|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИфедеральное государственное АВТОНОМНОЕ образовательное учреждение высшего образования«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» |
| **Обнинский институт атомной энергетики –** филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)** |

|  |
| --- |
| **УТВЕРЖДАЮ** |
| Начальник отделенияинтеллектуальных кибернетических систем\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.О. Старков |
| «\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |
| --- |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ |
| *название дисциплины* |
|  |
| для студентов направления подготовки |
|  |
| 09.03.02 Информационные системы и технологии  |
|  |
|  |
|  |
| профиль: |
| Информационные технологии |
|  |
|  |
|  |
| Форма обучения: очная |

**г. Обнинск 2021 г.**

Программа составлена в соответствии с образовательным стандартом высшего образования НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии

Программу составила

\_\_Гулина О.М., профессор отд. ИКС, д.т.н., профессор\_

Рецензент:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

Программа рассмотрена на заседании отделения интеллектуальных кибернетических систем (О)

(протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 г.)

Руководитель образовательной программы

09.03.02 Информационные системы и технологии

 О.А. Мирзеабасов

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 г.

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

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен приобрести следующие знания и навыки:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Коды компетенций | **Результаты освоения ООП****Содержание компетенций** | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
| ОПК-8 | Способен применять мат. модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем  | **Знать**: основные принципы моделирования систем; методы формализации систем массового обслуживания (СМО); методы получения реализаций случайных величин**Уметь**: строить адекватную аналитическую модель СМО, проводить анализ и оптимизацию структуры и функционирования СМО на основе показателей эффективности; проводить вариационные расчеты с целью оптимизации функционирования систем; использовать метод машинного моделирования при исследовании, проектировании и эксплуатации информационных систем**Владеть**: технологией имитационного моделирования; одним из современных языков или сред моделирования; иметь опыт моделирования и оптимизации систем. |
| ПК-1 | Способен проводить сбор, обработку, анализ научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования  | **Знать**: основные принципы стохастического моделирования систем; принципы построения моделей процессов функционирования систем**Уметь**: использовать метод машинного моделирования при исследовании информационных систем**Владеть**: технологией имитационного моделирования |

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Математика: теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы; Дискретная математика; Информатика; Программирование; Теория систем.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: теория надежности, системный анализ.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид работы** | **Форма обучения** (вносятся данные по реализуемым формам) |
| **Очная** | **Заочная** |
| **Семестр** | **Курс**  |
| **№**  | **№** |
| **Количество часов на вид работы:** |
| **Контактная работа обучающихся с преподавателем** |  |  |
| **Аудиторные занятия *(всего)*** | **48** | из уч.плана |
| В том числе: |  |  |
| *лекции**(лекции в интерактивной форме)* | 16 | из уч.плана() |
| *практические занятия**(практические занятия в интерактивной форме)* | 16 | из уч.плана() |
| *лабораторные занятия* | 16 | из уч.плана |
| **Промежуточная аттестация** |  |  |
| В том числе: |  |  |
| *зачет*  | **-** | из уч.плана |
| *экзамен* | Экзамен | из уч.плана |
| **Самостоятельная работа обучающихся** |  |  |
| **Самостоятельная работа обучающихся *(всего)*** | **60** | из уч.плана |
| В том числе: |  |  |
| Распределяются часы самостоятельной работы из учебного плана | 60 |  |
| Проработка учебного (теоретического) материала | 20 |  |
| Анализ и выбор среды реализации лаб. работ по курсу | 10 |  |
| Подготовка ко всем видам контрольных испытаний текущего контроля успеваемости (в течение семестра) | 20 |  |
| Подготовка ко всем видам контрольных испытаний промежуточной аттестации (по окончании семестра) | 10 |  |
|  |  |  |
| **Всего (часы):** | **144** |  |
| **Всего (зачетные единицы):** | **4** |  |

