

**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 технических систем
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра физико-технической информатики
курс:	4
квалификация:	бакалавр

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

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 30 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: А.Е. Митрузаев, ассистент

Программа обсуждена на заседании кафедры физико-технической информатики 30.08.2023

Аннотация

Курс «Имитационное моделирование технических систем» позволит обучающимся научиться разрабатывать математические модели технических систем, позволяющие исследовать принципы технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля и диагностики промышленных автоматизированных систем. Познакомит студентов с имитационными моделями, методологией моделирования, а также со специализированным программным обеспечением, позволяющим решать задачи структурного проектирования математических моделей, алгоритмов управления и генерации кода для программируемых систем. Для успешного освоения курса необходимо посещение занятий, своевременное выполнение лабораторных заданий, самостоятельная работа с дополнительной литературой.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- изучение основ создания комплексной модели технических объектов, работы с базой данных сигналов. Обучение студентов основам программирования библиотек функциональных блоков, позволяющим на основе простого интерфейса создавать модели сложных технических объектов.

Задачи дисциплины

- фундаментальная подготовка студентов в области теории имитационного моделирования;
- способность применять в своей профессиональной деятельности знания, полученные на стыке нескольких физических и математических дисциплин, включая: высшая математика, информатика, программирование, теория и системы управления;
- способность понимать сущность задач, поставленных в ходе своей профессиональной деятельности и использовать физико-математический аппарат для их описания и решения.

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 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, надежность методов и	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- современные методы имитационного моделирования, средства автоматизации физических и технологических процессов, средства контроля, диагностики и проведения испытаний.

уметь:

- разрабатывать имитационные модели физических и технических устройств для решения научно-исследовательских задач;
- ставить экспериментальные исследования с использованием инструментов динамического моделирования и проводить статистическую обработку полученных результатов.

владеть:

- навыками построения комплексных математических моделей;
- навыками программирования имитационных моделей в среде динамического программирования SimInTech.

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	Общие вопросы математического моделирования.		2		1
2	Имитационное моделирование.		2		1
3	Классификация прикладного программного обеспечения по целям использования Mathlab, Maple, Simintech.		2		1
4	Программная среда Simintech как отечественная альтернатива Mathlab.		2		2
5	Термины, определения языка программирования математических моделей Simintech.		2	2	3
6	Общие сведения о языке программирования Simintech.		2		1
7	Функции и процедуры языка программирования.		2	3	3
8	Определение «решателя».		2		1
9	Библиотека блоков моделирования.		2		1
10	Принципы формирования расчетной схемы для моделирования технических систем.		2		1
11	Создания моделей сложных объектов.		2	5	3
12	Создание комплексной модели.		2	5	3
13	Векторизованная обработка сигналов.		2	5	3
14	Принципы формирования видеокадров и мнемосхем.		2	5	3
15	Библиотека блоков.		2	5	3

Итого часов		30	30	30
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. Общие вопросы математического моделирования.

Модель и оригинал. Система. Системность. Модель как системное отражение оригинала. Прямое, косвенное и условное подобие модели оригиналу. Математические модели. Аксиоматическое и конструктивное определение математических моделей. Уровни моделирования. Классификация математических моделей.

2. Имитационное моделирование.

Общие подходы. Моделирование стохастических процессов. Моделирование надежности систем.

3. Классификация прикладного программного обеспечения по целям использования Matlab, Maple, Simintech.

Сравнительный анализ основного функционала данных продуктов в рамках создания математических моделей. Преимущества и недостатки каждого из видов ПО.

4. Программная среда Simintech как отечественная альтернатива Matlab.

Опыт использования данного ПО на отечественных предприятиях. Разбор внедренных технических решений в космической, атомной отрасли и самолетостроении, и др.

5. Термины, определения языка программирования математических моделей Simintech.

Назначение языка Simintech. Основные алгоритмы в языке Simintech.

6. Общие сведения о языке программирования Simintech.

Базы данных, примеры встроенных моделей (теплогидравлика, кинетика нейтронов в основе ядерной физики, динамические и линейные структуры, обработка сигналов и др.)

7. Функции и процедуры языка программирования.

Создание блоков и библиотек. Применяемые функции и процедуры.

8. Определение «решателя».

Интеграционные возможности. Какие математические модели возможно решать с помощью данной среды. Методика использования инструментов и их применение в моделировании.

9. Библиотека блоков моделирования.

Знакомство с основными видами блоков. Расчет установившегося режима (схем электрики, схем теплогидравлики). Основные применяемые термины и типовые алгоритмы языка программирования.

10. Принципы формирования расчетной схемы для моделирования технических систем.

Изучение принципов формирования расчетной схемы для моделирования технических систем.
Определение комплексной модели.

11. Создания моделей сложных объектов.

Принцип «от простого к сложному». Переход от встроенных библиотек к написанию собственной библиотеки. Применение языка программирования С для отладки алгоритмов управления.

12. Создание комплексной модели.

Принципы отладки сложных моделей. Работа с комплексной моделью. Понятие о типовых блоках управления оборудованием.

13. Векторизованная обработка сигналов.

Отображение расчетных параметров моделей. Управление расчетным процессом.

14. Принципы формирования видеокадров и мнемосхем.

Создание визуализационных блоков. Использование скриптового языка программирования.

15. Библиотека блоков.

Базовые принципы работы с библиотекой блоков: создание нового блока, занесение нового блока в библиотеку. Создание пользовательских библиотек.

