.</p> <p>12. №12. Исходя из понятия линейная зависимость/независимость химических реакций, с помощью встроенных математических функций MathCad для системы реакций определить количество линейно-независимых химических реакций. Что это означает с точки зрения математического описания данной системы реакций?</p> <p>13. №13. Для необратимой реакции первого порядка <math>A \rightarrow B</math> составить дифференциальное уравнение скорости изменения концентрации A. Решить полученное дифференциальное уравнение методом Эйлера, модифицированным методом Эйлера, Рунге-Кутты. Сделать вывод о точности каждого из методов в сравнении друг с другом. Для расчёта принять следующие значения неизвестных параметров: <math>C0\_A = 0,7</math> моль/л; <math>k1 = 0,001</math> 1/с; <math>h = 0,1</math> (шаг интегрирования).</p> <p>14. №14. Для последовательной схемы необратимых химических реакций первого порядка: <math>A \rightarrow B \rightarrow C</math> составить систему дифференциальных уравнений и решить её с помощью метода Эйлера, модифицированного метода Эйлера, метода Рунге-Кутты 4-ого порядка. Сделать вывод о точности получаемого решения, сравнивая методы между собой. Для расчёта принять следующие значения неизвестных параметров: <math>C0\_A = 0,5</math> моль/л; <math>C0\_B = C0\_C = 0</math> моль/л; <math>k1 = 0,05</math> 1/с; <math>k2 = 0,07</math> 1/с; <math>h = 0,1</math> (шаг интегрирования).</p>
P3	Аудиторные работы Экспериментальный подход	ОПК-6-31;ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<p>1. БЛ №3 «Экспериментальный подход». №15. С надёжностью <math>P = 0,95</math> обеспечить однородность представленных в таблице данных, исключив грубые ошибки. Решение данной задачи осуществить на основе двух методов: правила <math>2\sigma</math> и критерия максимального отклонения <math>g</math>. Расчёты выполнить с использованием табличного процессора.</p> <p>2. №16. С помощью анализа однородности средних дать заключение о возможности преимущества (<math>P = 0,95</math>) одного аппарата перед другим по производительности. Расчёты выполнить с использованием табличного процессора.</p> <p>3. №17. Для проверки правильности вольтамперометрической (ВА) методики определения кадмия Cd использовали атомно-абсорбционную (АА) методику, не содержащую систематической погрешности. При анализе одного и того же объекта получены следующие результаты (нг/мл Cd): ВА: 20,5; 22,4; 23,4; 20,8. АА: 23,5; 20,1; 19,9; 19,2; 19,0; 22,8. Содержит ли вольтамперометрическая методика систематическую погрешность? Расчёты выполнить с использованием табличного процессора без использования специальной надстройки.</p> <p>4. №18. Решить задачу №17, используя надстройку табличного процессора.</p> <p>5. №19. Используя три различных генерирующих соотношения, составить планы экспериментов ДФЭ <math>2^{(5-2)}</math>. Записать формулы для расчёта коэффициентов линейной модели.</p> <p>6. №20. На основе латинских квадратов составить пятиуровневый план пятифакторного эксперимента для исследования процесса инфракрасной сушки гранулированных материалов в вакууме при импульсном энергоподводе. Получить математическую модель в виде суммы нелинейных функций и найти оптимальные значения режимных параметров процесса: плотности теплового потока на поверхности слоя материала <math>CI</math> (Вт/см<sup>2</sup>), толщины слоя продукта <math>СИ</math> (мм), диаметра гранул <math>СIII</math> (мм), величины разряжения <math>СIV</math> (мм рт.ст.) и скважности импульса <math>CV</math> (%), отношение времени работы инфракрасной сушилки к общему времени пребывания в сушильной камере). Выходом процесса <math>y</math> (руб/т) или критерием оптимальности принята величина приведённых доходов с учётом производительности установки и потребляемой мощности.</p>

P4	Аудиторные работы Комбинированный подход	ОПК-6-31;ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	1. БЛ №4 «Комбинированный подход». №21. По данным работы [Кокс и химия. 1978. №8. С.12–14] на основе ПФЭ $2^4$ рассчитать значения коэффициентов линейной модели для прогнозирования показателей качества кокса М25 и М10, сравнить их с предложенными в самой научной статье. Указание к выполнению задания: на листе табличного процессора в информативном виде создать таблицу планирования эксперимента ПФЭ $2^4$ , ввести средние значения показателей качества кокса М25 и М10 и рассчитать коэффициенты линейной модели.
P5	Дополнительные темы для практических занятий	ОПК-6-31;ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	1. Алгоритм решения нелинейного уравнения методом хорд. 2. Алгоритм решения нелинейного уравнения методом Ньютона. 3. Алгоритм решения нелинейного уравнения методом деления отрезка пополам. 4. Использование пакета прикладных программ MathCad для решения нелинейных уравнений. 5. Алгоритм решения дифференциальных уравнений методом Эйлера. 6. Алгоритм решения дифференциальных уравнений модифицированным методом Эйлера. 7. Алгоритм решения дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты четвертого порядка. 8. Использование пакета прикладных программ MathCad для решения дифференциальных уравнений. 9. Решение систем дифференциальных уравнений методом Эйлера, модифицированным методом Эйлера, Рунге-Кутты. 10. Использование пакета прикладных программ MathCad для решения систем дифференциальных уравнений. 11. Практический анализ существующих моделей в области профессиональной компетенции (прогнозирование показателей качества кокса М25 и М10) в пакете MathCad. 12. Использование встроенной надстройки табличного процессора для решения задач математического программирования. 13. Использование программы MathCad для решения задач.