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

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела /темы дисциплины  | Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам) |
| Очная форма обучения | Заочная форма обучения |
| Лек | Пр | Лаб | Внеауд | СРО | Лек | Пр | Лаб | Внеауд | СРО |
| 1. | Статистическое моделирование систем | 8 | 8 | 16 |  | 50 |  |  |  |  |  |
| 1.1 | Основные понятия теории моделирования систем | 2 | 2 | 2 |  | 25 |  |  |  |  |  |
| 1.2 | Статистическое моделирование систем на ЭВМ | 4 | 4 | 10 |  | 15 |  |  |  |  |  |
| 1.3 | Вычисление интегралов методом Монте-Карло | 2 | 2 | 4 |  | 10 |  |  |  |  |  |
| 2. | Аналитические модели систем массового обслуживания | 8 |  |  |  | 10 |  |  |  |  |  |
| 2.1 | Терминология СМО | 2 | 2 |  |  | 5 |  |  |  |  |  |
| 2.2 | Марковские СМО | 6 | 6 |  |  | 5 |  |  |  |  |  |
| 2.3 | Немарковские СМО | 2 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся*

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Наименование раздела /темы дисциплины | Содержание |
| 1. | **Статистическое моделирование систем** |
| 1.1. | Основные понятия теории моделирования систем | Предмет курса, его цели и задачи. Содержание курса и его связь с другими дисциплинами. Философские аспекты теории подобия и моделирования. Место метода имитационного моделирования в современной науке и практике. Задачи разработки систем на базе современных математических методов, реализуемых с использованием ресурсов инструментальных средств. Использование моделирования при исследовании и проектировании ИС и их элементов. Перспективы развития методов и средств моделирования. Структура курса. |
| 1.2. | Статистическое моделирование систем на ЭВМ | 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. Стохастические системы и возможности их компьютерного моделирования. Получение последовательностей случайных чисел с заданным законом распределения. Общая характеристика метода статистического моделирования на ЭВМ. Генерация и преобразование псевдослучайных чисел на ЭВМ. Имитация случайных событий при имитационных экспериментах со стохастическими системами. Преобразования случайных величин. Формирование реализаций случайных векторов и процессов при статистическом моделировании. |
| 1.3 | Вычисление интегралов методом Монте-Карло | Численный метод Монте-Карло. Простейший метод оценки интеграла методом Монте-Карло. Способы уменьшения дисперсии. Метод существенной выборки. Оценка точности и достоверности результатов моделирования. |
|  |  |  |
| 2. | **Аналитические модели систем массового обслуживания** |
| 2.1. | Терминология СМО | Основные понятия ТМО. Терминология СМО. Простейший поток и его свойства. Уравнения Колмогорова. Стационарный режим в СМО. Схема гибели и размножения. Задача Эрланга. Формула Литтла.  |
| 2.2. | Марковские СМО | Марковские системы массового обслуживания (с отказами и с бесконечной очередью). СМО с ограниченной очередью. Замкнутые СМО. |
| 2.3 | Немарковские СМО | Немарковские СМО. Потоки Пальма и Эрланга. Циклический марковский процесс. Ветвящийся марковский процесс. |

Практические/семинарские занятия

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Наименование раздела /темы дисциплины | Содержание |
| 1. | **Статистическое моделирование систем** |
| 1.1. | Основные понятия теории моделирования систем | Задачи разработки систем на базе современных математических методов, реализуемых с использованием ресурсов инструментальных средств. Программное обеспечение моделирования систем. Основные понятия языков и систем моделирования. |
| 1.2. | Статистическое моделирование систем на ЭВМ | Основные подходы к описанию процессов функционирования сложных систем. Дискретно-детерминированные модели (***D***–схемы). Непрерывно-детерминированные модели (***F***–схемы). Дискретно-стохастические модели (***P***–схемы). Непрерывно-стохастические модели (***Q***–схемы). Обобщенные (комбинированные) модели (***A***–схемы). |
| 1.3 | Вычисление интегралов методом Монте-Карло | Особенности фиксации результатов машинного моделирования. Статистическая обработка результатов в процессе моделирования систем на ЭВМ. Критерии сравнительной оценки вариантов систем по результатам моделирования. Особенности статистической обработки результатов компьютерного моделирования. Интерпретация результатов, полученных на имитационной модели. **К.р. № 1** |
| 2. | **Аналитические модели систем массового обслуживания** |
| 2.1. | Терминология СМО | Формализация процессов функционирования систем с использованием ***Q***–схем. Особенности построения моделирующих алгоритмов систем и сетей массового обслуживания. Принципы реализации моделирующих алгоритмов систем и сетей на основе ***Q***–схем. |
| 2.2. | Марковские СМО | Решение задач по СМО |
| … | Немарковские СМО | Решение задач по СМО. К.р.№ 2 |

