

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА»

М.С. ГАСПАРОВ, А.А. ИГОНИН, А.Н. КРЮЧКОВ

УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ:  
ОСНОВЫ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия*

САМАРА  
Издательство СГАУ  
2007

УДК 62-82:681.518.5

ББК 34.447-08

Г225



**Инновационная образовательная программа  
"Развитие центра компетенции и подготовка  
специалистов мирового уровня в области аэро-  
космических и геоинформационных технологий"**

Рецензент: д-р. техн. наук, проф. Быстров Н. Д.

**Г225 Гаспаров М.С.**

**Управление в технических системах: Основы цифровых систем управления:** учеб. пособие / М.С. Гаспаров, А.А. Игонин, А.Н. Крючков – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. – 80 с.

**ISBN 978-5-7883-0645-2**

Изложены теоретические основы построения цифровых систем управления: разностные уравнения, Z-преобразование, моделирование PID-регулятора. Рассмотрены вопросы устойчивости дискретных систем. Приведены примеры решенных задач для закрепления изученного материала, а также даны задачи для самостоятельного решения.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Гидравлические машины, гидроприводы и пневмогидроавтоматика».

УДК 62-82:681.518.5

ББК 34.447-08

**ISBN 978-5-7883-0645-2**

© Гаспаров М.С., Игонин А.А.,  
Крючков А.Н., 2007

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2007

## Содержание

Список сокращений.....	5
1. Общие сведения о дискретных системах автоматического управления.....	6
1.1. Основные определения и понятия.....	6
1.2. Преимущества дискретных систем .....	10
1.3. Примеры импульсных и цифровых систем .....	11
1.3.1. Автопилот.....	11
1.3.2. Цифровая система управления прокатным станом .....	13
1.3.3. Цифровой контроллер турбины и генератора .....	13
1.4. Общее представление о микропроцессорных системах .....	14
1.5. Примеры микропроцессорных систем .....	16
1.5.1. Персональный компьютер.....	16
1.5.2. Программируемый логический контроллер. ....	17
2. Преобразование сигналов .....	19
2.1. Необходимость аналого-цифрового и цифроаналогового преобразования в САУ с ЭВМ.....	19
2.2. Цифровые сигналы и кодирование.....	20
2.2.1. Представление числа в форме с фиксированной точкой.....	21
2.2.2. Представление чисел с фиксированной точкой, представление чисел со знаком. ....	21
2.2.3. Представление числа в форме с плавающей точкой.....	24
2.3. Преобразование данных и квантование .....	27
3. Разностные уравнения .....	31
3.1. Понятие разностного уравнения, конечная разность.....	31
3.2. Решение линейных разностных уравнений .....	32
3.2.1. Метод рекуррентных вычислений.....	33
3.2.2. Классический метод решения разностных уравнений.....	35
4. Теория Z-преобразования.....	44
4.1. Определение Z-преобразования .....	44
4.2. Теоремы Z-преобразования.....	46
4.2.1. Суммирование.....	46
4.2.2. Умножение на константу .....	46
4.2.3. Сдвиг на целое число тактов.....	47
4.2.4. Начальное значение .....	48
4.2.5. Конечное значение.....	49
4.3. Вычисление Z-преобразований.....	50
4.4. Соответствие между S- и Z-плоскостями .....	51
4.5. Ограничения метода Z-преобразования.....	54
5. Устойчивость дискретных систем.....	57
5.1. Устойчивость дискретных систем .....	58
6. Метод переменных состояния .....	63