

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Е.И. Пряхин

Проректор по образовательной
деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУК О МАТЕРИАЛАХ И ПРОЦЕССАХ

Уровень высшего образования:	<i>Магистратура</i>
Направление подготовки:	<i>22.04.01 Материаловедение и технологии материалов</i>
Направленность (профиль):	<i>Материаловедение и технологии наноматериалов и покрытий</i>
Квалификация выпускника:	<i>Магистр</i>
Форма обучения:	<i>очная</i>
Составители:	<i>Доцент Сивенков А.В.</i>

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», утвержденного приказом Минобрнауки России № 306 от 24.04.2018;
- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «22.04.01 Материаловедение и технологии материалов» направленность (профиль) «Материаловедение и технологии наноматериалов и покрытий».

Составитель _____ доцент А.В. Сивенков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры материаловедения и технологии художественных изделий от 15.02.2023 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой _____ профессор, д.т.н. Е.И. Пряхин

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.

Цель преподавания дисциплины – изучение теоретических основ и методик построения моделей сложных систем – методикам системного, имитационного и аналитического моделирования.

Задачи изучения дисциплины – научить магистрантов самостоятельно разрабатывать модели и навыкам проведения компьютерного эксперимента.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО.

Дисциплина «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах» относится к дисциплинам обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» и изучается в 1 семестре.

Дисциплина «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы научных исследований», «Проектирование технологических процессов формирования и обработки наноматериалов и покрытий», а также практики: «Учебная практика - ознакомительная практика - Учебная практика, часть 1».

Особенностью дисциплины является развитие у студентов – магистрантов способности моделировать, обрабатывать и анализировать экспериментальные исследования в профессиональной деятельности.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ:

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	ОПК-1	ОПК-1.3 Владеть навыками моделирования и внедрения в производство технологических процессов создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности.
Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности.	ПКО-3	ПКО-3.1. Владеть навыками математического моделирования состава материалов, комплекса физико-механических свойств и их методов исследования.
		ПКО-3.4. Разрабатывает рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности.
		ПКО-3.5. Владеть проведением маркетинговых исследований в профессиональной деятельности.

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен моделировать процессы обработок и прогнозировать результаты их осуществления при различных режимах, в том числе с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования	ПКО-6	ПКО-6.1 Моделировать процессы создания и различных обработок материалов с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования.
		ПКО-6.2. Прогнозировать результаты различных обработок материалов , в том числе с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств.
		ПКО-6.3. Уметь устанавливать основные требования к технологическому оборудованию и оценивать вероятность отказа его работы.
		ПКО-6.4. Прогнозировать возможные нарушения технологии производства и обработок материалов, включая неисправности оборудования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объём дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак часы по семестрам
		1
Аудиторная работа, в том числе:	78	78
В том числе:		
Лекции	26	26
Практические занятия (ПЗ)	26	26
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	26	26
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	102	102
Выполнение курсовой работы (проекта)	36	36
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат	-	-
Подготовка к практическим занятиям	33	33
Подготовка к лабораторным занятиям	33	33
Подготовка к зачету / дифф. зачету	-	-
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	36	Э (36)
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	216	216
зач. ед.	6	6

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1 Разделы дисциплин и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Введение в дисциплину»	4	2	-	-	2
Раздел 2 «Основы теории моделирования сложных систем»	30	4	4	6	16
Раздел 3 «Технологии моделирования»	32	6	4	6	16
Раздел 4 «Компьютерный эксперимент»	32	4	8	-	20
Раздел 5 «Имитационное моделирование»	32	4	4	4	20
Раздел 6 «Аналитическое моделирование свойств наноразмерных частиц»	32	4	4	6	18
Раздел 7 «Моделирование свойств супрамолекулярных наноструктур»	18	2	2	4	10
Итого:	180	26	26	26	102

