

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт математики, физики и информационных технологий  
Кафедра математического моделирования и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Н. Л. Королева  
«04» июля 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.1.1 Математическое моделирование технических систем

Направление подготовки/специальность: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль/направленность/специализация: Математическое моделирование

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2022

**Автор программы:**

Кандидат физико-математических наук, Слетков Денис Викторович

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 - Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры) (приказ Министерства образования и науки РФ от «10» января 2018 г. № 13).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры математического моделирования и информационных технологий «29» июня 2022 г. Протокол № 12

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института математики, физики и информационных технологий, Протокол от «04» июля 2022 г. № 6.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	16
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	17
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	19
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	19

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ПК-6 Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- проектный
- производственно-технологический

### 1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 06 Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сфере проектирования, разработки, внедрения и эксплуатации информационных систем, управления их жизненным циклом)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Анализирует методы научных исследований в области математического моделирования технических систем и в прикладных областях
	ПК-6 Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	Применяет методы научных исследований в для моделирования технических систем при помощи современных языков программирования

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения
		Очно-заочная (семестр)
		1
1	Научно-исследовательский семинар	+

ПК-6 Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очно-заочн ая (семестр)		
		2	4	5
1	История и методология прикладной математики и информатики	+		
2	Методы управления системами		+	
3	Научно-исследовательская работа		+	
4	Преддипломная практика			+
5	Численные методы оптимизации		+	

## 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Математическое моделирование технических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 01.04.02 - Прикладная математика и информатика.

Дисциплина «Математическое моделирование технических систем» изучается в 2 семестре.

## 3.Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины: 5 з.е.

Очно-заочная: 5 з.е.

Вид учебной работы	Очно-заочная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>180</b>
Контактная работа	26
Лекции (Лекции)	10
Практические (Практ. раб.)	16
Самостоятельная работа (СР)	118
Экзамен	36

## 3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О-3	О-3	О-3	
семестр					
1	Методологические основы моделирования	-	-	-	Практическое задание; Собеседование

2	Формализация и алгоритмизация процесса функционирования сложных систем	-	-	-	Собеседование; Практическое задание
3	Моделирование и принятие решений в условиях неопределенности	-	-	-	Собеседование; Практическое задание
4	Основные понятия моделирования методом планирования эксперимента	-	-	-	Собеседование; Практическое задание
5	Архитектурное построение моделирующих комплексов динамических систем	-	-	-	Собеседование; Практическое задание
6	Моделирование и анализ динамических процессов в технических устройствах методом эквивалентных схем	-	-	-	Собеседование; Практическое задание
7	Функциональное моделирование технических систем	-	-	-	Собеседование; Практическое задание
2 семестр					
8	Основные задачи и методы математического моделирования технических систем	1	2	16	Лабораторная работа; Собеседование
9	Роль моделирования технических систем	1	2	16	Лабораторная работа; Собеседование
10	Математические модели технических процессов	1	2	16	Лабораторная работа; Собеседование
11	Особенности математического моделирования экономических процессов	1	2	16	Лабораторная работа; Собеседование

12	Оптимизационные методы в изучении технических систем.	2	2	19	Собеседование; Лабораторная работа
13	Динамическое программирование в технических системах	2	3	17	Собеседование; Лабораторная работа
14	Применение методов математического моделирования технических систем в условиях неполной информации	2	3	18	Лабораторная работа; Собеседование
семестр					
15	Двухуровневые неполные математические модели технических систем	-	-	-	Лабораторная работа; Собеседование
16	Обзор современных подходов и методов моделирования технических систем	-	-	-	Собеседование; Лабораторная работа
17	Математические модели гомеостатических генных сетей и генных сетей развивающихся систем	-	-	-	Собеседование; Лабораторная работа
18	Обобщенный метод моделирования технических систем	-	-	-	Собеседование; Лабораторная работа
19	Структура прикладных динамических моделей технических систем	-	-	-	Собеседование; Лабораторная работа
20	Основные типы динамических межотраслевых моделей	-	-	-	Собеседование; Лабораторная работа

21	Перспективные направления математического моделирования производственных систем	-	-	-	Лабораторная работа; Собеседование
----	---	---	---	---	---------------------------------------

### Тема 1. Методологические основы моделирования (УК-1)

#### Лекция.

Основные понятия математической модели (ММ). Синтез, анализ, оптимизация. Классификация видов моделирования. Основы детерминированного, стохастического, математического, статистического, динамического, дискретного, непрерывного и физического моделирования.

