

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
радиотехники и компьютерных
технологий**

Д.А. Гаврилов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Имитационное моделирование
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра электронных вычислительных машин
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 45 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 15 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составили:

Н.Б. Преображенский, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, доцент

А.В. Хельвас, старший преподаватель

Р.А. Пашков, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры электронных вычислительных машин 30.03.2023

Аннотация

Курс «Имитационное моделирование» является развитием курсов «Цифровые методы обработки в системах передачи данных» и «Программирование систем».

В курсе «Имитационное моделирование» рассматриваются вопросы, приемы и методы организации имитационного моделирования широкого круга процессов, алгоритмов и устройств. Обсуждаются приемы эффективной обработки данных моделирования, применимые для любых используемых алгоритмов дискретной (цифровой) обработки модельной информации.

Курс «Имитационное моделирование» в свою очередь предшествует курсу «Информационная среда цифровых систем управления», с которым слушатели познакомятся в следующем (весеннем) семестре, и предназначен для дальнейшего развития комплекса знаний и решения задач связи, контроля и управления различными объектами.

Слушатели курса ориентируются на структурное осмысление проектных задач, в базисе усвоенных понятий и терминов, и четкое изложение технических вопросов в устной и письменной речи. Контрольные задания формулируются как прикладные проектные задачи средней сложности. Слушатели, усвоившие материалы курса, приобретают навыки моделирования алгоритмов, процессов и устройств.

На практических и семинарских занятиях проводятся анализ, обсуждения и сравнительные оценки ряда современных приемов и систем моделирования с целью закрепления освоенного теоретического материала, а также изучения реализации прикладных задач использования вычислительной техники.

Для успешного прохождения курса необходимо посещение и конспектирование лекций, выполнение практических заданий и самостоятельная работа с дополнительными литературными источниками.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Дать студентам, обучаемым по специальности прикладная математика и физика (специализация – электронные вычислительные машины), комплекс знаний и базовых принципов организации и функционирования цифровых блоков и ЭВМ в целом. Ознакомление слушателей с основами построения ЭВМ и подготовка к изучению других специальных дисциплин – Микропроцессорные системы, Прикладная схемотехника другое.

Задачи дисциплины

- Приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области построения ЭВМ;
- освоение обучаемыми базовых знаний в области систем управления ЭВМ;
- приобретение теоретических знаний об архитектуре ЭВМ;
- подготовка слушателей к изучению смежных дисциплин специализации.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук и использовать их в	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки

естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Основные принципы моделирования, применительно к широкому классу алгоритмов, систем, устройств и процессов;
- сущность, важность, актуальность и особенности проблемы обеспечения специальных цифровых ресурсов для решения прикладных задач, основные понятия в этой предметной области;
- особенности информации и информационных систем как объекта обработки и управления, возможные приемы и способы реализации компонент, модулей и составных частей проектируемых моделей;
- принципы реализации и эффективного использования вычислительных ресурсов, систем и средств моделирования.

уметь:

- Эффективно применять свои знания для решения задач проектирования моделей, выбора конфигурации, настройки и эксплуатации отдельных компонент системы;
- практически реализовывать полученные навыки разработки имитационных моделей;
- формулировать задачи создания цифровых моделей, подбирать рациональные способы и средства их реализации.

владеть:

- Умением выбрать вычислительные ресурсы, необходимые для построения цифровой модели, отвечающей заданным требованиям;
- общими понятиями и приемами анализа и изучения объектов моделирования и проектирования;
- навыками работы со специализированными средствами сбора и обработки информации;
- организационными приемами работы по построению и эксплуатации цифровых моделей и систем;
- практикой исследования и решения теоретических и практических задач.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение в моделирование систем	2			2

2	Цифровые и аналоговые системы и приемы моделирования. Статистическое моделирование. Имитационная модель	2	1		3
3	Структурирование данных. Структура информационных связей как основа моделирования.	2	1		3
4	YAML, XML, JSON, XSLT. Способы разметки, преобразования и эффективного хранения данных	2	2		4
5	Графы. Сети. Автоматы и формальные языки. Конечные автоматы. Сети Петри.	4	2		6
6	Автономные и реверсивные автоматы. Полуавтоматы. Операции с автоматами. Построение автоматных моделей.	4	2		6
7	Случайные события и процессы в моделировании. Методы формирования псевдослучайных последовательностей. Модельное время.	4	2		6
8	Базовые концепции и инструментальные системы имитационного моделирования. Виды моделей и специализация систем моделирования.	4	2		6
9	Прикладные аспекты имитационного моделирования	2	1		3
10	Моделирование с использованием универсальных и специализированных языков	4	2		6
Итого часов		30	15		45
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 8 (Весенний)

1. Введение в моделирование систем

1.1. Введение. Цели и тематика курса.

1.2. Дискретная модель. Модель и окружающая среда, логическая и временная компоненты функций обработки.

1.3. Обобщенная структурная схема имитационной модели, разбиение на функциональные подсистемы.