Лабораторные занятия

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Наименование раздела /темы дисциплины | Название лабораторной работы |
| 1. | **Статистическое моделирование систем** |
| 1.1. | Статистическое моделирование систем на ЭВМ | Л.р. № 1. Разработка генератора случайных чиселКритерий Пирсона (алгоритм, программа, оценка качества последовательности)Л.р. № 2. Моделирование случайных величин с заданным законом распределенияПОЛУЧЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СЛ. В., проверка на соответствие принятому закону распределения (алгоритм, программа, оценка качества последовательности) |
| 1.2. | Вычисление интегралов методом Монте-Карло | Лаб. Р. № 3. **Вычисление интегралов методом Монте-Карло** (алгоритм, программа, исследование, точность) |

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Комплект учебно-методических материалов по курсу «Моделирование информационных систем»: лекции, презентации лекций, варианты контрольных работ.
2. Презентация курса в *PowerPoint*.
3. Обучающая программа по выполнению лабораторного практикума.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)** | **Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка**  | **Наименование оценочного средства** |
| **Текущий контроль** |
| 1. | Статистическое моделирование систем на ЭВМ | ОПК-8 (знать, уметь, владеть) + ПК-1 (владеть) | Лаб. р. № 1, № 2Контр. р. № 1 (задачи) |
| 2. | Вычисление интегралов методом Монте-Карло | ОПК-8 (уметь, владеть)ПК-1 (знать) | Лаб. р. № 3, контр. р. № 1 (задача) |
| 3. | Аналитические модели систем массового обслуживания | ОПК-8 (знать, уметь, владеть) ПК-1 (знать) | Контр. р. № 2 |
| **Промежуточный контроль** |
|  | Экзамен |  | Экзаменационный билет |
|  |

6.2. ***Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы***

6.2.1 Экзамен

1. а) типовые вопросы (задания): Виды моделирования; Моделирование дискретных случайных величин; Стохастические системы и возможности их компьютерного моделирования; …

б) критерии оценивания компетенций (результатов): первый вопрос – 10 баллов (положительный ответ – 5-10 баллов); второй и третий вопросы – по 15 баллов (положительный ответ – 8-15 баллов)

Итого – 40 баллов

6.2.2 Наименование оценочного средства - Контр. р. № 1 – 25 баллов

 Контр. р. № 2 – 20 баллов

а) три вопроса: первый – 5 баллов, второй и третий - по 10 баллов, например,

**первая контрольная**:

Вариант № 2

1. Смоделировать последовательность независимых испытаний, в каждом из которых вероятность наступления некоторого события А равна 0,8. Вероятность наступления совместного с ним и зависимого события В равна 0,7. Р(АВ)=0,6.
2. Смоделировать случайную точку Q, равномерно распределенную в полукруге радиуса R (2-ой и 3-ий квадранты).
3. Вычислить методом Монте-Карло интеграл .

**Вторая контрольная**: каждый вопрос – 10 баллов.

**Вариант 4**

1. На автовокзал прибывает пуассоновский поток автобусов, в среднем два автобуса за 10 мин. Найти вероятность того, что за 15 мин прибудут три автобуса.
2. В кабинете флюорографии обслуживается в среднем один человек за две минуты. Время приема распределено по показательному закону. Поток посетителей простейший с интенсивностью 1 человек за три минуты. Определить среднюю длину очереди.