#### Задания для самостоятельной работы.

**Задание 1. Закончите предложение: «МОДЕЛЬ – ЭТО УПРОЩЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О...»**

**Задание 2. Составить из предложенных слов определение для понятия «Моделирование»: ДЛЯ, ПОСТРОЕНИЕ, И, ОБЪЕКТОВ, ИЗУЧЕНИЯ, ЯВЛЕНИЙ, МОДЕЛЕЙ, ПРОЦЕССОВ, ИССЛЕДОВАНИЯ.**

**Задание 3. Расположите этапы моделирования в нужном порядке:**

**1) КОМПЬЮТЕРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ;**

**2) АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ;**

**3) ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ;**

**4) ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ.**

### Тема 2. Формализация и ал-горитмизация процесса функционирования сложных систем (ПК-1)

#### Лекция.

Сущность компьютерного моделирования сложной системы.

Основные требования, предъявляемые к модели: полнота, гибкость, точность. Основные этапы моделирования технических систем: построение описательной модели системы и её формализация; Ал-горитмизация модели и её компьютерная реализация; получение и интерпретация результатов моделирования. Три основных класса ошибок моделирования: ошибки формализации, ошибки решения, ошибки задания параметров системы. Схема взаимосвязи технологических этапов моделирования.

#### Задания для самостоятельной работы.

**Вариант 1. Вычислительная система состоит из трех ЭВМ. С интервалом**

$3 \pm 1$  мин в систему поступают задания, которые с вероятностями  $P_1 = 0,4$ ;

$P_2 = P_3 = 0,3$  адресуются одной из трех ЭВМ. Перед каждой ЭВМ имеется очередь заданий, длина которой не ограничена. После обработки задания на первой ЭВМ оно с вероятностью  $P_{12} = 0,3$  поступает в очередь ко второй ЭВМ и с вероятностью  $P_{13} = 0,7$  – в очередь к третьей ЭВМ. После обработки на второй или третьей ЭВМ задание считается выполненным. Продолжительность обработки заданий на разных ЭВМ характеризуется интервалами времени

$T_1 = 7 \pm 4$  мин,  $T_2 = 3 \pm 1$  мин,  $T_3 = 5 \pm 2$  мин. Смоделировать процесс обработки 200 заданий. Определить максимальную длину каждой очереди и коэффициенты загрузки ЭВМ.



**Вариант 2.** В вычислительную машину, работающую в системе управления технологическим процессом, через каждые  $3 \pm 1$  с поступает информация от датчиков и измерительных устройств. До обработки на ЭВМ информационные сообщения накапливаются в буферной памяти емкостью в одно сообщение. Продолжительность обработки сообщений на ЭВМ –  $5 \pm 2$  с. Динамика технологического процесса такова, что имеет смысл обрабатывать сообщения, ожидавшие в буферной памяти не более 12 с. Остальные сообщения считаются потерянными. Смоделировать процесс поступления в ЭВМ 200 сообщений. Подсчитать число потерянных сообщений и определить коэффициент загрузки ЭВМ.

**Вариант 3.** В специализированной вычислительной системе периодически выполняются три вида заданий, которые характеризуются разными уровнями приоритета: нулевым, первым и вторым. Каждый новый запуск задания оператор производит при помощи дисплея, работая на нем  $50 \pm 30$  с. После запуска задания оно требует для своего выполнения  $100 \pm 50$  с времени работы процессора, причем задания более высокого приоритета прерывают выполнение заданий более низкого приоритета. Результаты обработки задания выводятся на печать без прерываний в течение  $30 \pm 10$  с, после чего производится их анализ в течение  $60 \pm 20$  с и задание запускается снова. Можно считать, что при работе дисплея и при выводе результатов на печать процессор не используется. Смоделировать процесс работы системы при условии, что задание второго уровня приоритета выполняется 100 раз. Подсчитать число циклов выполнения остальных заданий и определить коэффициенты загрузки технических средств системы.

