

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

## Розенвассер Е. Н. Периодически нестационарные системы управления

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

МОСКВА

1973

В книге излагаются точные методы исследования и расчета некоторых классов нестационарных и нелинейных систем управления. Основное внимание уделяется линейным системам с периодическими нестационарностями, а также нелинейным системам, работающим в периодических режимах. При этом в класс нестационарных систем, помимо традиционных, включаются дискретные и дискретно-непрерывные системы — импульсные, цифровые, экстраполирующие и т. п. В основе излагаемых методов лежит операторное описание систем управления с помощью параметрических передаточных функций и аппарат теории обобщенных функций. Основные результаты в книге доводятся до окончательных формул и алгоритмов вычисления.

Книга предназначена для научных работников, аспирантов и инженеров, занятых исследованием и проектированием систем управления. Илл. 59. Библ. 113 назв.

Розенвассер Е. Н., **Периодически нестационарные системы управления**. Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», М., 1973, 512 стр.

### Содержание книги Периодически нестационарные системы управления

Предисловие

#### Глава I. Элементы теории обобщенных функций одного аргумента

- § 1. Общие сведения и простейшие операции с обобщенными функциями
- § 2. Дифференцирование обобщенных функций
- § 3. Умножение обобщенных функций
- § 4. Предельные свойства обобщенных функций. Обобщенные функции, зависящие от параметра
- § 5. Свертка обобщенных функций
- § 6. Преобразование Лапласа обобщенных функций
- § 7. Периодические обобщенные функции
- § 8. Уравнения в свертках

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

## **Глава II. Теория линейных периодических систем**

Вводные замечания

- § 1. Линейные стационарные операторы типа свертки
- § 2. Линейные стационарные системы
- § 3. Линейные стационарные операторы и системы при периодическом возбуждении. Импульсно-частотные характеристики
- § 4. Линейные периодические операторы и их свойства
- § 5. Линейные периодические системы
- § 6. Импульсно-частотные характеристики линейных периодических операторов и систем. Передаточные функции и ИЧХ сложных систем
- § 7. Передаточные функции и СИЧХ систем с обратной связью
- § 8. Переходные и установившиеся процессы в линейных периодических системах
- § 9. Устойчивость линейных периодических систем
- § 10. Многомерные линейные периодические системы

## **Глава III. Фильтрующие линейные периодические системы**

Вводные замечания

- § 1. О фильтрующих свойствах линейных периодических систем
- § 2. Некоторые сведения об уравнениях Фредгольма II рода
- § 3. Фильтрующие линейные периодические системы с обратной связью
- § 4. Практический способ вычисления передаточной функции замкнутой системы
- § 5. Устойчивость и резонансные явления в замкнутых фильтрующих системах

## **Глава IV. Линейные периодические импульсные и цифровые системы**

Вводные замечания

- § 1. Амплитудно-импульсный элемент как линейный периодический оператор
- § 2. Линейные экстраполирующие устройства как периодические операторы
- § 3. Разомкнутые линейные импульсные системы
- § 4. Передаточные функции замкнутых одноконтурных импульсных систем
- § 5. Передаточные функции многоконтурных импульсных систем
- § 6. Переходные процессы в периодических импульсных системах
- § 7. Устойчивость периодических импульсных систем. Построение характеристического уравнения

## **Глава V. Линейные системы с периодической коммутацией параметров**

Вводные замечания

- § 1. Интегральные уравнения одноконтурных систем с периодической коммутацией параметров
- § 2. Переходные процессы одноконтурных линейных систем с коммутацией параметров
- § 3. Определение вынужденных колебаний в одноконтурных системах с дробно-рациональными передаточными функциями стационарных элементов
- § 4. Определение передаточной функции и СИЧХ одноконтурной системы
- § 5. Многомерные линейные системы с периодической коммутацией параметров
- § 6. Устойчивость линейных систем с периодической коммутацией параметров
- § 7. Амплитудно-импульсные системы с модуляцией I и II рода