б) положительный ответ на вопрос – не менее 5 баллов

6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

 Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид контроля** | **Этап рейтинговой системы Оценочное средство** | **Балл** |
| Минимум  | Максимум |
| **Текущий**  | **Контрольная точка № 1** |  |  |
| Контр. р. №1 | 12 | 25 |
|  Лаб. р. № 1 | 3 | 5 |
| Лаб. р. № 2 | 3 | 5 |
| Лаб. р. № 3 | 3 | 5 |
| **Контрольная точка № 2** |  |  |
| Контр. р. № 2 | 10 | 20 |
| **Промежуточный**  | **Экзамен** | 29 | 40 |
| **ИТОГО по дисциплине** | 60 | 100 |

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце

семестра за активную и регулярную работу на занятиях.

По Положению бонус (премиальные баллы) не может превышать **5 баллов**.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература***[[1]](#footnote-1)***

1. Советов, Б.Я. Моделирование систем: Учебник для бакалавров / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. - М.: Юрайт, 2013. - 343 c.
2. Афонин, В.В. Моделирование систем: Учебно-практическое пособие / В.В. Афонин. - М.: БИНОМ. ЛЗ, ИНТУИТ, 2012. - 231 c.
3. Девятков, В.В. Имитационное моделирование: Учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 368 c.
4. Сирота А. А. Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем : учеб. пособие для студ. вузов/ А. А. Сирота. -М.: Техносфера, 2006.-280 с.. -(Мир программирования). -**ISBN** 5-94836-080-6: 158.40 р. **ГРНТИ** 28.17.33
5. Гулина О.М. Конспект лекций по курсу Моделирование информационных систем. Обнинск: ИАТЭ,2000.- 84с**.-** 50 экз.
6. Гулина О.М. Оптимизация функционирования автоматизированных систем методами теории массового обслуживания: Учеб. пособие по курсу «Моделирование систем».- Обнинск: ИАТЭ, 2010.- 44 с.
7. Гулина О.М. Имитационное моделирование в АСУ: Учебное пособие по курсу «Моделирование систем».– Обнинск: ИАТЭ, 2010.– 44 с.

б) дополнительная учебная литература

1. Советов Б. Я. Моделирование систем : практикум / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. -3-е изд., стер.. -М.: Высш. шк., 2005.-295 с. :a-ил.. -**ISBN** 5-06-004087-9: 179.74 р. **ГРНТИ** 28.17
2. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с Anylogic 5. – СПб.:БХВ-Петербург, 2006.-400 с. ISBN 5-94157-148-8.
3. Рыжиков Ю.И.Имитационное моделирование. Теория и технологии. -СПб.: КОРОНА принт; М.: Альтекс-А, 2004.-384 с. :a-ил..-**ISBN** 5-94271-021-X. -5-7931-0278-7: **ГРНТИ** 28.17
4. Гулина О.М. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Моделирование систем» для студентов спец. АСОИУ и ИС. – Обнинск: ИАТЭ, 1999.-22 с. (+ электронный вариант)
5. Дегтярев Ю.И. Системный анализ и исследование операций: Учеб. для вузов по спец. АСОИУ.-М.: Высш. шк., 1996.-335 с. ISBN 5-06-002645-0

Примечание: все указанные книги имеются в библиотеке ИАТЭ

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

***PowerPoint***для изучения презентаций лекций.

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебного занятия | Организация деятельности студента |
| Лекция | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, формулировки, обобщения; выделять ключевые слова, термины, формулы.  |
| Контрольная работа / индивидуальные задания | Самостоятельный разбор примеров, приведенных в лекциях, моделирование случайных величин из варианта курсовой работы |
| Курсовая работа | Работа с обучающей программой, формулирование цели и задач исследования, определение входных и выходных параметров, формализация задачи, разработка алгоритма, написание программы, планирование экспериментов с моделью, оценка качества моделирования, поиск оптимального режима |
| Лабораторная работа | Работа с обучающей программой, изучение выбранного метода решения задачи, выполнение необходимых преобразований, разработка алгоритма, написание программы, оценка качества результата |
| Подготовка к экзамену (зачету) | При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др. |

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

1. Интерактивное общение с помощью E-mail.
2. Использование слайд-презентаций при проведении лекций.
3. Курс лекций в Word.
4. Интерактивная обучающая программа по выполнению лабораторных работ.
5. Чтение лекций в GoogleMeet

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Класс персональных ЭВМ, видеопроектор, компьютер.