**Вариант 4.** Информационно-поисковая библиографическая система построена на базе двух ЭВМ и имеет один терминал для ввода и вывода информации. Первая ЭВМ обеспечивает поиск научно-технической литературы (вероятность обращения к ней – 0,7), а вторая – медицинской (вероятность обращения к ней – 0,3). Пользователи обращаются к услугам системы каждые  $5 \pm 2$  мин. Если в очереди к терминалу ожидают

10 пользователей, то вновь прибывшие пользователи получают отказ в обслуживании. Поиск информации на первой ЭВМ продолжается  $6 \pm 4$  мин, а на второй  $3 \pm 2$  мин. Для установления связи с нужной ЭВМ и передачи текста запроса пользователи тратят  $2 \pm 1$  мин. Вывод результатов поиска происходит за 1 мин. Смоделировать процесс работы системы за 8 ч. Определить среднюю и максимальную длину очереди к терминалу, а также коэффициенты загрузки технических средств системы. Как изменятся параметры очереди к терминалу, если будет установлен еще один терминал?

### **Тема 3. Моделирование и принятие решений в условиях неопределенности (УК-1)**

#### **Лекция.**

Информационно-аналитическая подготовка: постановки задачи, поиск, накопление и предварительная обработки информации для принятия решения выявление и оценка текущей ситуации с учетом возникшей проблемы; выдвижение гипотез (вариантов, альтернатив, сценариев). Обзор математических теорий для формализации неопределенной информации в моделях: многозначная логика; теория вероятности; теория ошибок; теория средних интервалов; теория субъективных вероятностей; теория нечетких множеств теория нечетких мер и интегралов.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Предприятие выпускает два вида продукции: А и В. При этом используются ресурсы: R1, R2 и R3. Нормы расхода на ресурсы составляют соответственно:

R1: a1, a2

R2: b1, b2

R3: c1, c2

Рыночная цена продукции А составляет P1, продукции В – P2. Необходимо принять решение относительно плана выпуска продукции обеспечивающего максимальный доход. Оценить устойчивость выбранного решения относительно колебания цен на продукцию. Объемы ресурсов: R1 – V1, R2 – V2, R3 – V3

## Тема 4. Основные понятия моделирования методом планирования эксперимента (ПК-6)

### Лекция.

Постановка вычислительного эксперимента с моделью. Понятие исследуемого объекта в виде «чёрный ящик». Количественные и качественные факторы. Факторное пространство. Построение матрицы планирования. Модель в виде полинома для четырех факторов на двух уровнях.

### Задания для самостоятельной работы.

Вопросы для самоконтроля:

Моделирование социальных систем с учетом процессов глобализации.

Моделирование социальных систем, специфицирующих жизнедеятельность общества коллективистского типа.

Моделирование социальных систем, специфицирующих жизнедеятельность общества индивидуалистического типа.

Мультиагентное моделирование и "искусственная жизнь"

## Тема 5. Архитектурное построение моделирующих комплексов динамических систем (УК-1)

### Лекция.

Графический интерфейс, система управления базами данных, математическое ядро, подсистема визуализации. Обзор калькуляторных программ для статических вычислений и специализированных решателей для моделирования динамических процессов (MathCad, Eureka, MATLAB, Mathematica).

### Задания для самостоятельной работы.

Исследование модели вход-выход Исходные данные:  $n=20=30$   $a_1=0,8$   $b_0=30$   $1=32=0(0)=1(1)(0)=0.5$

Дифференциальное уравнение описания системы:  $(2) + 0.8 y(1) + 30y = 3u(1) + 30u = d/dt(2)y + 0.8sy + 30y = 3su + 30u$

## Тема 6. Моделирование и анализ динамических процессов в технических устройствах методом эквивалентных схем (УК-1)

### Лекция.

Аналогии компонентных уравнений. Компонентные и топологические уравнения систем различной физической природы. Формирование эквивалентных схем технических устройств с однородной и гибридной структурой.

### Задания для самостоятельной работы.

В ПМК РА-9 сформировать и реализовать ММ механической поступательно-вращательной системы и исследовать протекающие в ней динамические процессы.

