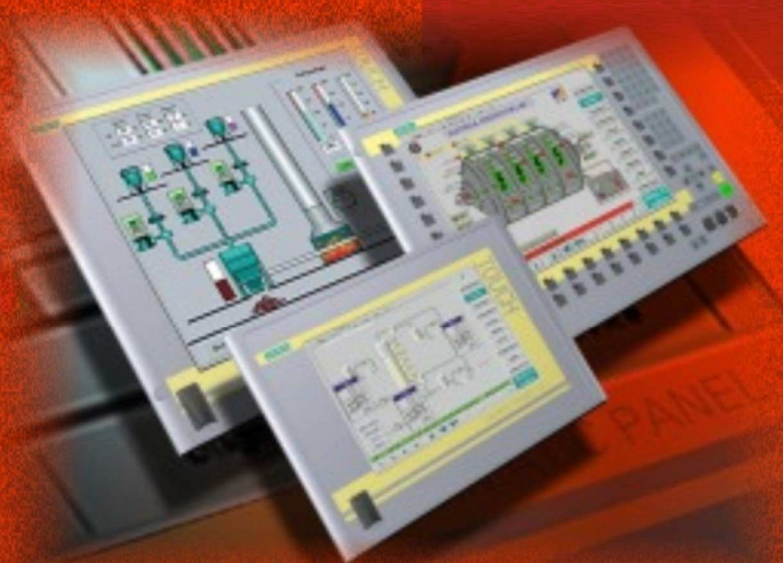


В.И. Пугачев

ТЕОРИЯ
АВТОМАТИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ



Пугачев В.И.

**ТЕОРИЯ
АВТОМАТИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ**

учебное пособие для подготовки бакалавров направления
220400 – Управление в технических системах

Краснодар
2013

УДК 681.5
ББК 32.965
П88

Рецензенты:

В.А. Атрощенко, д-р. техн. наук., профессор,
декан факультета Компьютерных технологий и автоматизированных
систем управления КубГТУ;

Ю.Ф. Марков, канд. техн. наук, заместитель директора по науке,
Кубанского филиала “ВНИЗ”, зав. лабораторией автоматизации

Пугачев, Василий Иванович.

П88 **Теория автоматического управления** : учебное пособие для
подготовки бакалавров направления 220400 – Управление в
технических системах / В.И. Пугачев; ФГБОУ ВПО «Кубан.
гос. технол. ун-т», каф. автоматизации производственных про-
цессов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – 224 с.

ISBN 978-5-91718-271-1

Рассмотрены основные понятия и определения, используемые в тео-
рии автоматического управления, вопросы, связанные с анализом и синте-
зом непрерывных линейных, цифровых, стохастических и нелинейных си-
стем.

Предназначено в качестве учебного пособия для подготовки бака-
лавров направления 220400 – Управление в технических системах при
изучении данной дисциплины, выполнении лабораторных, курсовых работ
и дипломных проектов.

Ил. 106. Табл. 4. Библиогр.: 7 назв.

ББК 32.965
УДК 681.5

ISBN 978-5-91718-271-1

© В.И. Пугачев, 2013

© ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2013

© ООО «Издательский Дом – Юг», 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Нормативные ссылки	4
1 Основные понятия теории автоматического управления	5
1.1 Краткая историческая справка развития теории автоматического управления.....	5
1.2 Основные элементы САУ.....	5
1.3 Классификация САУ.....	6
1.4 Замкнутые и разомкнутые САУ	9
2 Методика составления уравнений динамики объектов регулирования	11
2.1 Уравнение динамики одноемкостного объекта.....	11
2.2 Уравнение динамики двухъемкостного объекта	19
2.3 Уравнение динамики объекта с двумя регулируемыми величинами.....	21
3 Анализ САУ в пространстве состояний.....	24
3.1 Вектор состояния непрерывной САУ.....	24
3.2 Переходная матрица состояния.....	28
4 Основные характеристики простейших звеньев.....	30
4.1 Типовые входные сигналы.....	30
4.2 Типовые звенья САУ.....	33
4.3 Основные законы регулирования.....	43
5 Устойчивость систем управления	52
5.1 Общие положения об устойчивости	52
5.2 Алгебраический критерий устойчивости Гурвица.....	54
5.3 Частотный критерий устойчивости Михайлова.....	55
5.4 Критерий устойчивости Найквиста-Михайлова.....	57
5.5 Устойчивость САУ с запаздыванием.....	60
5.6 Логарифмический частотный критерий устойчивости.....	61
6 Анализ линейных САУ.....	63
6.1 Структурные преобразования САУ.....	63
6.2 Связь частотных характеристик и переходных функций.	67
6.3 Методика построения переходного процесса по обобщенной вещественной частотной характеристике.....	70
6.4 Ошибки и их составляющие в САУ.....	72
6.5 Ошибки САУ при типовых режимах работы.....	73
6.6 Метод коэффициентов ошибок.....	75
6.7 Структурная неустойчивость САУ.....	77
6.8 Граница устойчивости и область устойчивости в плоскости одного и двух параметров.....	78
7 Анализ качества САУ.....	82
7.1 Критерии апериодичности переходного процесса.....	82
7.2 Оценка качества САУ по расположению корней.....	84

