

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редактора перевода . . . . .	8
Предисловие . . . . .	9
<b>Глава 1. Введение . . . . .</b>	<b>12</b>
1.1. Общие сведения . . . . .	12
1.2. Преимущества дискретных систем . . . . .	15
1.3. Примеры импульсных и цифровых систем . . . . .	15
Список литературы . . . . .	19
<b>Глава 2. Преобразование и обработка сигналов. . . . .</b>	<b>20</b>
2.1. Введение . . . . .	20
2.2. Цифровые сигналы и кодирование . . . . .	21
2.3. Преобразование данных и квантование . . . . .	26
2.4. Устройства выборки и хранения . . . . .	29
2.5. Цифроаналоговое преобразование . . . . .	32
2.6. Аналого-цифровое преобразование. . . . .	36
2.7. Математическое описание процесса квантования . . . . .	42
2.8. Импульсная теорема. . . . .	58
2.9. Некоторые свойства $F^*(s)$ на $s$ -плоскости . . . . .	59
2.10. Восстановление сигналов по дискретным выборкам . . . . .	61
2.11. Фиксатор нулевого порядка . . . . .	63
Список литературы . . . . .	65
<b>Глава 3. Теория <math>z</math>-преобразования. . . . .</b>	<b>67</b>
3.1. Определение $z$ -преобразования . . . . .	67
3.2. Вычисление $z$ -преобразований . . . . .	69
3.3. Соответствие между $s$ -и $z$ -плоскостями . . . . .	72
3.4. Обратное $z$ -преобразование . . . . .	74
3.5. Теоремы $z$ -преобразования . . . . .	79
3.6. Ограничения метода $z$ -преобразования . . . . .	85
3.7. Импульсная передаточная функция . . . . .	86
3.8. Импульсная передаточная функция фиксатора нулевого порядка и связь между $G(s)$ и $G(z)$ . . . . .	89
3.9. Процессы между моментами квантования . . . . .	91
3.10. Применение метода графов к цифровым системам . . . . .	99
Список литературы . . . . .	111
<b>Глава 4. Метод пространства состояний . . . . .</b>	<b>113</b>
4.1. Введение . . . . .	113
4.2. Уравнения состояния и переходные уравнения состояния непрерывных систем . . . . .	114
4.3. Уравнения состояния цифровых систем с квантованием и фиксацией . . . . .	119
4.4. Уравнения состояния цифровых систем, содержащих только цифровые элементы . . . . .	120
4.5. Переходные уравнения состояния цифровых систем . . . . .	120
4.6. Переходные уравнения состояния цифровых стационарных систем . . . . .	124
4.7. Цифровое моделирование и аппроксимация . . . . .	125
4.8. Решение стационарного дискретного уравнения состояния с помощью $z$ -преобразования . . . . .	125
4.9. Связь уравнения состояния с передаточной функцией . . . . .	128
4.10. Характеристическое уравнение, собственные значения и собственные векторы . . . . .	131

4.11. Диагонализация матрицы А	138
4.12. Каноническая форма Жордана	140
4.13. Методы вычисления переходной матрицы состояния	142
4.14. Цифровые сопряженные системы	149
4.15. Связь между уравнениями состояния и разностными уравнениями высокого порядка	150
4.16. Преобразование к канонической форме фазовой переменной	152
4.17. Диаграмма состояния	159
4.18. Декомпозиция цифровых систем	164
4.19. Диаграммы состояния импульсных систем управления	169
4.20. Определение реакции импульсных систем между моментами квантования с помощью понятия состояния	173
Список литературы	174
<b>Глава 5. Цифровое моделирование и переоборудование систем управления на базе ЭВМ</b>	176
5.1. Введение	176
5.2. Цифровое моделирование. Цифровая модель с квантованием и фиксацией	176
5.3. Цифровое моделирование. Численное интегрирование	180
5.4. Цифровое моделирование с помощью z-форм	184
5.5. Переоборудование систем управления на базе ЭВМ	189
Список литературы	201
<b>Глава 6. Анализ во временной области</b>	203
6.1. Введение	203
6.2. Сравнение временных характеристик непрерывных и цифровых систем управления	204
6.3. Связь между временной характеристикой и положением корней на s- и z-плоскостях	209
6.4. Влияние расположения полюсов и нулей на z-плоскости на максимальное перерегулирование и время максимума переходной функции дискретных систем	210