## Тема 7. Функциональное моделирование технических систем (ПК-6)

### Лекция.

Основные положения функционального моделирования технических систем. Линеаризация математических моделей инерционных элементов. Понятие передаточной функции входной и выходной фазовой переменной. Типовые нелинейные элементы.

### Задания для самостоятельной работы.

изучение основных элементов диаграммы классов, создание диаграммы классов, а также получение навыков работы с инструментальными средствами создания Class Diagram.

## Тема 8. Основные задачи и методы математического моделирования технических систем (УК-1)

### Лекция.

Основные задачи и методы математического моделирования технических систем. Определение терминов и понятий математического моделирования. Полные математические модели.

### Задания для самостоятельной работы.

**Задание 1. Закончите предложение: «МОДЕЛЬ – ЭТО УПРОЩЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О...»**

**Задание 2. Составить из предложенных слов определение для понятия «Моделирование»:**  
**ДЛЯ, ПОСТРОЕНИЕ, И, ОБЪЕКТОВ, ИЗУЧЕНИЯ, ЯВЛЕНИЙ, МОДЕЛЕЙ, ПРОЦЕССОВ, ИССЛЕДОВАНИЯ.**

**Задание 3. Расположите этапы моделирования в нужном порядке:**

**1) КОМПЬЮТЕРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ;**

**2) АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ;**

**3) ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ;**

**4) ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ.**

## **Тема 9. Роль моделирования технических систем (ПК-6)**

### **Лекция.**

Взаимосвязи понятий теория и модель. Типология моделей. Когнитивная модель. Виды содержательных моделей. Роль формальных моделей. Элементы моделей. Визуализация и качественные методы моделирования. Модели технических систем. Целесообразность использования различных моделей технических систем в зависимости от специфики конкретных задач.

### **Задания для самостоятельной работы.**

#### **Вариант 1. Вычислительная система состоит из трех ЭВМ. С интервалом**

$3 \pm 1$  мин в систему поступают задания, которые с вероятностями  $P_1 = 0,4$ ;

$P_2 = P_3 = 0,3$  адресуются одной из трех ЭВМ. Перед каждой ЭВМ имеется очередь заданий, длина которой не ограничена. После обработки задания на первой ЭВМ оно с вероятностью  $P_{12} = 0,3$  поступает в очередь ко второй ЭВМ и с вероятностью  $P_{13} = 0,7$  – в очередь к третьей ЭВМ. После обработки на второй или третьей ЭВМ задание считается выполненным. Продолжительность обработки заданий на разных ЭВМ характеризуется интервалами времени

$T_1 = 7 \pm 4$  мин,  $T_2 = 3 \pm 1$  мин,  $T_3 = 5 \pm 2$  мин. Смоделировать процесс обработки 200 заданий. Определить максимальную длину каждой очереди и коэффициенты загрузки ЭВМ.

**Вариант 2. В вычислительную машину, работающую в системе управления технологическим процессом, через каждые  $3 \pm 1$  с поступает информация от датчиков и измерительных устройств. До обработки на ЭВМ информационные сообщения накапливаются в буферной памяти емкостью в одно сообщение. Продолжительность обработки сообщений на ЭВМ –  $5 \pm 2$  с. Динамика технологического процесса такова, что имеет смысл обрабатывать сообщения, ожидавшие в буферной памяти не более 12 с. Остальные сообщения считаются потерянными. Смоделировать процесс поступления в ЭВМ 200 сообщений. Подсчитать число потерянных сообщений и определить коэффициент загрузки ЭВМ.**

**Вариант 3.** В специализированной вычислительной системе периодически выполняются три вида заданий, которые характеризуются разными уровнями приоритета: нулевым, первым и вторым. Каждый новый запуск задания оператор производит при помощи дисплея, работая на нем  $50 \pm 30$  с. После запуска задания оно требует для своего выполнения  $100 \pm 50$  с времени работы процессора, причем задания более высокого приоритета прерывают выполнение заданий более низкого приоритета. Результаты обработки задания выводятся на печать без прерываний в течение  $30 \pm 10$  с, после чего производится их анализ в течение  $60 \pm 20$  с и задание запускается снова. Можно считать, что при работе дисплея и при выводе результатов на печать процессор не используется. Смоделировать процесс работы системы при условии, что задание второго уровня приоритета выполняется 100 раз. Подсчитать число циклов выполнения остальных заданий и определить коэффициенты загрузки технических средств системы.