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Введение в дисциплину	Взаимосвязь с другими дисциплинами. Моделирование как метод научного познания и подход к решению задач оптимизации технических и организационных систем.	2
2	Основы теории моделирования сложных систем	Сложные системы. Аналогия. Подобие. Модель. Классификация видов моделирования. Детерминированные и вероятностные модели. Уровни моделирования. Средства моделирования и модели, применяемые при исследовании наноструктур и наноматериалов. Системное, имитационное и аналитическое моделирования.	4
3	Технологии моделирования.	Основные этапы моделирования. Постановка и анализ задачи исследования, математическое описание объекта. Формализация и алгоритмизация процессов получения и переработки наноматериалов, свойств наноматериалов.	6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Инструментальные средства реализации моделей. Языки и системы моделирования. Анализ и интерпретация результатов моделирования на ЭВМ.	
4	Компьютерный эксперимент	Математические схемы и методы моделирования систем. Классификация математических моделей. Планирование и организация компьютерного эксперимента. Интерпретация результатов. Визуализация результатов. Оценка достоверности модели	4
5	Имитационное моделирование	Возможности метода. Имитационные модели. Принципы построения моделирующих алгоритмов. Генераторы последовательностей случайных и псевдослучайных чисел. Критерии и алгоритмы проверки качества последовательности. Статистическое моделирование процессов массо- и теплопереноса в наноструктурах.	4
6	Аналитическое моделирование свойств наноразмерных частиц	Вариационно-разностные методы решения начально-краевых задач. Решение дифференциальных уравнений методом конечных разностей.	4
7	Моделирование свойств супрамолекулярных наноструктур.	Структура и кинетика роста фрактального кластера. Поверхностные фрактальные кластеры. Фрактальные нити. Перколяционные кластеры как объекты с фрактальными свойствами	2
Итого:			26

4.2.3. Практические занятия:

№ п/п	Разделы	Наименование практических работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Статистические методы обработки результатов компьютерного эксперимента по моделированию наноструктур.	4
2	Раздел 3	Термодинамическое описание границы раздела фаз. Поверхностная энергия твердых тел. Расчет значений поверхностной энергии кристаллов различной химической природы.	4
3	Раздел 4	Расчет свободной поверхностной энергии частиц ультрадисперсного порошка.	8
4	Раздел 5	Определение скорости оседания частиц металлического порошка.	4
5	Раздел 6	Определение коэффициента диффузии мицелл при заданной температуре.	4
6	Раздел 7	Изучение химических формул реагентов технологии	2

№ п/п	Разделы	Наименование практических работ	Трудоемкость в ак. часах
		детонационного синтеза. Изучение структуры поверхности наноалмазов.	
		Итого	26

4.2.4. Лабораторные работы:

№ п/п	Разделы	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Обработка результатов эксперимента.	6
2	Раздел 3	Расчет коэффициентов регрессии	6
3	Раздел 5	Моделирование самоорганизации фрактальных структур наночастиц.	4
4	Раздел 6	Моделирование процессов теплопереноса в ультрадисперсных порошках	6
5	Раздел 7	Моделирование взаимодействия наночастиц.	4
		Итого	26

4.2.5. Курсовые работы

№ п/п	Темы курсовых работ
1	Основы теории моделирования сложных систем
2	Технологии моделирования.
3	Компьютерный эксперимент
4	Имитационное моделирование
5	Аналитическое моделирование свойств наноразмерных частиц
6	Моделирование свойств супрамолекулярных наноструктур.
7	Формализация и алгоритмизация технологических процессов

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении

материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Введение в дисциплину

1. Как проводится классификация математических моделей на основе особенностей применяемого математического аппарата.
2. Как различаются математические модели по форме представления.
3. Что такое алгоритмические модели.
4. В чем разница между теоретическими и экспериментальными функциональными математическими моделями.
5. Назовите виды математических моделей технических объектов.

Раздел 2. Основы теории моделирования сложных систем

1. Системы Чебышева. Определение системы Чебышева.
2. Общая схема метода моделирования сложных систем.
3. Прямое построение интерполяционного многочлена Лагранжа и тригонометрического интерполяционного многочлена.
4. Построение стационарной модели по дискретному набору данных.
5. Перспективы применения многопроцессорных вычислительных систем.

Раздел 3. Технологии моделирования.

1. Линейная интерполяция. Практический способ интерполяции.
2. Интерполяционный и сглаживающий сплайны.
3. Постановка задачи равномерного приближения.
4. Идентификация параметров нестационарной модели
5. Модель Больцмана–Вольтера.

Раздел 4. Компьютерный эксперимент

1. Теорема Котельникова–Шеннона.
2. Вычисление прямого и обратного преобразований для дельта-функции Дирака и ее производной.
3. Собственные и присоединенные векторы. Фундаментальная система решений.
4. Случай различных действительных собственных чисел: устойчивый и неустойчивый узлы, седло.
5. Метод вариации постоянного вектора.

