Министерство образования и науки РФ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ” им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ)**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

*«Моделирование систем»*

Для подготовки бакалавров по направлению 230400.62

*«Информационные системы и технологии»*

# Санкт-Петербург

2011

# Санкт-Петербургский государственный электротехнический

университет “ЛЭТИ”

### “УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по учебной работе

Лысенко Н.В.

“\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

*«Моделирование систем»*

Для подготовки бакалавров по направлению 230400.62

*«Информационные системы и технологии»*

Учебный план № 133

Факультет компьютерных технологий и информатики

Кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления

Курс – 4

Семестр – 7

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Лекции | 36 ч. |  | Экзамен | Семестр 7 |
| Лабораторные занятия | 18 ч. |  | Зачет | Семестр 7 |
| Практические занятия | 18 ч. |  |  |  |
| Курсовая работа | ч. |  | Курсовая работа | Семестр 7 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Аудиторные занятия | 72 ч. |  |
| Самостоятельные занятия | 98 ч. |  | |
| Всего часов | 170 ч. |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

2011

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011 г., протокол №\_\_\_\_\_\_.

Рабочая программа составлена в соответствии с государственным образовательным стандартом для подготовки бакалавров по направлению

230400.62 – «Информационные системы и технологии»

Дисциплина «Моделирование систем» преподается на основе ранее изученных дисциплин:

1) Математика

2) Программирование

3) Алгоритмы и структуры данных

4) Организация ЭВМ и систем

5) Управление данными

и является фундаментом для изучения последующих дисциплин:

1) Корпоративные информационные управляющие системы

2) Методы и средства проектирования информационные систем

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета компьютерных технологий и информатики “\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011г.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В дисциплине излагаются вопросы теории построения и технологии использования имитационного моделирования как инструмента исследования и проектирования компьютерных систем (КС) и автоматизированных систем обработки информации и управления (АСОИУ), построенных на их базе. Основы теории машинного моделирования сложных систем интенсивно развивалась в конце 70-х годов, тогда как последнее десятилетие характеризуется высокой динамичностью развития прежде всего вопросов прикладного характера.

В настоящей дисциплине рассмотрены как устоявшиеся теоретические вопросы математического моделирования, так и новые аспекты, мало отраженные в отечественной и переводной литературе, включая электронные носители. Детально обсуждаются предмет курса, его цели, задачи и его связь с другими дисциплинами направления подготовки 230400.62 – Информационные системы и технологии. Рассматриваются философские аспекты теории подобия и моделирования. Показано место метода имитационного моделирования в современной науке и практике решения задач разработки систем на базе математических методов, реализуемых с использованием ресурсов современных инструментальных средств. Изучаются особенности использования моделирования при исследовании и проектировании КС и их элементов. Намечаются перспективы развития методов и средств моделирования.

Дисциплина отличается системным рассмотрением прежде всего теоретических вопросов, которые сопровождаются компьютерной реализацией. Это позволяет лучше понять процедуры построения, работы и использования моделирования систем как инструментального средства.

Успешное усвоение материалов курса является основой для последующего изучения дисциплин проектирования КС и информационных систем различного назначения.

**Цели и задачи дисциплины**

1. Ознакомление с принципами моделирования КС, реализующих новые информационные технологии.
2. Изучение инструментальных (программных и технических) средств моделирования процессов функционирования таких систем.
3. Использование методики имитационного моделирования с типовыми этапами моделирования системы, образующие “цепочку”: “построение концептуальной модели и ее формализация” - “алгоритмизация модели и ее компьютерная реализация” – “имитационный эксперимент и интерпретация результатов моделирования”.
4. Реализация моделирующих алгоритмов для исследования характеристик и поведения сложных объектов.

**Требования к уровню освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование вклада в следующие компетенции:

*ОК-6* – владение широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в области информационных систем и технологий;

*ПК-1* – способность проводить предпроектное обследование объекта проектирования, системный анализ предметной области, их взаимосвязей;

*ПК-4* – способность проводить выбор исходных данных для проектирования;

*ПК-5* – способность проводить моделирование процессов и систем;

*ПК-12* – способность разрабатывать средства реализации информационных технологий (методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные);

*ПК-24* – способность участвовать в постановке и проведении экспериментальных исследований;

*ПК-25* – способность обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений;

*ПК-26* – готовность использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

1. Знать основные классы моделей систем предметной области, технологию их моделирования, принципы построения моделей процессов функционирования КС, методы формализации и алгоритмизации, возможности реализации моделей с использованием программно-технических средств современных ЭВМ.
2. Уметь применять метод машинного моделирования при исследовании, проектировании и эксплуатации КС, разрабатывать схемы моделирующих алгоритмов систем и реализовывать с использованием как языков общего назначения, так и пакетов прикладных программ (языков и систем) моделирования;
3. Иметь представление о тенденциях развития имитационного моделирования, об автоматизации проектирования КС на базе аналитико-имитационного подхода с использованием перспективных инструментальных средств.