**Вариант 4.** Информационно-поисковая библиографическая система построена на базе двух ЭВМ и имеет один терминал для ввода и вывода информации. Первая ЭВМ обеспечивает поиск научно-технической литературы (вероятность обращения к ней – 0,7), а вторая – медицинской (вероятность обращения к ней – 0,3). Пользователи обращаются к услугам системы каждые  $5 \pm 2$  мин. Если в очереди к терминалу ожидают

10 пользователей, то вновь прибывшие пользователи получают отказ в обслуживании. Поиск информации на первой ЭВМ продолжается  $6 \pm 4$  мин, а на второй  $3 \pm 2$  мин. Для установления связи с нужной ЭВМ и передачи текста запроса пользователи тратят  $2 \pm 1$  мин. Вывод результатов поиска происходит за 1 мин. Смоделировать процесс работы системы за 8 ч. Определить среднюю и максимальную длину очереди к терминалу, а также коэффициенты загрузки технических средств системы. Как изменятся параметры очереди к терминалу, если будет установлен еще один терминал?

## **Тема 10. Математические модели технических процессов (ПК-6)**

### **Лекция.**

Роль математических моделей и методов в изучении технических процессов. Математические и компьютерные модели в технических системах. Пакеты прикладных программ для анализа качественной и количественной информации. Эвристические методы решения задач.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Предприятие выпускает два вида продукции: А и В. При этом используются ресурсы: R1, R2 и R3. Нормы расхода на ресурсы составляют соответственно:

R1: a1, a2

R2: b1, b2

R3: c1, c2

Рыночная цена продукции А составляет P1, продукции В – P2. Необходимо принять решение относительно плана выпуска продукции обеспечивающего максимальный доход. Оценить устойчивость выбранного решения относительно колебания цен на продукцию. Объемы ресурсов: R1 – V1, R2 – V2, R3 – V3

## **Тема 11. Особенности математического моделирования экономических процессов (ПК-6)**

### **Лекция.**

Моделирование поведения потребителя. Модель предложения товаров. Моделирование динамики рыночных цен. Модель общего равновесия. Классическая модель макроэкономики. Классические модели долгосрочного прогнозирования.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Вопросы для самоконтроля:

Моделирование социальных систем с учетом процессов глобализации.

Моделирование социальных систем, специфицирующих жизнедеятельность общества коллективистского типа.

Моделирование социальных систем, специфицирующих жизнедеятельность общества индивидуалистического типа.

Мультиагентное моделирование и "искусственная жизнь"

## **Тема 12. Оптимизационные методы в изучении технических систем. (УК-1)**

### **Лекция.**

Построение оптимизационных задач с учетом количественных и качественных переменных; линейные и нелинейные модели; примеры оптимизационных моделей экономических систем.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Исследование модели вход-выход Исходные данные:  $n=20=30$   $a_1=0,8$   $b_0=30$   $1=32=0(0)=1(1)(0)=0.5$

Дифференциальное уравнение описания системы:  $(2) + 0.8 y(1) + 30y = 3u(1) + 30u = d/dt(2)y + 0.8sy + 30y = 3su + 30u$

## **Тема 13. Динамическое программирование в технических системах (ПК-6)**

### **Лекция.**

Основные принципы моделирования технических процессов; классификационная модель технической системы; формализация понятия равновесия и его существование; устойчивость систем

### **Задания для самостоятельной работы.**

В ПМК РА-9 сформировать и реализовать ММ механической поступательно-вращательной системы и исследовать протекающие в ней динамические процессы.

## **Тема 14. Применение методов математического моделирования технических систем в условиях неполной информации (ПК-6)**

### **Лекция.**

Практическое применение методов математического моделирования технических систем в условиях неполной информации. Содержательная постановка задачи.

### **Задания для самостоятельной работы.**

изучение основных элементов диаграммы классов, создание диаграммы классов, а также получение навыков работы с инструментальными средствами создания Class Diagram.