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

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского и лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная мультимедийным оборудованием, компьютерной техникой, специализированной мебелью;

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду;

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Общие требования к персональному компьютеру:

- 4 Гб свободного места на жестком диске;
- Процессор Intel Pentium 4, 1,8 ГГц 32-бит и выше (или совместимый аналог);
- 2 Гб свободной оперативной памяти
- клавиатура и мышь;
- минимальное разрешение экрана 1024*768 и выше;
- Microsoft Windows Installer версии 3.0 и выше.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Введение в математическое моделирование [Текст] : учебник для вузов; Допущено М-вом образования РФ / под ред. П.В. Трусова. — М : Логос, 2004. — 440с.
2. Справочная информация по работе в Simintech <http://help.simintech.ru/>

Дополнительная литература

- 1) Карташов Б. А., Козлов О. С., Шабаев Е. А., Щекатуров А. М. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech. М. : ДМК Пресс, 2017. 424 с.
- 2) Введение в теорию автоматического управления на базе Simintech:
<https://habr.com/ru/post/503820/>

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

1. <https://stepik.org/course/89909/promo>
2. <http://help.simintech.ru/>
3. <http://lib.mipt.ru> – электронная библиотека МФТИ

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

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций. Microsoft Windows Installer версии 3.0 и выше.

Поддерживаемые операционные системы:

- Microsoft Windows 7 Начальная (Starter) (в том числе с пакетами обновлений SP1 и SP2) (32 бит и 64 бит);
- Microsoft Windows 7 Домашняя базовая (Home Basic) (в том числе с пакетами обновлений SP1 и SP2) (32 бит и 64 бит);
- Microsoft Windows 7 Домашняя расширенная (Home Premium) (в том числе с пакетами обновлений SP1 и SP2) (32 бит и 64 бит);
- Microsoft Windows 7 Профессиональная (Professional) (в том числе с пакетами обновлений SP1 и SP2) (32 бит и 64 бит);
- Microsoft Windows 7 Максимальная (Ultimate) (в том числе с пакетами обновлений SP1 и SP2) (32 бит и 64 бит)
- Microsoft Windows 8 (32 бит и 64 бит);
- Microsoft Windows 8.1 (32 бит и 64 бит);
- Microsoft Windows 10 (32 бит и 64 бит).

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

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия.

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 и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по учебной и научной литературе);
- подготовку к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра физико-технической информатики
курс:	4
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет	
Разработчик:	А.Е. Митрузаев, ассистент

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 технических систем» обучающийся должен:

знать:

- современные методы имитационного моделирования, средства автоматизации физических и технологических процессов, средства контроля, диагностики и проведения испытаний.

уметь:

- разрабатывать имитационные модели физических и технических устройств для решения научно-исследовательских задач;
- ставить экспериментальные исследования с использованием инструментов динамического моделирования и проводить статистическую обработку полученных результатов.

владеть:

- навыками построения комплексных математических моделей;
- навыками программирования имитационных моделей в среде динамического программирования SimInTech.

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

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

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

Перечень контрольных вопросов для сдачи дифференцированного зачета:

1. Имитационное моделирование. Основные определения.
2. Области применения имитационного моделирования.
3. Понятие имитационной модели и имитационного моделирования.
4. Методология имитационного моделирования.
5. Этапы имитационного моделирования.
6. Способы программирования имитационной модели.
7. Планирование имитационного эксперимента.
8. Виды имитационного моделирования.
9. Моделирование производственных систем. Цель и средства.
10. Преимущества имитационного моделирования технических систем.
11. Цели применения имитационного моделирования
12. Программные среды для проведения имитационного моделирования.
13. Модельно-ориентированное проектирование.
14. Программная среда SimInTech как инструмент имитационного моделирования.
15. Специализированные библиотеки среды SimInTech.
16. Общетеchnические библиотеки среды SimInTech.
17. Преимущества SimInTech перед другими программными средами.
18. Язык программирования SimInTech.
19. Константы и переменные в языке SimInTech.
20. Операторы языка SimInTech.
21. Функции и процедуры в SimInTech. Описание, назначение, вызов, выполнение.
22. Возможности графической визуализации и анимации в SimInTech.
23. Комплексная модель в среде Simintech
24. Видеокадры и мнемосхемы в среде Simintech. Визуализация блоков.

Критерии оценивания

отлично(10) 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.

отлично(9) выставляется студенту, показавшему свободное оперирование знаниями учебной программы дисциплины, выполнение заданий творческого характера.

отлично(8) выставляется студенту, показавшему владение программным учебным материалом с наличием несущественных ошибок в действиях, самостоятельно исправляемых учащимся.

хорошо(7) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускается в ответе или в решении задач некоторые неточности.

хорошо(6) выставляется студенту, если он осознает воспроизведение программного учебного материала, в том числе и различной степени сложности, с несущественными ошибками, затруднения в применении отдельных навыков.

хорошо(5) выставляется студенту если теоретическое содержание освоено не полностью, некоторые практические навыки сформированы недостаточно, в некоторых случаях были допущены ошибки.

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 владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

удовлетворительно(3) выставляется студенту в случае большого количества недочетов и неправильных ответов, а также пассивной работе в ходе занятий, многие учебные задания не выполнены.

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

неудовлетворительно(1) выставляется студенту, который не освоил теоретическое и практическое содержание курса, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

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

Дифференцированный зачет проводится в устной форме.

При проведении зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося проводится в течение 40 минут.

Во время проведения дифференцированного зачёта обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой и прочее.