Раздел 5. Имитационное моделирование

1. Дискретное преобразование Фурье.
2. Прямое построение кубического сплайна Эйлера.
3. Метод наименьших квадратов. Идея метода
4. Неравенство Коши–Буняковского.
5. Общая постановка задачи наилучшего приближения в гильбертовом пространстве.

Раздел 6. Аналитическое моделирование свойств наноразмерных частиц

1. Формулировка балансовых уравнений.
2. Некоторые общие свойства матриц с положительными коэффициентами.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к экзамену:

1. Математические модели случайных явлений.
2. Свойства выборки случайных величин.
3. Оценки параметров распределения генеральной совокупности, понятие об эффективности оценки.
4. Критерии Пирсона, Стьюдента.
5. Эмпирический ряд распределения случайной величины.
6. Первичная обработка результатов эксперимента
7. Графическое изображение эмпирических рядов распределения.
8. Распределения Пуассона, Стьюдента, Фишера, хи-квадрат.
9. Задачи корреляционного анализа.
10. Корреляционная зависимость.
11. Коэффициент корреляции, его интерпретация, методы вычисления.
12. Определение диапазона изменения коэффициентов линейной модели.
13. Функциональная линеаризация.
14. Множественная линейная регрессия.
15. Классификация видов погрешностей по способу получения результатов, по методу измерений, по условиям измерений и по степени их достаточности.
16. Характеристики точности средств измерения.
17. Классы точности средств измерения.
18. Порядок обработки результатов прямых измерений
19. Порядок обработки результатов косвенных измерений
20. Определение дисперсии опыта.
21. Равномерное и неравномерное дублирование.
22. Критерии Бартлетта и Кохрена.
23. Расчет коэффициентов модели и проверка их статистической значимости.
24. Проверка адекватности полученной модели.
25. Критерии Гаусса, Стьюдента, Фишера. Анализ полученной модели.
26. Принятие решения с целью обеспечения требуемых свойств.
27. Крутое восхождение по поверхности отклика.
28. Метод крутого восхождения.
29. Зависимость критических точек конструкционных сталей от химического состава
30. Построение моделей множественной линейной регрессии

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

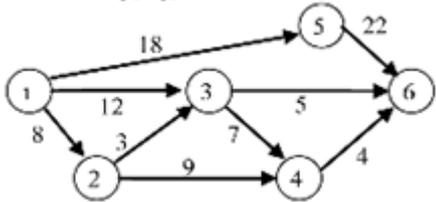
Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Первые математические модели были созданы:	1. Ф. Кенэ 2. К. Марксом 3. Г. Фельдманом 4. Д. Нейманом
2.	Модель, представляющая собой объект, который ведет себя как реальный объект, но не выглядит как таковой — это	1. аналоговая модель 2. типовая модель 3. математическая модель 4. физическая модель
3.	Модель, представляющая то, что исследуется с помощью увеличенного или уменьшенного описания объекта или системы — это	1. физическая 2. аналитическая 3. типовая 4. математическая

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
4.	Где впервые были предложены сетевые модели?	<ol style="list-style-type: none"> 1. СССР 2. Англии 3. США 4. Германии
5.	Какой из структурных элементов включает в себя процесс моделирования?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ 2. Модель 3. Объект 4. Субъект
6.	Модели PERT впервые были предложены в	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1956 г. 2. 1948 г. 3. 1958 г. 4. 1953 г.
7.	Автоматизация процесса управления не включает в себя	<ol style="list-style-type: none"> 1. этап анализа 2. этап планирования и разработки 3. этап управления ходом разработки 4. нет правильного ответа
8.	Транспортная задача решается методом:	<ol style="list-style-type: none"> 1. наименьших стоимостей, оптимальности 2. оптимальности, северо-западного угла 3. северо-западного угла, наименьших стоимостей 4. все ответы верны
9.	Предшественниками имитационных игр были:	<ol style="list-style-type: none"> 1. военные игры 2. конфликтные игры 3. экономические игры 4. нет правильных ответов
10.	Математической моделью конфликтных ситуаций является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. сетевая модель 2. теория игр 3. имитационная модель 4. транспортная модель
11.	Какие из научных дисциплин не входят в экономико-математические методы:	<ol style="list-style-type: none"> 1. экспериментальный анализ 2. эконометрия 3. экономическая кибернетика 4. все ответы верны
12.	Классификация по целевому назначению включает в себя модели	<ol style="list-style-type: none"> 1. макроэкономические, микроэкономические 2. балансовые, трендовые 3. теоретико-аналитические, прикладные 4. все ответы верны
13.	Классификация по типу информации делится на:	<ol style="list-style-type: none"> 1. аналитические, идентифицированные 2. статистические, динамические 3. матричные, сетевые 4. балансовые, трендовые