## **Тема 15. Двухуровневые неполные математические модели технических систем (УК-1)**

### **Лекция.**

Получение и анализ базовых вариантов. Параметрический анализ решений.

### **Задания для самостоятельной работы.**

**Задание 1. Закончите предложение: «МОДЕЛЬ – ЭТО УПРОЩЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О...»**

**Задание 2. Составить из предложенных слов определение для понятия «Моделирование»:**  
**ДЛЯ, ПОСТРОЕНИЕ, И, ОБЪЕКТОВ, ИЗУЧЕНИЯ, ЯВЛЕНИЙ, МОДЕЛЕЙ, ПРОЦЕССОВ, ИССЛЕДОВАНИЯ.**

**Задание 3. Расположите этапы моделирования в нужном порядке:**

**1) КОМПЬЮТЕРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ;**

**2) АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ;**

**3) ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ;**

**4) ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ.**

## **Тема 16. Обзор современных подходов и методов моделирования технических систем систем (УК-1)**

### Лекция.

Обзор современных подходов и методов моделирования технических систем. Приемы и способы моделирования. Процесс построения модели.

### Задания для самостоятельной работы.

#### Вариант 1. Вычислительная система состоит из трех ЭВМ. С интервалом

$3 \pm 1$  мин в систему поступают задания, которые с вероятностями  $P_1 = 0,4$ ;

$P_2 = P_3 = 0,3$  адресуются одной из трех ЭВМ. Перед каждой ЭВМ имеется очередь заданий, длина которой не ограничена. После обработки задания на первой ЭВМ оно с вероятностью  $P_{12} = 0,3$  поступает в очередь ко второй ЭВМ и с вероятностью  $P_{13} = 0,7$  – в очередь к третьей ЭВМ. После обработки на второй или третьей ЭВМ задание считается выполненным. Продолжительность обработки заданий на разных ЭВМ характеризуется интервалами времени

$T_1 = 7 \pm 4$  мин,  $T_2 = 3 \pm 1$  мин,  $T_3 = 5 \pm 2$  мин. Смоделировать процесс обработки 200 заданий. Определить максимальную длину каждой очереди и коэффициенты загрузки ЭВМ.

**Вариант 2. В вычислительную машину, работающую в системе управления технологическим процессом, через каждые  $3 \pm 1$  с поступает информация от датчиков и измерительных устройств. До обработки на ЭВМ информационные сообщения накапливаются в буферной памяти емкостью в одно сообщение. Продолжительность обработки сообщений на ЭВМ –  $5 \pm 2$  с. Динамика технологического процесса такова, что имеет смысл обрабатывать сообщения, ожидавшие в буферной памяти не более 12 с. Остальные сообщения считаются потерянными. Смоделировать процесс поступления в ЭВМ 200 сообщений. Подсчитать число потерянных сообщений и определить коэффициент загрузки ЭВМ.**

**Вариант 3. В специализированной вычислительной системе периодически выполняются три вида заданий, которые характеризуются разными уровнями приоритета: нулевым, первым и вторым. Каждый новый запуск задания оператор производит при помощи дисплея, работая на нем  $50 \pm 30$  с. После запуска задания оно требует для своего выполнения  $100 \pm 50$  с времени работы процессора, причем задания более высокого приоритета прерывают выполнение заданий более низкого приоритета. Результаты обработки задания выводятся на печать без прерываний в течение  $30 \pm 10$  с, после чего производится их анализ в течение  $60 \pm 20$  с и задание запускается снова. Можно считать, что при работе дисплея и при выводе результатов на печать процессор не используется. Смоделировать процесс работы системы при условии, что задание второго уровня приоритета выполняется 100 раз. Подсчитать число циклов выполнения остальных заданий и определить коэффициенты загрузки технических средств системы.**

**Вариант 4. Информационно-поисковая библиографическая система построена на базе двух ЭВМ и имеет один терминал для ввода и вывода информации. Первая ЭВМ обеспечивает поиск научно-технической литературы (вероятность обращения к ней – 0,7), а вторая – медицинской (вероятность обращения к ней – 0,3). Пользователи обращаются к услугам системы каждые  $5 \pm 2$  мин. Если в очереди к терминалу ожидают**

10 пользователей, то вновь прибывшие пользователи получают отказ в обслуживании. Поиск информации на первой ЭВМ продолжается  $6 \pm 4$  мин, а на второй  $3 \pm 2$  мин. Для установления связи с нужной ЭВМ и передачи текста запроса пользователи тратят  $2 \pm 1$  мин. Вывод результатов поиска происходит за 1 мин. Смоделировать процесс работы системы за 8 ч. Определить среднюю и максимальную длину очереди к терминалу, а также коэффициенты загрузки технических средств системы. Как изменятся параметры очереди к терминалу, если будет установлен еще один терминал?

