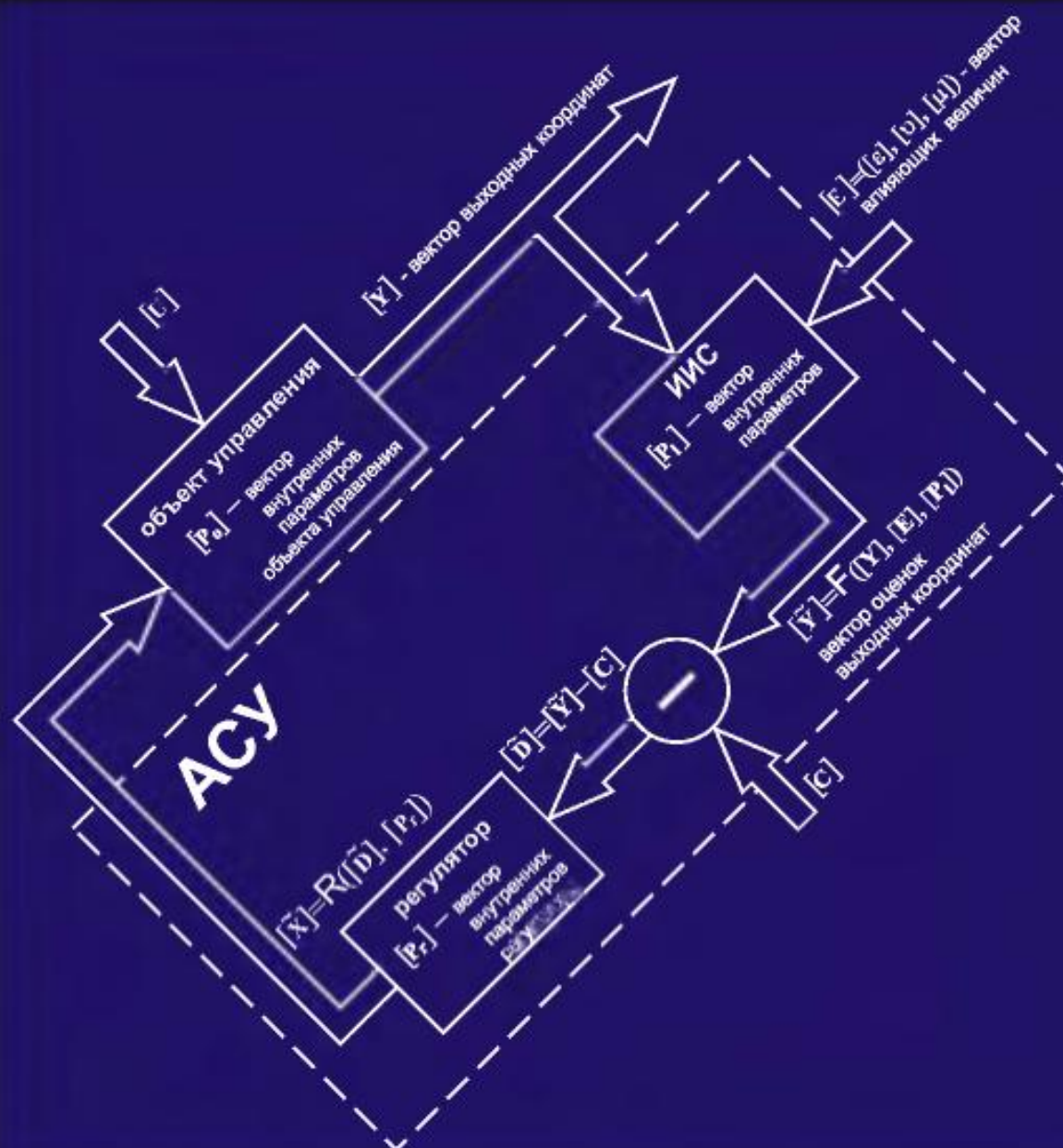


Б.Ф. Кузнецов

СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ АСУ ТП



Федеральное агентство по образованию РФ
Ангарская государственная техническая академия

Б.Ф. Кузнецов

СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
И МЕТОДЫ АНАЛИЗА
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМ АСУ ТП



Ангарск 2007

УДК 006.91:519.876.5

ISBN 5-89864-069-X

ББК 30.10

К 89

Кузнецов Б.Ф.

Стохастические модели и методы анализа информационно – измерительных систем АСУ ТП / Ангарск: Ангарская государственная техническая академия, 2007. – 180 с.: ил.

Монография посвящена общим теоретическим основам анализа погрешностей информационно-измерительных систем АСУ ТП. Рассмотрены особенности функционирования компонентов измерительных каналов с учетом реальных условий эксплуатации. Приводятся стохастические модели погрешностей измерений, построенных на основе теории стохастических процессов.

Книга предназначена для студентов, аспирантов, научных и инженерных работников, а также специалистов различных отраслей народного хозяйства, связанных с разработкой и эксплуатацией информационно-измерительных систем.

Kuznecov B. F.

Stochastic models and methods of the analysis information - measuring systems of automatic control system technological process / Angarsk: Angarsk state technical academy, 2007. - 180 p.

The monography is devoted to the common theoretical bases of the analysis of errors for information-measuring systems of automatic control system technological process. Features of functioning of components of measuring channels in view of real conditions of operation are considered. Stochastic models of errors of the measurements based the theory of stochastic processes are resulted.