2. Цифровые и аналоговые системы и приемы моделирования. Статистическое моделирование. Имитационная модель

2.1. Цифровые и аналоговые системы - режимы работы.

2.2. Свойства предметной области, диктующие особенности построения модели.

2.3. Преимущества и недостатки цифровых систем моделирования. Статистическое моделирование.

3. Структурирование данных. Структура информационных связей как основа моделирования.

3.1. Структурирование данных. Структура информационных связей как основа моделирования.

3.2. Статические параметры информационных процессов в модели.

3.3. Цикл моделирования.

4. YAML, XML, JSON, XSLT. Способы разметки, преобразования и эффективного хранения данных

4.1. YAML, XML, JSON, XSLT как способ преобразования данных.

4.2. Классический подход к организации данных.

4.3. Способы разметки, преобразования и эффективного хранения данных.

5. Графы. Сети. Автоматы и формальные языки. Конечные автоматы. Сети Петри.

5.1. Способы описания и задания автоматных алгоритмов.

5.2. Графы. Сети. Сети Петри.

5.3. Основные понятия теории автоматов.

6. Автономные и реверсивные автоматы. Полуавтоматы. Операции с автоматами. Построение автоматных моделей.

6.1. Автономные и реверсивные автоматы. Обратимость и эквивалентность автоматов.

6.2. Автономная реализация имитационной модели.

6.3. Полуавтоматы. Операции с автоматами.

7. Случайные события и процессы в моделировании. Методы формирования псевдослучайных последовательностей. Модельное время.

7.1. Реальное и модельное время. Реализация модельного времени.

7.2. Методы формирования псевдослучайных последовательностей.

8. Базовые концепции и инструментальные системы имитационного моделирования. Виды моделей и специализация систем моделирования.

8.1. Применение и модификации стандартных приемов моделирования.

8.2. Виды моделей и специализация систем моделирования.

9. Прикладные аспекты имитационного моделирования

9.1. Информационные процессы в модели. Стенды и аппаратно-программное моделирование.

9.2. Преимущества агрегированной организации модели

9.3. Влияние операционной системы на работу модели. Операционные системы реального времени (OS RV).

10. Моделирование с использованием универсальных и специализированных языков

10.1. Специализированные языки моделирования

10.2. Универсальные языки программирования и их использование при построении моделей.

10.3. Технология многоуровневых, иерархических моделей

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиа проектором, экраном и микрофоном.
Программные и аппаратно-программные макеты систем управления, системы распознавания.
Аппаратные и программные реализации элементарных компонент вычислительных устройств.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Нечеткое моделирование и управление [Текст]/А. Пегат, -М., БИНОМ. Лаб. знаний, 2009
2. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем [Текст], монография/Ю. П. Пытьев, -М, ФИЗМАТЛИТ, 2012
3. Интеллектуальные робототехнические системы [Текст] : курс лекций : учеб. пособие для вузов / В. Л. Афонин, В. А. Макушкин .— М. : Интернет-Ун-т Информ. технологий, 2005 .— 208 с.

Дополнительная литература

1. Проектирование систем управления [Текст]=Control System Design : [учеб. пособие для вузов] / Г. К. Гудвин, С. Ф. Греббе, М. Э. Сальгадо ; пер. с англ. А. М. Епанешникова .— М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2004 .— 911с.
2. Моделирование сетей и систем связи, учебное пособие /Н. А. Кузнецов, С. Н. Степанов, М. С. Степанов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет). Москва, МФТИ, 2019

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<http://www.intuit.ru> – открытый институт Интуит
<http://lib.mipt.ru> – электронная библиотека МФТИ
<http://www.chipnews.ru> – новости микроэлектроники
<http://www.citforum.ru/hardware/> - библиотека CIT-Forum

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций и действующих макетов.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения,
- доказательство отдельных утверждений, свойств;
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях и практических занятиях,
- подготовку к практическим занятиям, коллоквиумам, зачёту.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций. Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач. При решении задач каждое действие необходимо аргументировать, ссылаясь на известные теоретические сведения. Значительно облегчить решение задачи может хорошо выполненный чертеж, структурная схема или схема алгоритма если он соответствует условию задачи. При подготовке к занятиям необходимо повторять ранее изученные основные определения, формулировки теорем. В начале занятия, как правило, проводится короткий (10-15 минут) опрос по материалу прошедших занятий в устной или письменной форме. Обычно придерживаются следующей схемы: изучение материала лекции по конспекту в тот же день, когда была прослушана лекция (10-15 минут); повторение материала накануне следующей лекции (10-15 минут), проработка учебного материала по конспектам лекций, учебной и научной литературе, подготовка ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения (1 час неделю), подготовка к практическому занятию, решение задач (1 час). Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору или преподавателю, ведущему практические занятия.

Обязательным требованием является выполнение домашних работ.