#### Содержание рабочей программы

**Тема 1. Введение**

Предмет курса, его цели и задачи.

Содержание курса и его связь с другими дисциплинами специальности направления подготовки 230400.62 – Информационные системы и технологии.

Философские аспекты теории подобия и моделирования.

Место метода имитационного моделирования в современной науке и практике. Задачи разработки систем на базе математических методов, реализуемых с использованием ресурсов современных инструментальных средств. Использование моделирования при исследовании и проектировании КС и их элементов.

Перспективы развития методов и средств моделирования.

**Тема 2. Основные понятия теории моделирования систем**

Понятие сложной системы ***S***.

Подсистемы и элементы.

Структура, функции, переменные, параметры, состояния и характеристики большой системы.

Модели и их роль в изучении процессов функционирования сложных систем. Классификация видов моделирования систем.

Математическое моделирование систем.

Аналитические и имитационные модели.

Комбинированные (аналитико-имитационные) модели.

Методы машинной реализации моделей.

Основные понятия теории моделирования систем.

Возможности использования машинного моделирования при разработке КС.

**Тема 3. Математические схемы моделирования систем**

Основные подходы к описанию процессов функционирования сложных систем. Непрерывно-детерминированные модели (***D-схемы***).

Дискретно-детерминированные модели (***F-схемы***).

Дискретно-стохастические модели (***P-схемы***).

Непрерывно-стохастические модели (***Q-схемы***).

Сетевые модели (***N-схемы***).

Обобщенные (комбинированные) модели (***A-схемы***).

Сравнительный анализ возможностей машинного моделирования КС с использованием типовых математических схем.

**Тема 4. Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем**

Последовательность разработки и компьютерной реализации моделей систем. Построение концептуальной модели системы ***S***.

Проверка адекватности модели и объекта моделирования.

Возможности формализации процессов функционирования систем.

Принципы алгоритмизации процессов функционирования систем.

Формы представления логической структуры моделей.

Методы построения моделирующих алгоритмов.

Примеры построения схем моделирующих алгоритмов.

Получение и интерпретация результатов моделирования.

Документирование этапов моделирования систем.

**Тема 5. Статистическое моделирование систем на ЭВМ**

Стохастические системы и возможности их компьютерного моделирования.

Общая характеристика метода статистического моделирования на ЭВМ.

Генерация и преобразование псевдослучайных последовательностей чисел на ЭВМ. Имитация случайных событий при имитационных экспериментах со стохастическими системами.

Получение последовательностей случайных чисел с заданным законом распределения.

Формирование реализаций случайных векторов и процессов при статистическом моделировании.

**Тема 6. Инструментальные средства моделирования систем**

Программное обеспечение моделирования систем.

Основные понятия языков и систем моделирования.

Функции языков моделирования.

Основы систематизации языков моделирования.

Средства языков моделирования.

Примеры наиболее распространенных языков моделирования.

Критерии выбора языков моделирования при решении конкретных прикладных задач.

Рынок программных продуктов компьютерной имитации.

Автоматизация разработки имитационных моделей.

Пакеты прикладных программ моделирования.

Базы и банки данных и знаний моделирования.

Моделирование на аналоговых вычислительных машинах и гибридных моделирующих комплексах.

Особенности моделирования на ПЭВМ.

**Тема 7. Планирование машинных экспериментов с моделями систем**

Общие вопросы теории планирования экспериментов.

Планирование машинных экспериментов с моделями систем ***S***.

Цели и задачи планирования имитационных экспериментов.

Стратегическое и тактическое планирование имитационных экспериментов. Планирование имитационных экспериментов с целью синтеза оптимальных вариантов системы ***S***.

Проблема большого числа факторов при моделировании систем на ЭВМ. Проблема стохастической сходимости результатов моделирования.

Проблема обеспечения точности и достоверности результатов компьютерного моделирования.

Проблема уменьшения дисперсии оценок характеристик моделируемых систем ***S***. Правила автоматической остановки имитационного эксперимента.

