

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
Инженерно-технологическая академия

**Л.К. Самойлов**

# **Ввод-вывод аналоговых сигналов в системах управления и контроля**

Таганрог

Издательство Южного федерального университета

2015

УДК 681.518

ББК 32.973

### **Рецензенты:**

Заведующий кафедрой информатики Таганрогского педагогического института имени А.П. Чехова (филиал) Ростовского государственного экономического университета, доктор технических наук, профессор Ромм Я.Е;

Заведующий кафедрой электрогидроакустической и медицинской техники института нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета, доктор технических наук, профессор Тарасов С.П.

**Самойлов Л. К.** Ввод – вывод аналоговых сигналов в системах управления и контроля. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2015. – 264 с.

ISBN 978 – 5 – 9275 – 1692 – 6

Книга содержит изложение основных особенностей процессов ввода – вывода сигналов в современных системах управления и контроля. Проведенные исследования базируются на том, что процессы ввода сигналов датчиков и вывода сигналов для исполнительных устройств характеризуются тремя параметрами: скоростью последовательного интерфейса ввода – вывода, погрешностью обработки сигналов и временем запаздывания сигналов. Скорость работы последовательного интерфейса зависит от программ ввода–вывода и частот временной дискретизации сигналов. Частоты дискретизации находятся в результате решения прямой задачи распределения погрешностей в каждом канале управления с использованием итерационных алгоритмов. Влияние времен запаздывания сигналов в каналах ввода – вывода учитывается в виде дополнительных погрешностей.

Для инженеров и научных работников, разрабатывающих и использующих системы управления и контроля. Может быть полезна студентам старших курсов технических вузов.

Табл.8. Ил.92/ Библиогр: 56 назв.

ISBN 978 – 5 – 9275 – 1692 – 6

© Л.К. Самойлов, 2015

## Содержание

Введение. . . . .	6
Глава 1. Цифровые системы управления и контроля. . . . .	10
1.1 .Структурные схемы систем управления и контроля. . . . .	10
1.2 .Аналоговый интерфейс блока ввода данных. . . . .	21
1.3 .Цифровой интерфейс ввода – вывода . . . . .	29
1.4 .Модули ввода данных. . . . .	38
1.5 . Аналоговый интерфейс блока вывода информации. . . . .	47
1.6 . Модули вывода данных. . . . .	51
Глава 2. Погрешности систем управления и контроля. . . . .	52
2.1. Структурный подход к оценке погрешностей системы управления и контроля. . . . .	52
2.2. Основные погрешности устройств и процессов систем управления и контроля. . . . .	56
2.3. Оценка погрешностей за счет задержек информации в блоках систем управления и контроля. . . . .	62
2.4. Прямая и обратная задачи распределения погрешностей при выборе частоты дискретизации в системах управления и контроля. . . . .	70
Глава 3. Оценка влияния алгоритмов ввода – вывода информации в системах управления и контроля на значение частоты дискретизации аналоговых сигналов. . . . .	79
3.1. Алгоритмы ввода – вывода сигналов датчиков и исполнительных устройств в системе управления и контроля. . . . .	79
3.2 . Оценка влияния процедуры приведения количества команд ввода – вывода в цикле к целым числам на суммарную частоту работы модулей сбора и вывода данных. . . . .	91
3.3. Оценка влияния процедуры размещения команд программы ввода – вывода внутри цикла на суммарную частоту временной дискретизации сигналов аналоговых интерфейсов. . . . .	94
3.4. Алгоритмы оптимизации программы размещения команд опроса. . . . .	98

Глава 4 Промежуточное восстановление информации в системах управления и контроля. . . . .	104
4.1. Постановка задачи промежуточного восстановления информации в системах управления и контроля и методы её решения. . . . .	104
4.2. Промежуточное восстановление цифровых сигналов при циклических программах ввода – вывода . . . . .	112
4.3. Промежуточное восстановление цифровых сигналов при программном опросе датчиков. . . . .	119
4.4. Выравнивание времен взятия отсчетов с помощью аналоговых запоминающих устройств. . . . .	122
4.5. Использование режима «быстрого опроса» для выравнивания времен взятия отсчетов. . . . .	129
Глава 5. Устройства аналогового интерфейса блока ввода данных. . . . .	134
5.1. Антиэйлайзинговые фильтры. . . . .	134
5.2. Цифровые антиэйлайзинговые фильтры. . . . .	145
5.3. Аналоговые мультиплексоры. . . . .	152
Глава 6 Устройства аналогового интерфейса блока вывода данных. . . . .	158
6.1. Общие вопросы восстановления информации в системах управления и контроля. . . . .	158
6.2. Динамические погрешности устройств восстановления дискретно - аналогового сигнала. . . . .	170
6.3. Устройство восстановления на основе экстраполятора нулевого порядка. . . . .	176
6.4 .Устройство восстановления на основе ЦАП + ФНЧ. . . . .	180
6.5 . Цифровые устройства восстановления. . . . .	183
6.6 . Цифровое восстановление информации с помощью интерполирующих ФНЧ. . . . .	188
6.7. Устройства восстановления аналогового сигнала на основе цифрового восстановления и экстраполяции нулевого порядка. . . . .	191
Глава 7. Анализ сигналов с протяженным спектром. . . . .	195
7.1. Граничная частота характеристики спектральной плотности	

сигнала датчика. . . . .	195
7.2. Максимальные производные для сигналов с протяженным спектром. . . . .	198
7.3. Нахождение частоты дискретизации аналоговых сигналов датчиков с точки зрения погрешности наложения спектров. . . . .	204
Глава 8. Алгоритмы определения частоты дискретизации аналоговых сигналов в системах управления и контроля. . . . .	211
8.1. Структурный подход к определению частоты дискретизации аналоговых сигналов в системах управления и контроля. . . . .	211
8.2. Алгоритмы определения частоты дискретизации аналоговых сигналов в системах управления без учета временных задержек. . . . .	217
8.3. Алгоритм определения требуемой частоты дискретизации сигналов с финитным спектром в системах управления и контроля без учета временных задержек. . . . .	224
8.4. Алгоритмы определения частоты дискретизации аналоговых сигналов в системах контроля. . . . .	227
8.5. Алгоритмы определения частоты дискретизации аналоговых сигналов в системах управления с учетом временных задержек. . . . .	236.
8.6. Оценка параметров предлагаемых алгоритмов определения частоты дискретизации. . . . .	253
Заключение . . . . .	254
Библиографический список . . . . .	258