## Тема 17. Математические модели гомеостатических генных сетей и генных сетей развивающихся систем (УК-1)

### Лекция.

Математические модели генных сетей. Проблемы математического моделирования генных сетей. Верификация параметров математических моделей генных сетей. Моделирование и анализ эволюции генных сетей.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Предприятие выпускает два вида продукции: А и В. При этом используются ресурсы: R1, R2 и R3.

Нормы расхода на ресурсы составляют соответственно:

R1: a1, a2

R2: b1, b2

R3: c1, c2

Рыночная цена продукции А составляет P1, продукции В-P2. Необходимо принять решение относительно плана выпуска продукции обеспечивающего максимальный доход. Оценить устойчивость выбранного решения относительно колебания цен на продукцию. Объемы ресурсов: R1-V1, R2-V2, R3-V3

### **Тема 18. Обобщенный метод моделирования технических систем (ПК-6)**

#### **Лекция.**

Обобщенный метод моделирования технических систем. Формальное описание математических и компьютерных моделей технических систем на основе обобщенного метода моделирования.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Вопросы для самоконтроля:

Моделирование социальных систем с учетом процессов глобализации.

Моделирование социальных систем, специфицирующих жизнедеятельность общества коллективистского типа.

Моделирование социальных систем, специфицирующих жизнедеятельность общества индивидуалистического типа.

Мультиагентное моделирование и "искусственная жизнь"

### **Тема 19. Структура прикладных динамических моделей технических систем (ПК-6)**

#### **Лекция.**

Структура прикладных динамических моделей. Взаимосвязи капитальных вложений, основных производственных фондов, динамики производства. Общие требования к прикладным моделям.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Исследование модели вход-выход Исходные данные:  $n=20=30$   $a_1=0,8$   $b_0=30$   $1=32=0(0)=1(1)(0)=0.5$

Дифференциальное уравнение описания системы:  $(2) + 0.8 y(1) + 30y = 3u(1) + 30u = d/dt(2)y + 0.8sy + 30y = 3su + 30u$

### **Тема 20. Основные типы динамических межотраслевых моделей (УК-1)**

#### **Лекция.**

Основные типы динамических межотраслевых моделей. Модели с прямой рекурсией. Модели с обратной рекурсией. Квазидинамические модели межотраслевого баланса производственных мощностей. Динамические модели с двусторонними связями отрезков времени (полностью динамические модели).

#### **Задания для самостоятельной работы.**

В ПМК РА-9 сформировать и реализовать ММ механической поступательно-вращательной системы и исследовать протекающие в ней динамические процессы.

### **Тема 21. Перспективные направления математического моделирования производственных систем (ПК-6)**

#### **Лекция.**

Перспективные направления математического моделирования производственных систем. Системное моделирование экономических процессов, транспортная и маркетинговая логистика.

### **Задания для самостоятельной работы.**

изучение основных элементов диаграммы классов, создание диаграммы классов, а также получение навыков работы с инструментальными средствами создания Class Diagram.

## **4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

### **4.1. Распределение баллов:**

Балльно-рейтинговые мероприятия не предусмотрены

### **4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля**

## **Практическое задание**

### **Тема 1. Методологические основы моделирования**

Решение задач с использованием основ детерминированного, стохастического, математического, статистического, динамического, дискретного, непрерывного и физического моделирования.

### **Тема 2. Формализация и ал-горитмизация процесса функционирования сложных систем**

Построение модели динамики механической системы.