**Тема 8. Обработка и анализ результатов моделирования систем на ЭВМ**

Особенности фиксации результатов машинного моделирования.

Статистическая обработка результатов в процессе моделирования систем на ЭВМ. Критерии сравнительной оценки вариантов систем ***S*** по результатам моделирования. Особенности статистической обработки результатов компьютерного моделирования. Интерпретация результатов, полученных на имитационной модели.

Принятие решений по результатам моделирования при проектировании и эксплуатации КС.

**Тема 9. Моделирование систем с использованием типовых математических схем**

Блочные иерархические модели процессов функционирования систем. Формализация процессов функционирования систем с использованием ***Q-схем***. Особенности построения моделирующих алгоритмов систем и сетей массового обслуживания.

Принципы реализации моделирующих алгоритмов систем и сетей ***Q-схем***. Формализация систем на базе аппарата сетей Петри и их расширений.

Имитационное моделирование с использованием ***N-схем***.

Формализация процессов функционирования больших систем в виде агрегатов и агрегативных систем.

Особенности построения моделирующих алгоритмов ***A-схем***.

Автоматизация разработки компьютерных моделей с использованием типовых математических схем.

**Тема 10.** **Моделирование для принятия решений при управлении объектами**

Гносеологические и информационные модели.

Моделирование и новая информационная технология.

Эволюционное моделирование.

Прогнозирование на основе аналитико-имитационных моделей.

Адаптивные системы организационного управления с эталонной моделью. Адаптивные системы управления с имитационным идентификатором. Стратегическая и оперативная компьютерная идентификация.

Особенности имитационного моделирования в информационно-управляющих системах в реальном масштабе времени.

Ускоренное моделирование КС.

**Тема 11. Использование метода моделирования при разработке систем**

Основные направления использования компьютерного моделирования при исследовании, проектировании и эксплуатации систем.

Моделирование организационных систем и производственных процессов на базе информационной технологии.

Общие принципы построения и правила реализации компьютерных моделей систем. Моделирование при разработке распределенных компьютерных систем и информационных сетей.

Автоматизация исследования и проектирования КС на базе компьютерных моделей.

**Тема 12. Заключение**

Основные направления развития и совершенствования метода имитационного моделирования на базе перспективных программно-технических средств.

Пути и методы повышения эффективности моделирования систем на ЭВМ на этапах разработки и внедрения КС.

**Перечень лабораторных работ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование темы занятия | Номер темы | Трудоемкость |
| 1 | Принципы организации системы GPSS | 4, 5, 6 | 2 |
| 2 | Среда и функциональная структура языка моделирования GPSS/PC | 4, 5, 6 | 2 |
| 3 | Описание объектов GPSS/РС | 4, 5, 6 | 2 |
| 4 | Форматы описания блоков и операторов GPSS/РС | 4, 5, 6 | 2 |
| 5 | Стандартные числовые атрибуты | 4, 5, 6 | 2 |
| 6 | Технология применения языка моделирования GPSS/PC и GPSS\_World при выполнении практикума на ПЭВМ | 7, 8 | 8 |

**Перечень практических занятий**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование темы занятия | Номер темы | Трудоемкость |
| 1 | Программирование для аппаратной и динамической категорий языка моделирования GPSS/PC | 4, 5, 6 | 6 |
| 2 | Программирование для статической и запоминающей категорий  языка моделирования GPSS/PC | 4, 5, 6 | 6 |
| 3 | Программирование для группирующей категории языка  моделирования GPSS/PC. Списки пользователя. Группы | 4, 5, 6 | 6 |

**Цели и содержание курсовой работы**

Целью курсового проектирования является детальное ознакомление с инструментальными средствами моделирования систем, изучение и применение программного обеспечения моделирования. Разработка имитационных моделей конкретных объектов с использованием пакета прикладных программ моделирования ***GPSS/PC***. При выполнении курсовой работы студент согласно изучаемой в курсе лекций методике реализует следующие этапы. На первом этапе моде­лирования формулируется модель, строится ее формальная схема и решается вопрос об эффективности и целесообразности моделиро­вания системы ***S*** (об аналитическом расчете или имитационном моделировании) на вычислительной машине. На втором этапе математическая модель, сформулированная на первом этапе, воплощается в машинную,

т. е. решается проблема алгоритмизации модели, ее рационального разбиения на блоки и организации интерфейса между ними, а также задача получения необходимой точности и достоверности результатов при проведе­нии машинных экспериментов. На третьем этапе ЭВМ используется для имитации процесса функционирования системы ***S*** для сбора необходимой информации, ее статистической обработки и интер­претации результатов моделирования.

