



Московский государственный технический университет  
Факультет «Информатика и системы управления»  
Кафедра ИУ-1 «Системы автоматического управления»

## Программа учебной дисциплины «Математическое и имитационное моделирование»

для подготовки магистров по направлению  
24.04.04 «Управление в технических системах»

**Автор программы:** Масленников Андрей Леонидович, старший преподаватель  
[amas@bmstu.ru](mailto:amas@bmstu.ru)

Москва, 2020.

## Аннотация

Дисциплина посвящена изучению методов моделирования динамических систем. В курсе рассматриваются основные теоретические положения задач моделирования, виды моделей, моделирование непрерывных и дискретных систем, заданных в различных видах. и основных подходов к методам решения задач имитационного моделирования.

## Структура дисциплины

<b>Лекции</b>	
1	Моделирование как парадигма научного познания.
2	Понятие модели. Виды моделей и их свойства.
3	Математическое описание непрерывных систем и методы моделирования.
4	Численные методы решения задачи Коши.
5	Численные методы решения задачи Коши.
6	Моделирование непрерывных систем в MathWorks MATLAB. (семинар)
7	Моделирование непрерывных систем в MathWorks Simulink. (семинар)
8	Математическое описание дискретных систем и методы моделирования.
9	Системы с дискретизацией данных.
10	Моделирование дискретных систем в MathWorks MATLAB. (семинар)
11	Моделирование дискретных систем в MathWorks Simulink. (семинар)
12	Имитационное моделирование.
13	Практические задачи имитационного моделирования.
14	Методы генерации псевдослучайных последовательностей.
<b>Лабораторные работы</b>	
1	Численные методы решения задачи Коши. Явные методы.
2	Численные методы решения задачи Коши. Адаптивные методы.
3	Численные методы решения задачи Коши. Неявные методы.
4	Численные методы решения задачи Коши. BDF методы.
<b>Домашние задания</b>	
1	Математическое описание непрерывных и дискретных систем.
<b>Рубежные контроли</b>	
1	По материалам всего курса, лабораторных работ и домашнего задания

## Вопросы для подготовки к РК

1. Моделирование. Задача моделирования. Классификация методов моделирования. Математическое моделирование. Задача формализации. Виды математического моделирования.
2. Понятие модели, системы и состояния системы. Виды моделей и их классификация. Адекватность модели и механизмы ее количественной оценки.
3. Математическая модель. Классификация математических моделей. Основные свойства математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
4. Динамические системы. Классификация динамических систем.
5. Непрерывные динамические системы. Виды математического описания непрерывных динамических систем. Методы моделирования непрерывных динамических систем.
6. Анализ динамических систем во временной области. Типовые входные сигналы. Понятие переходного процесса и импульсной переходной характеристики. Построение графиков.
7. Анализ динамических систем в частотной области. Частотная характеристика. Амплитудно-частотная (АЧХ) и фазо-частотная характеристики (ФЧХ). Диаграмма Боде. Амплитудно-фазовая частотная характеристики (АФЧХ). Годограф Найквиста. Построение графиков.
8. Корневой годограф динамической системы. Карта нулей и полюсов динамической системы. Механизм построения графика корневого годографа динамической системы.
9. Математическое описание динамических систем. Описание непрерывных систем в виде дифференциальных уравнений. Описание непрерывных систем в виде переменных вход-выход (в передаточных функциях). Описание непрерывных систем в переменных состояния. Линеаризация при формировании описания системы в переменных состояния.
10. Задача Коши. Численные методы решения задачи Коши. Классификация численных методов решения задачи Коши. Явные/ неявные методы, одношаговые/многошаговые методы.
11. Явные численные методы решения задачи Коши. Метод Эйлера, метод Эйлера-Коши, метод Эйлера-Коши с итерационной обработкой, усовершенствованный метод Эйлера, семейство методов Рунге-Кутты, многошаговые методы Адамса-Башфорта.
12. Механизмы контроля точности решений, получаемых численными методами решения задачи Коши. Контроль точности для методы Рунге-Кутты.
13. Адаптивные численные методы решения задачи Коши. Основной подход. Механизмы реализации для систем реального времени и систем не реального времени.
14. Неявные численные методы решения задачи Коши. Неявные одношаговые методы Рунге-Кутты, неявные многошаговые методы Адамса-Мультона.
15. Многошаговые методы с использованием формул дифференцирования назад.
16. Устойчивость численных методов решения задачи Коши.
17. Дискретные динамические системы. Виды математического описания дискретных динамических систем. Методы моделирования дискретных динамических систем.
18. Системы с дискретизацией данных. Методы получения математического описания систем с дискретизацией данных. Адекватность получаемых дискретных моделей.

19. Имитационное моделирование. Виды имитационного моделирования. Практические задачи применения имитационного моделирования.
20. Дискретно-событийное моделирование, как вид имитационного моделирования.
21. Агентное моделирование, как вид имитационного моделирования.
22. Генераторы случайных чисел. Физические и программные генераторы. Требования, предъявляемые к генераторам случайных чисел.
23. Методы генерации псевдослучайных последовательностей.
24. Методы Монте-Карло как методы имитационного моделирования.

## Список литературы по моделированию

1. Амосов А.А., Дубинский Ю.А. Копченова Н.В. Вычислительные методы. Учебное пособие. И.: Лань, 2014, 672 с.
2. Ашихмин В.Н., Гитван М.Б., Кэллер И.Э. и др. Введение в математическое моделирование. Учебное пособие. И.: Логос, 2005, 440 с.
3. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. Учебник. И.: Бином. Лаборатория знаний, 2017, 640 с.
4. Деменков Н.П., Микрин Е.А. Управление в технических системах. И.: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2017, 456 с.
5. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. 2-е издание. И.: Физматлит, 2005, 320 с.
6. Строгалев В.П., Толкачева И.О. Имитационное моделирование. Учебное пособие. 2-е издание. И.: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2015, 295 с.
7. Филлипс Ч.Л., Харбор Р.Д. Системы управления обратной связью. 4-е издание. Пер. с английского. И.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001, 616 с.
8. Phillips C.L., Nagle H.T. Digital control system analysis and design. 3<sup>th</sup> edition. Prentice Hall Press, 1995, 685 p.

## Список литературы по MathWorks MATLAB

1. Васильев А.Н. MatLAB. Самоучитель. Практический подход. 2-е издание. И.: Наука и Техника, 2015, 448 с.
2. Гилат А. MATLAB. Теория и практика. 5 издание / пер. с англ. Смоленцев Н.К. И.: ДМК Пресс, 2016, 416 с.