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14.	Классификация по учету фактора неопределенности включает в себя:	<ol style="list-style-type: none"> 1. детерминированные, стохастические 2. статистические, динамические 3. макроэкономические, микроэкономические 4. аналитические, идентифицированные
15.	В какой из моделей используется седловая точка?	<ol style="list-style-type: none"> 1. в транспортной 2. в имитационной 3. в СГ 4. в теории игр
16.	Материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе исследования замещает объект- оригинал так, что его непосредственное изучение дает новые знания об объекте- оригинале — это	<ol style="list-style-type: none"> 1. аналогия 2. модель 3. абстракция 4. гипотеза
17.	Какой из этапов математического моделирования должен проводиться перед остальными ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Численное решение 2. Постановка экономической проблемы и ее качественный анализ 3. Математический анализ модели 4. Подготовка исходной информации
18.	Модель межотраслевых связей является ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Структурно-функциональной 2. Структурной 3. Функциональной 4. Имитационной
19.	Модель производства, основанная на производственных функциях, построенная на основе обработки статистических данных, является ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Имитационной 2. Нормативной 3. Дискриптивной 4. Стохастической
20.	На каком из этапов рационально использовать ЭВМ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Численное решение 2. Математический анализ модели 3. Постановка экономической проблемы и ее качественный анализ 4. Построение математической модели

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какую задачу нельзя решать методами динамического программирования:	<ol style="list-style-type: none"> 1. распределение ресурсов 2. определения оптимального ассортимента продукции 3. разработка правил управления запасами 4. разработка принципов календарного планирования производства
2.	Согласно принципу оптимальности Беллмана, оптимальное управление на данном шаге зависит от оптимального управления на ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предыдущих шагах 2. Последующих шагах 3. Первом шаге 4. Последнем шаге
3.	На сколько этапов разбивается процесс решения задачи о распределении средств между четырьмя предприятиями:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1 2. 3 3. 4 4. 2
4.	Какому условию должна удовлетворять целевая функция при ее решении методами динамического программирования:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Непрерывности 2. Аддитивности 3. Линейности 4. Нелинейности
5.	Среди критериев выбора оптимального решения при играх с природой наиболее осторожным (с минимальным риском) является критерий:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Лапласа 2. Сэвиджа 3. Вальда 4. Гурвица
6.	<p>Сетевой график имеет вид:</p>  <p>Укажите пример полного пути</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 3-4-6 2. 1-2-3-4-5-6 3. 1-3-6 4. 1-2-3
7.	Время выполнения всего проекта равно	<ol style="list-style-type: none"> 1. 40 2. 17 3. 22 4. 88
8.	Имеется линейная производственная функция вида $y=3x_1+2x_2+1$, где x_1 - материальные затраты, а x_2 - трудовые затраты. Тогда предельная производительность по трудовым затратам равна:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1 2. 3 3. 6 4. 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9.	Модель объекта это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. предмет похожий на объект моделирования 2. объект - заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели 3. копия объекта 4. шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта
10.	Основная функция модели это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Получить информацию о моделируемом объекте 2. Отобразить некоторые характеристические признаки объекта 3. Получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта 4. Воспроизвести физическую форму объекта
11.	Математические модели относятся к классу...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изобразительных моделей 2. Прагматических моделей 3. Познавательных моделей 4. Символических моделей
12.	Методами математического моделирования являются ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитический 2. Числовой 3. Аксиоматический и конструктивный 4. Имитационный
13.	Какая форма математической модели отображает предписание последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитическая 2. Графическая 3. Цифровая 4. Алгоритмическая
14.	Объект, состоящий из вершин и ребер, которые между собой находятся в некотором отношении, называют...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Системой 2. Чертежом 3. Структурой объекта 4. Графом
15.	Эффективность математической модели определяется ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценкой точности модели 2. Функцией эффективности модели 3. Соотношением цены и качества 4. Простотой модели

