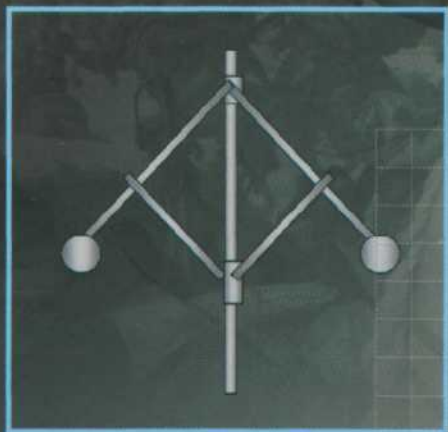


ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Г. А. Леонов



ПЕТЕРБУРГСКАЯ КЛАССИКА

ИЗДАТЕЛЬСТВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Г. А. ЛЕОНОВ

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ



ИЗДАТЕЛЬСТВО С.-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Регулятор Уатта и математическая теория устойчивости движения	6
§1.1. Регулятор Уатта и его модификации.....	—
§1.2. Критерий Эрмита—Михайлова.....	15
§1.3. Теорема об устойчивости по первому приближению.....	22
§1.4. Переходные режимы для регулятора Уатта.....	37
Глава 2. Линейные электрические цепи передаточные функции и частотные характеристики линейных блоков	47
§2.1. Описание линейных блоков.....	—
§2.2. Передаточные функции и частотные характеристики линейных блоков.....	56
Глава 3. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость	70
§3.1. Управляемость.....	—
§3.2. Наблюдаемость.....	81
§3.3. Стабилизируемость.....	86
Глава 4. Электронные генераторы колебаний	93
§4.1. Управление колебательным контуром. Автогенераторы.....	—
§4.2. Тактовые генераторы.....	99
Глава 5. Двумерные системы управления. Фазовые портреты	103
§5.1. Авторулевой и система управления ориентацией космического аппарата.....	—
§5.2. Управление синхронной электрической машиной и системы фазовой автоподстройки частоты.....	120
§5.3. Математическая теория популяций.....	145
Глава 6. Дискретные системы	153
§6.1. Мотивации.....	—
§6.2. Линейные дискретные системы.....	163
Глава 7. Проблема Айзермана. Метод Попова	174
Глава 8. Линейно—квадратичная задача оптимального управления	187

Глава 9. Качественная теория прогнозирования

и управления	193
§9.1. Поучительный пример. Почему погоду нельзя предсказать более чем на две недели.	—
§9.2. Принцип Клаузевича.	196
§9.3. Принцип Клаузевича в задачах с ограниченными ресурсами.	198
§9.4. Принцип "Master-slave"	199
§9.5. Принцип непрерывного успешного процесса.	201
§9.6. Принцип широких полномочий.	—
Заключение.	203
Указатель литературы.	204

ВВЕДЕНИЕ

Какую книгу выбрать в качестве учебного пособия по курсу "Теория управления"? В настоящее время имеется много прекрасных книг по теории и практике управления (см. библиографию): от абстрактных, аксиоматических описаний [131] до наставлений по корабельной автоматике для офицеров Военно-морского флота [29] и справочников по элементной базе систем автоматики [313-316].

Следует отметить также целый ряд учебников по теории управления для факультетов менеджмента [19,74, 92, 96, 139, 147, 335, 356]. Лектору остается лишь "самая малость": отобрать нужный материал и "втиснуть" его в ограниченный объем курса. Однако потом оказывается, что этот материал нужно существенно переработать, чтобы он был усвоен студентами. В результате такой работы и появилась эта книга. При этом автор руководствовался следующими общими принципами.

1. Любая содержательная теория возникает в результате успешного решения ряда конкретных задач. Поэтому очень важно продемонстрировать такие задачи, методы их решения и дальнейшие обобщения этих методов, которые и составляют основу теории. В теории управления такими задачами были: исследование регулятора Уатта; создание авторулевых, автопилотов и систем ориентации космических аппаратов; задачи управления электрическими машинами и электронными генераторами; проблемы управления численностью популяций. Этот перечень можно продолжить, добавляя много интересных и важных задач, которые решаются сегодня и ждут своего решения в будущем.

2. В любой содержательной прикладной теории имеется следующая последовательность действий.

Вывод математической модели с обсуждением принятой идеализации, разработка и применение математических методов (аналитических и численных; точных и приближенных; компьютерного моделирования), обсуждение и применение полученных результатов для реальной системы.

Такая последовательность должна постоянно демонстрироваться при обучении. Особенно по математическим специальностям, где основное содержание курсов традиционно строится по схеме "определение - теорема - доказательство".

3. Необходимо учитывать уровень подготовки студентов.

В связи с тем, что год от года выше он не становится, желательно пользоваться только наиболее важными и стандартными фактами из курсов алгебры, математического анализа, дифференциальных уравнений, механики и физики. Теорию оптимального синтеза, где необходимо знание функционального анализа и случайных процессов, желательно выделить в отдельный курс, читаемый на более старших курсах.

Современный студент может быстро освоить большой объем учебного материала в двух случаях: если он уверен, что ему это будет полезно в дальнейшем и если это ему просто интересно. В первом случае важно демонстрировать универсальность вводимых понятий и инструментов: свертки, преобразований Лапласа и Фурье, передаточных функций и частотных характеристик. Во втором - очень важен отбор материала из различных предметных областей теории управления.

Используя изложенные принципы, по инициативе В.А.Якубовича, я начал читать с 1999 года курс "Теория управления" для студентов второго курса (четвертого семестра) математико-механического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, обучающихся по специальности "Прикладная математика и информатика".

Различные варианты моего курса были опубликованы в учебных пособиях [175, 458].

Поскольку книга [175] стала библиографической редкостью, здесь представлен ее новый, переработанный и дополненный вариант.

Здесь дан расширенный список книг по различным направлениям теории управления, использование которых позволяет ввести в преподавание как классические так и новые понятия, идеи, методы и результаты.

Поэтому предлагаемая вниманию книга может быть полезной для разработки новых курсов по теории управления и смежным специальностям. Однако прежде всего она предназначена для студентов и аспирантов, впервые знакомящихся с очень увлекательной областью науки - теорией управления.

Содержательные советы рецензентов книги - А.Х. Гелига и А.В. Морозова - существенно улучшили содержание многих разделов книги.

Я благодарен Л.П. Виноградовой, Ю.К. Зотову и С.Н. Пакши-ну за подготовку рукописи к печати.

leonov@math.spbu.ru

Петербург
ноябрь 2005 г.