The book is intended for students, post-graduate students, scientific and engineering workers, and also the experts of various branches of a national economy connected with development and operation of information-measuring systems.

Рецензенты:

доктор техн. наук, профессор Газбенко В.Е.

кандидат физ. мат. наук, профессор Гудков О.И.

кандидат техн. наук, доцент Хрусталев Ю.П.

© Кузнецов Б.Ф., 2007

© Ангарская государственная техническая академия, 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	6
Список сокращений.....	10
Список обозначений.....	11
ГЛАВА 1. Измерения. Информационно - измерительные системы.....	12
1.1 Погрешности измерений.....	12
1.2 Средства измерений.....	17
1.3 Особенности функционирования информационно – измерительных систем в составе АСУ ТП.....	20
ГЛАВА 2. Измеряемая и влияющая величины.....	25
2.1 Классификация сигналов.....	25
2.2 Описание случайных сигналов.....	29
2.2.1 Корреляционная функция.....	32
2.2.2 Функция спектральной плотности мощности.....	35
2.3 Модели измеряемых сигналов и влияющих величин.....	36
2.3.1 Модели измеряемых сигналов.....	37
2.3.2 Модели влияющих величин.....	41
2.4 Динамические характеристики случайной составляющей математической модели входных воздействий.....	45
ГЛАВА 3 Математические модели измерительных каналов.....	48
3.1 Основные положения.....	48
3.2 Измерительный канал как динамическая система.....	48
3.2.1 Динамические характеристики линейного измерительного преобразователя непрерывного действия.....	48
3.2.2 Динамические характеристики линейного измерительного преобразователя циклического действия.....	52
3.3 Измерительные каналы с нелинейными преобразователями.....	54
ГЛАВА 4 Динамические погрешности измерительных каналов.....	62
4.1 Вычисление динамической погрешности линейного ИП непрерывного действия.....	63
4.2 Динамическая погрешность измерительного канала с ИП циклического действия.....	68
4.3 Динамическая погрешность измерительных каналов.....	

с нелинейными измерительными преобразователями.....	70
4.3.1 Модель динамической погрешности нелинейного ИП при гармоническом входном сигнале	71
4.3.2 Модель нелинейного измерительного преобразователя при входном сигнале в виде случайного процесса для степенной функции нелинейности	74
4.3.3 Модели динамической погрешности для измерительных преобразователей с другими видами нелинейностей	84
ГЛАВА 5 Модель дополнительной погрешности	
измерительных каналов	90
5.1 Мультипликативная скалярная модель с независимыми сигналами	91
5.2 Мультипликативная скалярная модель с зависимыми сигналами	95
5.3 Векторная мультипликативная модель.....	103
5.4 Модели мультипликативной дополнительной погрешности при учете динамических свойств каналов.....	105
5.5 Модели аддитивной дополнительной погрешности при учете динамических свойств каналов.....	117
5.6 Векторная модель аддитивно-мультипликативной дополнительной погрешности	120
ГЛАВА 6 Параметрическая оптимизация измерительных преобразователей.	
Коррекция динамической погрешности.....	123
6.1 Случайная составляющая статической погрешности измерительного канала. Связь с параметрами ДХ измерительного преобразователя.....	124
6.2 Оптимизация параметров преобразователей	129
6.3 Вычисление допусков на аргументы функции суммарной погрешности	134
6.4 Коррекция динамической погрешности измерительных преобразователей	136
6.5 Анализ работы неравноточных измерительных каналов в динамическом режиме	140
ГЛАВА 7 Имитационное моделирование стохастических входных воздействий измерительных каналов.....	
7.1 Постановка задачи моделирования случайных процессов	148
7.2 Датчики случайных чисел	150
7.3 Метод формирования случайных чисел с заданным	

одномерным законом распределения.....	152
7.4 Метод формирования гауссовских случайных процессов с заданной функцией автокорреляции	153
7.5 Метод формирования систем гауссовских случайных процессов с заданным коэффициентом взаимной корреляции	153
7.6 Метод формирования систем гауссовских случайных процессов с заданными функциями автокорреляции и взаимной корреляции	157
7.7 Метод скользящего упорядочения для формирования случайного процесса с заданным ОЗРВ И АКФ.....	159
7.8 Метод максимального подобия для скалярных процессов.....	161
7.9 Метод максимального правдоподобия для системы случайных процессов.....	165
ГЛАВА 8 Имитационное моделирование измерительных каналов	167
8.1 Основные принципы моделирования погрешности измерительных каналов.....	167
8.2 Полиномиальная модель погрешности измерительного канала	168
8.3 Модели измерительного канала с ИП циклического действия.....	172
Литература	176
Приложение 1 Типовые функции АКФ и соответствующие им функции СПМ.....	181
Приложение 2 Динамическая погрешность для измерительного преобразователя с передаточной функцией вида $W(j\omega) = 1/(1 + j\omega\tau)$	183
Приложение 3 Динамическая погрешность для измерительного преобразователя с передаточной функцией вида $W(j\omega) = e^{j\omega\tau}$	184
Приложение 4 Динамическая погрешность сложных измерительных преобразователей	185
Приложение 5 Примеры элементарных функциональных преобразований базовых случайных величин	187
Приложение 6 Передаточные функции формирующих фильтров.....	189