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
16.	Адекватность математической модели и объекта это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования 2. Полнота отображения объекта моделирования 3. Количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования 4. Объективность результата моделирования
17.	Состояние объекта определяется ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Количеством информации, полученной в фиксированный момент времени 2. Множеством свойств, характеризующим объект в фиксированный момент времени относительно заданной цели 3. Только физическими данными об объекте 4. Параметрами окружающей среды
18.	Изменение состояния объекта отображается в виде ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Статической модели 2. Детерминированной модели 3. Динамической модели 4. Стохастической модели
19.	Фазовое пространство определяется ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Множеством состояний объекта, в котором каждое состояние определяется точкой с координатами эквивалентными свойствам объекта в фиксированный момент времени 2. Координатами свойств объекта в фиксированный момент времени 3. Двумерным пространством с координатами x, y 4. Линейным пространством
20.	Фазовая траектория это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вектор в полярной системе координат 2. След от перемещения фазовой точки в фазовом пространстве 3. Монотонно убывающая функция 4. Синусоидальная кривая с равными амплитудами и частотой

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Точка бифуркации это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Точка фазовой траектории, характеризующая изменение состояния объекта 2. Точка на траектории, характеризующая состояние покоя 3. Точка фазовой траектории, предшествующая резкому изменению состояния объекта 4. Точка равновесия
2.	Декомпозиция это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Процедура разложения целого на части с целью описания объекта 2. Процедура объединения частей объекта в целое 3. Процедура изменения структуры объекта 4. Процедура сортировки частей объекта
3.	Установление равновесия между простотой модели и качеством отображения объекта называется...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дискретизацией модели 2. Алгоритмизацией модели 3. Линеаризацией модели 4. Идеализацией модели
4.	Имитационное моделирование ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Воспроизводит функционирование объекта в пространстве и времени 2. Моделирование, в котором реализуется модель, производящая процесс функционирования системы во времени, а также имитируются элементарные явления, составляющие процесс 3. Моделирование, воспроизводящее только физические процессы 4. Моделирование, в котором реальные свойства объекта заменены объектами – аналогами
5.	Планирование эксперимента необходимо для...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Точного предписания действий в процессе моделирования 2. Выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью 3. Выполнения плана экспериментирования на модели 4. Сокращения числа опытов

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
6.	Модель детерминированная ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Матрица, детерминант которой равен единице 2. Объективная закономерная взаимосвязь и причинная взаимообусловленность событий. В модели не допускаются случайные события 3. Модель, в которой все события, в том числе, случайные ранжированы по значимости 4. Система непредвиденных, случайных событий
7.	Дискретизация модели это процедура...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отображения состояний объекта в заданные моменты времени 2. Процедура, которая состоит в преобразовании непрерывной информации в дискретную 3. Процедура деления целого на части 4. Приведения динамического процесса к множеству статических состояний объекта
8.	Свойство, при котором модели могут быть полностью или частично использоваться при создании других моделей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Универсальностью 2. Неопределенностью 3. Неизвестностью 4. Случайностью
9.	Компьютерный эксперимент - это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. обработка результатов вычислений на компьютере 2. эксперимент с помощью компьютера или на компьютере 3. построение таблиц и графиков в MS Office 4. любое использование любого математического пакета
10.	Погрешность математической модели связана с ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. несоответствием физической реальности, так как абсолютная истина недостижима 2. Неадекватностью модели 3. Неэкономичностью модели 4. Неэффективностью модели

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11.	Непрерывно-детерминированные схемы моделирования определяют...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Математическое описание системы с помощью непрерывных функций с учётом случайных факторов 2. Математическое описание системы с помощью непрерывных функций без учёта случайных факторов 3. Математическое описание системы с помощью функций непрерывных во времени 4. Математическое описание системы с помощью дискретно-непрерывных функций
12.	Компьютерная модель -это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. компьютер + программа + технология моделирования (их использования) 2. компьютер + программа 3. компьютер + MS Office 4. пакет решения математических задач
13.	Любая математическая модель должна (в рамках рассматриваемых гипотез моделирования) быть абсолютно ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Точной 2. Адекватной 3. Идеальной 4. Совершенной
14.	Знаку "?" в схеме "исследуемый процесс-?-результат математического моделирования" соответствует...	<ol style="list-style-type: none"> 1. компьютерная программа 2. компьютерная технология 3. математическая модель 4. исследующий ученый
15.	Соотношение вида треугольник ABC=треугольник MNK более точно и грамотно можно назвать моделью ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Математической 2. Физической 3. Геометрической 4. Планиметрической
16.	Соотношение $F=ma$ является моделью...	<ol style="list-style-type: none"> 1. физико-математической 2. физической 3. математической 4. математико-физической
17.	Математическое описание динамики популяции биологических видов является моделью...	<ol style="list-style-type: none"> 1. математико-динамической 2. математико-биологической 3. биолого-математической 4. биолого-динамической
18.	Математическая модель не зависит от ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. предложений о поведении моделируемой системы 2. средств (языка) описания системы 3. методов изучения системы 4. обозначений