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (билеты, тесты и т.п.)

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

Ниже представлен образец билета для экзамена, проводимого в устной форме.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

«МИСИС»

НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра математики и естествознания

БИЛЕТ № 0

Дисциплина: «Моделирование химико-технологических процессов»

Направление: 18.03.01 «Химическая технология»

Форма обучения: очная

Форма проведения экзамена: устная

1. Общее представление о модели. Математические модели: определение; достоинства и недостатки, по сравнению с другими формами представления модели. Понятие «моделирование». Классификация математических моделей;  
2. Решение нелинейного уравнения методом деления отрезка пополам.

Задача. В двух лабораториях при определении кремния в биологическом материале дифференциально-спектро-фотометрическим методом получили следующие результаты (%):

I – 0,84; 0,95; 0,91; 0,91

II – 0,90; 0,82; 0,96; 0,91; 0,81

Существует ли значимое расхождение между результатами двух лабораторий? Если нет, объедините данные в одну выборку, рассчитайте среднее и доверительный интервал ( $P = 0,95$ ). Если да, проведите расчёты для каждой лаборатории в отдельности.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Текущий контроль:

- 1) задачи
- 2) контрольные вопросы (на основе вопросов к экзамену)
- 3) рефераты

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	А.Г.Дьячко	Математическое и имитационное моделирование производственных систем: монография		Москва: МИСиС, 2007
Л1.2	Б.Я.Советов, С.А.Яковлев	Моделирование систем. Практикум: учебное пособие		Москва: Высшая школа, 2003
Л1.3	А.Ю.Закгейм	Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: Учеб.пособие		М.:Логос, 2012
Л1.4	Н.А.Самойлов	Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико - технологических процессов": Учебное пособие		СПб, Лань, 2013
Л1.5	А.М. Гумеров	Математическое моделирование химико - математических процессов: Учебное пособие		СПб, Лань, 2014
Л1.6	Саблин А.В.	Моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие		НФ НИТУ МИСиС, 2016
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Н.А.Бурмистрова	Математическое моделирование экономических процессов: Монография		М.: Логос, 2010
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Б.Л.Каширин, В.А.Карасёв, Р.С.Тишакова	Организация эксперимента: Метод. указания : N1174		М.: МИСиС, 1986
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY		<a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>	
Э2	LMS Moodle		<a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>	
Э3	НФ НИТУ МИСИС		<a href="http://nf.misis.ru/">http://nf.misis.ru/</a>	
Э4	Университетская библиотека ONLINE		<a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>	
<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>				
П.1	WinPro 10 RUSUpgrdOLVNLEachAcdmcAP			
П.2	Zoom			
П.3	Браузер Yandex			
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>				
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>				
	Ауд.	Назначение	Вид	Оснащение

113	Учебная лаборатория (компьютерный класс)	Лаб	13 шт. - Компьютер в сборе; 1 шт. - Проектор универсальный Vivitek DH278; 1 шт. - Экран настенный 150x200; 1 шт. - Коммутатор D-Link 16 порт.; 1 шт. - Подвес для проектора; 1 шт. - Веб камера Logitech; 1 шт. - Кондиционер ; 13 шт. - Стол компьютерный; 2 шт. - Стол преподавательский; 7 шт. - Стулья; 12 шт. - Кресло; 1 шт. - Шкаф книжный; 12 шт. - Рулонные шторы; 1 шт. - Ученическая доска;
121	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Лек	14 шт. - Системный блок Intel Core; 14 шт. - Монитор LCD; 1 шт. - Экран настенный Seven Media 240x240; 1 шт. - Проектор ACER P5206; 1 шт. - Подвес для проектора; 1 шт. - Веб камера Logitech; 1 шт. - Доска ученическая; 27 шт. - Столы ученические; 52 шт. - Стулья; 4 шт. - Жалюзи.
123	Учебная лаборатория (компьютерный класс) Кабинет курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы обучающихся	Лаб	14 шт. - Системный блок; 14 шт. - Монитор LCD LG21,5; 1 шт. - Экран настенный 200x200; 1 шт. - Проектор ACER X118DLP 3600; 1 шт. - Подвес для проектора; 1 шт. - Коммутатор D-Link; 1 шт. - Доска ученическая; 27 шт. - Столы ученические; 52 шт. - Стулья; 4 шт. - Жалюзи.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы, включая темы самостоятельного изучения, ориентируясь на список контрольных вопросов по соответствующим темам.

При самостоятельном изучении материала рекомендуется заносить в тетрадь основные понятия, термины, формулировки законов, формулы и уравнения, выводы по изучаемой теме. Изучение любого вопроса необходимо проводить на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений. Это способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

В случае затруднения при изучении дисциплины следует обращаться за консультацией к преподавателю. Все лекционные материалы, а также практические задания приведены в LMS MISIS по адресу курса <https://lms.misis.ru/enroll/XHRX69>

Проведение экзамена:

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень освоения компетенций, всестороннее,

систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень освоения компетенций: основные знания,

умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень освоения компетенций: в

ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20%

теоретического

материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.