Ориентировочная трудоемкость – 36 часов.

**Распределение учебных часов по темам и видам занятий**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **темы** | **Название разделов и тем** | Объем учебных часов | | | | | | | **Семестр** | **Литература по темам** |
| **Лекции** | **Лабор.**  **занят.** | **Практ.занят.** | **Аудит.**  **занят.** | | **Сам.**  **работа** | **Всего** |
| **Всего** | **в т.ч. инт.формы** |
| 1 | Введение | 1 |  |  | 1 |  |  | 1 | 7 | **Л1** |
| 2 | Основные понятия теории моделирования систем | 2 |  |  | 2 |  |  | 2 | 7 | **Л1, Д1, Д2** |
| 3 | Математические схемы моделирования систем | 4 |  |  | 4 |  |  | 4 | 7 | **Л1** |
| 4 | Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем | 6 | 6 | 6 | 18 | 6 | 12 | 30 | 7 | **Л1, Л2** |
| 5 | Статистическое моделирование систем на ЭВМ | 3 | 4 | 6 | 13 | 4 | 12 | 25 | 7 | **Л1, Л2** |
| 6 | Инструментальные средства моделирования систем | 3 | 4 | 6 | 13 | 4 | 14 | 27 | 7 | **Л1, Л2, Д2** |
| 7 | Планирование машинных экспериментов с моделями систем | 2 | 2 |  | 4 | 2 | 12 | 16 | 7 | **Л1** |
| 8 | Обработка и анализ результатов моделирования систем | 2 | 2 |  | 4 | 2 | 12 | 16 | 7 | **Л1, Л2** |
| 9 | Моделирование КС с использованием типовых математических схем | 6 |  |  | 6 |  |  | 6 | 7 | **Л1, Л2** |
| 10 | Моделирование для принятия решений при управлении объектами | 2 |  |  | 2 |  |  | 2 | 7 | **Л1** |
| 11 | Использование метода моделирования при разработке КС | 4 |  |  | 4 |  |  | 4 | 7 | **Л1, Л2, Э1** |
| 12 | Заключение | 1 |  |  | 1 |  |  | 1 | 7 | **Л1** |
| Курсовая работа | |  |  |  |  |  | 36 | 36 | 7 |
| ИТОГО: | | 36 | 18 | 18 | 72 | 18 | 98 | 170 |  |

# **Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

# **Основная литература**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название, библиографическое описание | Л | Лр | Пз (С) | Кп | Кр | К-во экз. в библ. (на каф.) | Гриф |
| **Л1** | Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, (5-е изд.), 2007; (6 - е изд. ), 2009. | 7 | 7 | 7 |  | 7 | У(64) | Минобразования РФ |
| **Л2** | Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Практикум. - Учебн. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, (3-е изд.), 2007; (4 - е изд.), 2009. | 7 | 7 | 7 |  | 7 | У(82) | Минобразования РФ |

##### **Дополнительная литература**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Название, библиографическое описание | К-во экз. в библ. (на каф.) |
| **Д1** | Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Учебник для вузов (4 - е изд. ). - М.: Высшая школа, 2006. | У(42) |
| **Д2** | Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Практикум. - Учебн. пособие для вузов. (2-е изд.) - М.: Высшая школа, 2006. | У(54) |

|  |  |
| --- | --- |
| Зав. отделом учебной литературы *(для технических дисциплин)* | Киселева Т.В. |

**Электронные информационные ресурсы**

|  |  |
| --- | --- |
| № | Название (адрес в Интернет) |
| **Э1** | **www.gpss.ru** |

|  |  |
| --- | --- |
| Авторы:  д.т.н., профессор | Яковлев С.А. |
|  |  |
| Рецензент:  к.т.н., доцент | Алексеев А.А. |
|  |  |
| Зав. кафедрой автоматизированных систем обработки информации  и управления  д.т.н., профессор | Советов Б.Я. |
|  |  |
| Декан факультета компьютерных технологий и информатики  д.т.н., профессор | Куприянов М.С. |
|  |  |
| Программа согласована: |  |
|  |  |
| Председатель методической комиссии факультета компьютерных  технологий и информатики |  |
| к.т.н., доц. | Михалков В.А. |
|  |  |
| Руководитель методического отдела |  |
| к.т.н., доцент | Марасина Л.А. |