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
19.	Выберите неверное утверждение:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Натурные модели — реальные объекты, в уменьшенном или увеличенном виде воспроизводящие внешний вид, структуру или поведение моделируемого объекта 2. Информационные модели описывают объект-оригинал на одном из языков кодирования информации 3. Динамические модели отражают процессы изменения и развития объектов во времени 4. За основу классификации моделей может быть взята только предметная область, к которой они относятся
20.	Замена реального объекта его формальным описанием — это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ 2. Моделирование 3. Формализация 4. Алгоритмизация

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Шкала оценивания знаний по выполнению заданий экзамена:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу / курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы.	Выполнил курсовую работу с ошибками. При защите курсовой работы демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки.	Выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсовой работы демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины.	Выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием на проектирование. При защите курсовой работы демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Математические методы моделирования экономических систем [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. - М. : Финансы и статистика, 2003. - 367 с. <http://elibr.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks46544>
2. Математическое моделирование в электромеханике [Текст] : письмен. лекции / А. В. Каган. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2002 - . <http://window.edu.ru/resource/963/24963/files/nwpi050.pdf>
3. Пряхин Е. И., Вологжанина С.А., Петкова А.П., Ганзуленко О.Ю Наноматериалы и нанотехнологии. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-5373-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Математическое моделирование : получение монокристаллов и полупроводниковых структур [Текст] : монография / АН СССР, ИПМ им. М. В. Келдыша ; [ред.: А. А. Самарский и др.]. - М. : Наука, 1986. - 197 с.

2. Математическое моделирование процессов теплопереноса. Эволюция диссипативных структур [Текст] : монография / В. П. Маслов, В. Г. Данилов, К. А. Волосов. - М. : Наука, 1987. - 352 с.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Гумеров А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Гумеров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/41014>.

2. Гунцов А.В. Математическое моделирование процессов электронакопления микроколичеств осадка, осложненных химическими реакциями [Электронный ресурс] : монография / А.В. Гунцов, Л.В. Гунцова, А.А. Шилов. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. — 80 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/55427>.

7.2. базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

2. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

3. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

4. Свободная энциклопедия Википедия: <https://ru.wikipedia.org>

5. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Материально-техническое оснащение аудиторий

Аудитории для проведения лекционных занятий (Учебный центр № 1).

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокуляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ P11 – 1 шт., ПЭВМ Кей P911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожаный - 23 шт.

Аудитории для проведения практических занятий (Учебный центр № 1).

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокуляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ P11 – 1 шт., ПЭВМ Кей P911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожаный - 23 шт.

Аудитории для проведения лабораторных работ (Учебный центр № 1).

13 посадочных мест Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокуляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ P11 – 1

шт., ПЭВМ Кей Р911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожаный - 23 шт.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

Центр новых информационных технологий и средств обучения:

- персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»);
- монитор – 4 шт.;
- сетевой накопитель – 1 шт.;
- источник бесперебойного питания – 2 шт.;
- телевизор плазменный Panasonic – 1 шт.;
- точка Wi-Fi – 1 шт.;
- паяльная станция – 2 шт.;
- дрель – 5 шт.;
- перфоратор – 3 шт.;
- набор инструмента – 4 шт.;
- тестер компьютерной сети – 3 шт.;
- баллон со сжатым газом – 1 шт.;
- паста теплопроводная – 1 шт.;
- пылесос – 1 шт.;
- радиостанция – 2 шт.;
- стол – 4 шт.;
- тумба на колесиках – 1 шт.;
- подставка на колесиках – 1 шт.;
- шкаф – 5 шт.;
- кресло – 2 шт.;
- лестница Alve - 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Professional
- ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2025 года) Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012
- Microsoft Office 2007 Professional Plus Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2025 года)
- ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 «На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения»
- Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2025 года)
- Autodesk
- product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1
- с возможностью доступа к сети «Интернет»
- Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2025 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" (обслуживание до 2025 года)
- Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)
- Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)