Промежуточный контроль знаний проводится в виде коллоквиумов, на которых студенту предлагается письменно ответить на теоретический вопрос и решить две задачи по теме коллоквиума, а также студенту в ходе освоения курса необходимо выполнить две домашних индивидуальных работы с их последующей защитой.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра электронных вычислительных машин
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

Н.Б. Преображенский, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, доцент

А.В. Хельвас, старший преподаватель

Р.А. Пашков, канд. физ.-мат. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Имитационное моделирование» обучающийся должен:

знать:

- Основные принципы моделирования, применительно к широкому классу алгоритмов, систем, устройств и процессов;
- сущность, важность, актуальность и особенности проблемы обеспечения специальных цифровых ресурсов для решения прикладных задач, основные понятия в этой предметной области;
- особенности информации и информационных систем как объекта обработки и управления, возможные приемы и способы реализации компонент, модулей и составных частей проектируемых моделей;
- принципы реализации и эффективного использования вычислительных ресурсов, систем и средств моделирования.

уметь:

- Эффективно применять свои знания для решения задач проектирования моделей, выбора конфигурации, настройки и эксплуатации отдельных компонент системы;
- практически реализовывать полученные навыки разработки имитационных моделей;
- формулировать задачи создания цифровых моделей, подбирать рациональные способы и средства их реализации.

владеть:

- Умением выбрать вычислительные ресурсы, необходимые для построения цифровой модели, отвечающей заданным требованиям;
- общими понятиями и приемами анализа и изучения объектов моделирования и проектирования;
- навыками работы со специализированными средствами сбора и обработки информации;
- организационными приемами работы по построению и эксплуатации цифровых моделей и систем;
- практикой исследования и решения теоретических и практических задач.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала начале занятия, как правило, проводится короткий (10-15 минут) опрос по материалу прошедших занятий в устной или письменной форме.

Темы и вопросы коллоквиумов и домашних индивидуальных заданий:

1. Составить техническое задание на проектирование одноуровневой модели
2. Проанализировать порядок описания объекта моделирования.
3. Проанализировать требования со стороны модели к операционной системе.
4. Составить табличное описание автомата.
5. На примере показать приемы масштабирования данных.
6. Генератор псевдослучайных последовательностей.

Критерии оценивания этих заданий:

Оценка выполнения заданий учитывает полноту и самостоятельность изложения темы, обязательное наличие плана и выводов по теме, наличие списка используемых источников.

Оценка выполнения задания носит неформальный не дифференцированный характер: задание успешно выполнено, задание выполнено недостаточно и требует дополнительного обсуждения, задание выполнено неудовлетворительно. Результаты оценки заданий могут быть учтены в результирующей оценке по курсу.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Классификация современных систем моделирования.
2. Разбиение модели на функциональные подсистемы.
3. Преимущества и недостатки цифровой реализации моделей.
4. Программные и аппаратные возможности реализации имитационного моделирования.
5. Обобщенная структура имитационной модели.
6. Цифровые и аналоговые приемы моделирования.
7. Особенности предметной области, диктующие построения модели.
8. Преимущества и недостатки цифровых систем моделирования.
9. Статистическое моделирование.
10. Имитационная модель.
11. Статичные параметры информационных процессов в модели.
12. Структура информационных связей как основа моделирования.
13. Классический подход к организации данных.
14. Способы разметки, преобразования и эффективного хранения данных.
15. Масштабирование данных.
16. Конечные автоматы.
17. Графы. Сети. Сети Петри.
18. Способы описания и задания автоматных алгоритмов.
19. Теоретико-автоматная модель. Построение автоматных моделей.
20. Конечный автомат. Состояние, функция переходов, функция выходов.

21. Модель и структура информационных связей.
22. Модель и структура информационных связей.
23. Операции с автоматами.
24. Моделирование с использованием универсальных и специализированных языков программирования.
25. Автономные и реверсивные автоматы.
26. Необходимость использования ОС РВ при построении имитационных моделей.
27. Автоматы и формальные языки. Кодирование
28. Базовые концепции и инструментальные системы имитационного моделирования.
29. Цели построения аппаратно-программных моделей.
30. Применение и модификации стандартных приемов моделирования.
31. Виды моделей и специализация систем моделирования.
32. Случайные события и данные.
33. Реальное и модельное время.
34. Реализация модельного времени.
35. Методы формирования псевдослучайных последовательностей.
36. Моделирование с использованием универсальных и специализированных языков программирования.
37. Использование моделирования при проектировании.
38. Модульная организация модели – преимущества и недостатки.
39. Автоматные модели, недостатки автоматного моделирования.
40. Для чего используется разметка данных при организации моделирования
41. Информационные процессы в модели.
42. Стенды и аппаратно-программное моделирование
43. Прикладные аспекты имитационного моделирования.
44. Влияние операционной системы на работу модели.
45. Преимущества агрегированной организации модели
46. Передача данных между моделью и объектом моделирования
47. Технология многоуровневых, иерархических моделей
48. Специализированные языки моделирования.
49. Технология многоуровневых, иерархических моделей.

Критерии оценивания

Оценка отлично (10) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8) выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5) выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2) выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1) выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет проводится в устной форме.

При проведении дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 20 минут на подготовку. Опрос обучающегося проводится в течение 30 минут.

Во время проведения экзамена и зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.