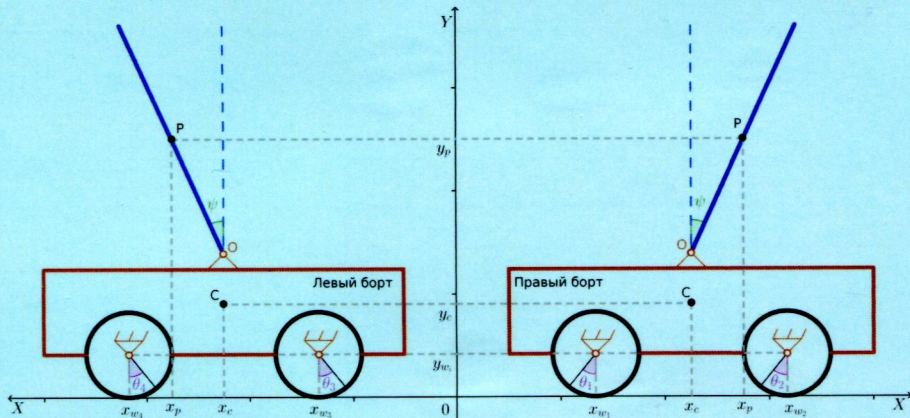


А. А. Капитонов



# ВВЕДЕНИЕ В МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ



А. А. Капитонов

# **ВВЕДЕНИЕ В МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Под редакцией  
д. т. н., проф. А. Л. Фрадкова



Москва ♦ Ижевск

2016

УДК 681.51, 681.53, 681.58

ББК 22.18

К 202

Рецензенты:

Андривеский Б. Р., д. т. н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории управления сложными системами Института проблем машиноведения РАН;

Поляков К. Ю., д. т. н., профессор кафедры судовой автоматики и измерений СПбГМТУ, учитель информатики 163 средней школы Центрального района Санкт-Петербурга.

### **Капитонов А. А.**

**К 202** Введение в моделирование и управление для робототехнических систем / под редакцией д. т. н., проф. А. Л. Фрадкова. — М.–Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2016. — 108 с.

ISBN 978-5-4344-0404-4

Одной из основных тенденций в современной технике является повсеместная роботизация бытовых и производственных процессов. Робототехнические системы на данный момент обладают впечатляющими способностями, начиная с технического зрения, заканчивая распознаванием речи. Но есть множество задач, связанных непосредственно с механикой и конструированием, а также системами, необходимыми для управления движителями робота.

В этой небольшой книге представлены задачи построения описывающих динамику системы математических моделей, а также описываются принципы построения регуляторов, которые позволяют привести робота в желаемое состояние. Предварительное математическое моделирование поведения системы позволяет избежать множества ошибок при настройке регулятора и значительно сократить время решения задачи. В свою очередь, правильный выбор управляющего регулятора позволит получить быструю и качественную работу системы.

Здесь вы найдете наглядные примеры, которые можно самостоятельно повторить и получить интересную модель робота, которая станет отправной точкой в дальнейшем изучении этой сложной и обширной тематики.

**ББК 22.18**

**УДК 681.51, 681.53, 681.58**

**ISBN 978-5-4344-0404-4**

© А. А. Капитонов, 2016

© Ижевский институт компьютерных исследований, 2016

---

---

# Оглавление

<b>Предисловие</b> . . . . .	5
<b>ГЛАВА 1. Построение математической модели двигателя NXT</b> . . . . .	6
1.1. Введение . . . . .	6
1.2. Математическая модель электродвигателя . . . . .	7
1.3. Пример применения математической модели . . . . .	10
1.4. Моделирование работы двигателя . . . . .	14
1.5. Дополнительные инструкции по работе с программным обеспечением . . . . .	18
1.6. Описание среды разработки Brics Command Center . . . . .	27
Общие сведения . . . . .	27
Используемые функции . . . . .	28
Синхронизация блока NXT и персонального компьютера . . . . .	30
Память NXT . . . . .	31
<b>ГЛАВА 2. Получение конструктивных постоянных двигателя</b> . . . . .	32
2.1. Принцип работы и устройство двигателя . . . . .	32
2.2. Математическая модель . . . . .	35
2.3. Схема моделирования . . . . .	44
2.4. Дополнительные сведения . . . . .	46
<b>ГЛАВА 3. Управление двигателем NXT</b> . . . . .	50
3.1. Пропорциональный регулятор . . . . .	50
Проверка результата . . . . .	57
<b>ГЛАВА 4. Математическое описание робота Segway</b> . . . . .	59
4.1. Описание математической модели обратного маятника . . . . .	59
4.2. Математическое описание платформы типа Segway . . . . .	83
<b>ГЛАВА 5. Расчет коэффициентов модального регулятора</b> . . . . .	93
5.1. Расчет коэффициентов для управляющего воздействия . . . . .	94

5.2. Приведение математической модели к канонической форме . . . . .	97
5.3. Решение матричного уравнения Сильвестра . . . . .	99
5.4. Формула Аккермана . . . . .	103
5.5. Моделирование замкнутой системы управления . . . . .	104
<b>Заключение . . . . .</b>	<b>106</b>
<b>Литература . . . . .</b>	<b>107</b>