6.5. Корневые годографы цифровых систем управления	217
6.6. Анализ установившейся ошибки цифровых систем управления	222
Список литературы	227
<b>Глава 7. Анализ в частотной области</b>	229
7.1. Введение	229
7.2. Годограф Найквиста	230
7.3. Логарифмические частотные характеристики	239
7.4. Запасы устойчивости по модулю и по фазе	240
7.5. Амплитудно-фазовая диаграмма и диаграмма Никольса	242
7.6. Определение полосы пропускания	243
7.7. Программы вычисления частотных характеристик на ЭВМ	246
Список литературы	249
<b>Глава 8. Управляемость и наблюдаемость</b>	250
8.1. Введение	250
8.2. Определение управляемости	251
8.3. Теоремы об управляемости для нестационарных систем	252
8.4. Теоремы об управляемости для стационарных систем	254
8.5. Определения наблюдаемости	257
8.6. Теоремы о наблюдаемости для нестационарных систем	257
8.7. Теоремы о наблюдаемости для стационарных систем	259
8.8. Дуальная связь между наблюдаемостью и управляемостью	261
8.9. Связь между управляемостью, наблюдаемостью и передаточными функциями	263
8.10. Зависимость управляемости и наблюдаемости от периода квантования	265
8.11. Иллюстративные примеры	266
8.12. Теоремы об инвариантности управляемости	270
Список литературы	273
<b>Глава 9. Синтез цифровых систем управления</b>	274
9.1. Введение	274
9.2. Последовательная коррекция с помощью аналоговых регуляторов	276
9.3. Коррекция с помощью аналоговых регуляторов в цепи обратной связи	286
9.4. Цифровой регулятор	289
9.5. Синтез цифровых систем управления с цифровыми регуляторами с помощью билинейного преобразования	302
9.6. Синтез с использованием корневых годографов на z-плоскости	306
9.7. Цифровой ПИД-регулятор	316
9.8. Синтез цифровых систем управления с аperiodическим переходным процессом	320
9.9. Синтез по заданному расположению полюсов с помощью обратной связи по состоянию (случай единственного управляющего сигнала)	330
9.10. Синтез по заданному расположению полюсов с помощью обратной связи по состоянию (случай нескольких управляющих сигналов)	338
9.11. Синтез по заданному расположению полюсов с помощью неполной обратной связи по состоянию или обратной связи по выходу	341
9.12. Синтез цифровых систем управления с обратной связью по состоянию и динамической обратной связью по выходу	347
9.13. Реализация обратной связи по состоянию с помощью динамических регуляторов	353
Список литературы	360
<b>Глава 10. Синтез с помощью принципа максимума</b>	361
10.1. Дискретное уравнение Эйлера—Лагранжа	361
10.2. Дискретный принцип максимума (минимума)	366
10.3. Оптимальное по быстродействию управление при ограниченной энергии	370
Список литературы	375
<b>Глава 11. Синтез оптимального линейного цифрового регулятора</b>	376
11.1. Введение	376
11.2. Синтез линейного цифрового регулятора (задача с конечным интервалом времени)	378
11.3. Синтез линейного цифрового регулятора (задача с бесконечным интервалом времени)	382
11.4. Принцип оптимальности и динамическое программирование	386
11.5. Решение дискретного уравнения Риккати	389
11.6. Чувствительность по отношению к периоду квантования	399
Список литературы	408
<b>Глава 12. Цифровой наблюдатель состояния</b>	409
12.1. Введение	409
12.2. Синтез наблюдателя состояния полного порядка	411
12.3. Синтез наблюдателя состояния пониженного порядка	420
Список литературы	426
<b>Глава 13. Микропроцессоры в системах управления</b>	427
13.1. Введение	427
13.2. Микропроцессор как управляющее устройство систем управления	428
13.3. Ограничения микропроцессорных систем управления	432
13.4. Влияние конечной длины слова на управляемость и расположение полюсов замкнутой системы	432
13.5. Запоздывание в микропроцессорных системах управления	435*
13.6. Эффекты квантования по уровню. Наименьший верхний предел ошибки квантования	438
Список литературы	446
Дополнительная литература	447