7.3	Интегральные оценки качества САУ.....	87
7.4	Оценка качества САУ по частотным характеристикам.....	90
8	Улучшение качества САУ.....	93
8.1	Введение производной в закон регулирования.....	93
8.2	Введение интеграла в закон регулирования.....	95
8.3	Создание инвариантных САУ.....	96
8.4	Создание комбинированных САУ.....	98
8.5	Многомерные автоматические системы.....	100
9	Цифровые системы управления.....	104
9.1	Способ управления с помощью ЭВМ.....	104
9.2	Решетчатые функции и разностные уравнения.....	106
9.3	Условие устойчивости линейных цифровых систем, писанных разностными уравнениями.....	110
9.4	Дискретное преобразование Лапласа.....	112
9.5	Определение периода квантования при дискретном измерении без потери информации непрерывного сигнала.....	114
9.6	Основные свойства Z-преобразования	116
9.7	Дискретная передаточная функция .	118
9.8	Получение оригинала из уравнений в конечных разностях и с помощью Z-преобразования	120
9.9	Цифровые аналоги типовых законов управления	122
9.10	Анализ цифровых систем управления.....	125
9.11	Анализ устойчивости цифровых систем.....	129
9.12	Аналитический синтез алгоритма управления цифрового вычислительного устройства	135
9.13	Алгоритм цифрового управления по критерию быстродействия.....	140
9.14	Особенности реализации цифровых законов управления в системах с сервомотором постоянной скорости.....	143
10	Статистическая динамика.....	150
10.1	Основные задачи статистической динамики.....	150
10.2	Характеристики случайных процессов.....	151
10.3	Стационарные случайные процессы.....	154
10.4	Основные свойства корреляционной функции и спектральной плотности стационарных случайных процессов...	155
10.5	Прохождение случайных воздействий через линейную САУ.....	156
	...	

10.6	Анализ систем регулирования при стационарных случайных воздействиях.....	158
10.7	Синтез САУ при заданной структуре.....	162
10.8	Фильтр Винера – Колмогорова.....	166
11	Нелинейные системы.....	170
11.1	Основные типы нелинейностей.....	170
11.2	Построение переходных процессов в релейных системах	174
11.3	Устойчивость нелинейных систем.....	179
11.4	Устойчивость релейных систем.....	182
11.5	Условия устойчивости нелинейной системы в "малом" ...	186
11.6	Автоколебания в релейных автоматических системах.....	189
11.7	Вынужденные колебания в релейных системах.....	193
11.8	Линеаризация релейных систем.....	196
11.9	Метод гармонической линеаризации.....	200
12	Методы расчета параметров автоколебаний.....	204
12.1	Уравнение свободных колебаний в нелинейной системе...	204
12.2	Метод Гольдфарба.....	205
12.3	Аналитический метод.....	207
12.4	Использование определителя Гурвица.....	209
12.5	Использование кривой типа Михайлова.....	210
13	Метод фазовой плоскости.....	210
13.1	Фазовые траектории звена второго порядка.....	212
13.2	Методы построения и анализа фазовых траекторий.....	216
	Литература.....	220
	Оглавление.....	221