### **Тема 3. Моделирование и принятие решений в условиях неопределенности**

Выделение классов. Далее в тексте этого раздела имена классов выделены курсивом. Выделение классов производим на основе: а) диаграмм сотрудничества, подготовленных в п. 11.3: 1) PASystem (Система); 2) КритерииОценивания; 3) Рубрика; 4) Уровень; 5) Работа; 6) СписокidНазначений; б) диаграммы понятий, подготовленной в п. 8.4: 1) СписокРубрик; 2) СписокУровней; 3) Назначение; 4) Оценка; 5) ИтоговаяОценка; в) рекомендуемых шаблонов проектирования GRAPS [16, с. 137–143; 27, с. 228–251]: 1) СервисСозданияКрОцен; 2) СервисРабот; 3) СервисВычИтогОценки. Активного класса в диаграмме классов нет. Абстрактного класса в диаграмме классов нет.

### **Тема 4. Основные понятия моделирования методом планирования эксперимента**

Динамическая модель гидравлической системы.

### **Тема 5. Архитектурное построение моделирующих комплексов динамических систем**

Построение модели тепловых систем на микроуровне.

### **Тема 6. Моделирование и анализ динамических процессов в технических устройствах методом эквивалентных схем**

Моделирование технических объектов с неудерживающими связями.

## **Собеседование**

### **Тема 1. Методологические основы моделирования**

Собеседование по пройденной теме

### **Тема 2. Формализация и ал-горитмизация процесса функционирования сложных систем**

Собеседование по пройденной теме

### **Тема 3. Моделирование и принятие решений в условиях неопределенности**

Собеседование по пройденной теме



Тема 4. Основные понятия моделирования методом планирования эксперимента

Собеседование по пройденной теме

Тема 5. Архитектурное построение моделирующих комплексов динамических систем

Собеседование по пройденной теме

Тема 6. Моделирование и анализ динамических процессов в технических устройствах методом эквивалентных схем

Собеседование по пройденной теме

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

**Типовые вопросы экзамена (УК-1, ПК-6)**

- 1.Методологические основы моделирования.
- 2.Формализация и алгоритмизация процесса функционирования сложных систем.
- 3.Моделирование и принятие решений в условиях неопределенности.
- 4.Основные понятия моделирования методом планирования эксперимента.
- 5.Архитектурное построение моделирующих комплексов динамических систем.
- 6.Моделирование и анализ динамических процессов в технических устройствах методом эквивалентных схем.
- 7.Функциональное моделирование технических систем.

**Типовые задания для экзамена (УК-1, ПК-6)**

Не предусмотрены

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично»	УК-1	
	ПК-6	
«хорошо»	УК-1	
	ПК-6	
«удовлетворительно»	УК-1	
	ПК-6	
«неудовлетворительно»	УК-1	
	ПК-6	

**5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

## 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

## 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

## 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;

- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Булавин Л.А., Выгорицкий Н.В., Лебовка Н.И. Компьютерное моделирование физических систем : [учеб. пособ.]. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 349 с.
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование : Идеи. Методы. Примеры. - 2-е изд., испр.. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 316 с.

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Арзамасцев А.А. Математическое и компьютерное моделирование : учеб. пособие. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2010. - 256 с.
2. Арзамасцев А.А., Зенкова Н.А. Искусственный интеллект и распознавание образов : учеб. пособие для вузов. - Тамбов: Издат. дом ТГУ им. Г.Р.Державина, 2010. - 194 с.
3. Лазутин С.Б., Арзамасцев А.А. Численные методы и программирование в химии : учеб. пособие для студентов. - Тамбов: [Издат. дом ТГУ им. Г.Р. Державина], 2012. - 202 с.

### **6.3 Иные источники:**

1. Федеральный портал «Российское образование» - <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» - <http://school-collection.edu.ru/>
3. Официальный сайт Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ) - [www.wciom.ru](http://www.wciom.ru)
4. Официальный сайт Фонда общественного мнения - [www.fom.ru](http://www.fom.ru)
5. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки - <http://obrnadzor.gov.ru>
6. Вопросы образования - <http://www.ecsocman.edu.ru/vo>
7. Справочно-информационный портал Sociosite - [www.sociosite.net](http://www.sociosite.net)

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

LibreOffice

Операционная система "Альт Образование"

Microsoft Windows 10

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
3. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
4. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
5. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prlib.ru>
6. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
7. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
8. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.