Для работы в on-line режиме – компьютер с камерой и микрофоном.

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Студентам выдается комплект учебных материалов, включающий полный текст лекций с примерами и вопросами для самоконтроля, презентация курса в *PowerPoint*, варианты двух контрольных работ. Для выполнения лабораторных работ разработана обучающая интерактивная программа.

Лекционный материал основан на большом количестве примеров моделирования случайных величин, случайных процессов (из практики исследования технического состояния оборудования) и систем со случайными параметрами.

Изучение дисциплины включает в себя прохождение полного цикла моделирования – от изучения предметной области до реализации модели. Каждый этап представляет собой реальную проектную работу. На первом этапе студенты изучают предметную область реальной системы массового обслуживания, например, производственного процесса, транспортной задачи, вычислительного процесса, процесса передачи данных и т.п. Формулируются входные, выходные данные и собственные параметры системы. Назначаются необходимые показатели эффективности. Выявляется природа параметров и предлагаются методики их моделирования. В ходе практических занятий и лабораторных работ происходит решение аналогичных примеров и публичное обсуждение результатов моделирования в индивидуальных заданиях.

Далее студенты разрабатывают функциональные схемы и *Q*-схемы своей задачи. Обсуждаются различные варианты реализации системы.

По завершении создания модели осуществляется разработка алгоритма, написание машинной программы, получение тестовых данных и имитационные эксперименты с реализованной моделью для подбора оптимального режима функционирования системы.

Практические занятия и лабораторные работы проводятся с использованием современного программного обеспечения. Практические занятия включают в себя примеры моделирования случайных величин и процессов, описывающих функционирование реальных систем, а также принципы моделирования и исследования моделей этих систем. Лабораторные работы представляют собой имитацию реальных параметров сложной системы, в том числе систем массового обслуживания. В лабораторных работах отрабатываются основные принципы моделирования и анализа результатов, основанные на предельных теоремах теории вероятностей и мат. статистики. Качество полученных результатов оценивается по критериям согласия.

12.2. **Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки**

***На самостоятельное изучение выносятся темы***

**Математические схемы моделирования**

**Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем**

Студентами самостоятельно изучается работа в различных средах моделирования (*Excel*, *Delphi*, *MathLab*) для реализации алгоритмов лабораторных работ. Контроль освоения материала осуществляется в ходе консультаций при выполнении лабораторных работ с использованием изученных сред.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Содержание самостоятельной работы | Литература | Объем, час. | Форма контроля |
| Математические схемы моделирования систем | доп. [1, 3]осн. [4] | 10  | Собеседование на практических занятиях |
| Изучение приемов работы в выбранной среде моделирования | - | 10 |
|  |  |  |
| Инструментальные средства моделирования систем | осн. [4] | 10  | Контроль при сдаче экзамена |
| Подготовка к лаб. работам «Статистическое моделирование» | [1,2] | 15  | самостоятельная (контрольная) работа |
| Подготовка к лаб. работе «Вычисление интегралов методом Монте-Карло» | [1,2] | 5  |
| Подготовка к сам. работе «Аналитические модели СМО» | [1, доп.5] | 10  |

**Самостоятельная подготовка может включать написание рефератов по темам:**

* Моделирование и новые информационные технологии
* Эволюционное моделирование.
* Прогнозирование на основе аналитико-имитационных моделей.
* Особенности имитационного моделирования в информационно-управляющих системах в реальном масштабе времени.
* 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.
* Системная динамика.
* Особенности моделирования организационно-экономических систем. Активные системы.
1. [↑](#footnote-ref-1)