## **Глава VI. Периодические колебания релейных и импульсных систем**

Вводные замечания

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

- § 1. Релейные и нелинейные импульсные системы
- § 2. Периодические колебания релейных и импульсных систем
- § 3. Устойчивость периодических колебаний релейных и импульсных систем
- § 4. Периодические колебания одноконтурной релейной системы с нерезонансной линейной частью
- § 5. Периодические колебания в одноконтурной релейной системе с резонансной линейной частью
- § 6. Автоколебания в релейной системе с изменяющимся запаздыванием
- § 7. Автоколебания в системе с логическим устройством
- § 8. Автоколебания релейных экстремальных систем
- § 9. Автоколебания в системе с частотно-импульсной модуляцией
- § 10. Периодические режимы в нелинейных амплитудно-импульсных системах
- § 11. Периодические колебания в системах с широтно-импульсными элементами

## **Глава VII. Периодические колебания кусочно-линейных систем**

Вводные замечания

- § 1. Кусочно-линейные операторы и системы
- § 2. Определение периодических колебаний кусочно-линейных систем
- § 3. Устойчивость периодических колебаний кусочно-линейных систем. Уравнения в вариациях
- § 4. Периодические колебания в нелинейной системе с ключом
- § 5. Автоколебания в системе с переменной структурой при неидеальности переключающего устройства
- § 6. Симметричные автоколебания в системе с однозначной типовой нелинейностью
- § 7. Исследование автоколебаний в системе с люфтом

Библиографические указания

Литература

Предметный указатель

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Современный этап развития теории автоматического управления характеризуется стремлением к анализу и тщательному пересмотру огромного материала, накопленного этой наукой за десятилетия ее существования. Непрерывно происходящий процесс пересмотра старого сопровождается созданием новых, более общих и содержательных точек зрения и методов исследования. На этом пути многими учеными в настоящее время ведется большая работа. При этом можно, хотя и несколько условно, выделить три основных тесно связанных между собой направления исследований:

1. Анализ и обобщение основных фундаментальных понятий теории управления, например таких, как «система», «состояние», «оператор», «передаточная функция», «весовая функция» и т. п.
2. Разработка достаточно общих математических моделей современных сложных систем управления и установление их адекватности тем или иным классам физических систем. Сюда входят математические способы описания входных и выходных сигналов, а также способы описания законов преобразования сигналов, осуществляемых элементами систем автоматического управления.

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Разработка как точных, так и приближенных методов исследования различных классов математических моделей.

Предлагаемая вниманию читателя работа направлена на решение прикладных задач, однако изложение в ней ведется с достаточно общих позиций и затрагивает применительно к рассматриваемому классу систем все три перечисленных выше направления исследований.

Основное содержание книги можно разделить на две части.

В первой части, включающей главы II—V, излагаются теория и общие методы исследования динамики одного класса линейных нестационарных систем, названных в книге линейными периодическими системами. В этот класс включаются линейные системы с периодически меняющимися параметрами, многие импульсные и цифровые системы, системы с периодическим запаздыванием, системы с периодической коммутацией параметров и т. п. Формально линейная периодическая система отличается тем, что ее параметрическая передаточная функция  $W(p, t)$  периодична по аргументу  $t$ .

Во второй части, содержащей главы VI и VII, соответствующим образом видоизмененные методы первой части применяются для решения некоторых нелинейных задач. Здесь рассматриваются переходные процессы, а также установившиеся периодические режимы широкого класса релейных, импульсных, а также кусочно-линейных систем.

Вопросам, обсуждаемым в книге, посвящена большая литература. Поэтому необходимо указать на особенности излагаемого подхода по сравнению с подходами, применявшимися ранее в этой области. Здесь можно отметить следующее.

В книге последовательно используется аппарат обобщенных функций. Входные и выходные сигналы рассматриваются как обобщенные функции времени, элементы систем управления трактуются при этом как некоторые операторы в пространстве обобщенных функций. Такой подход является, по существу, традиционным для задач автоматического управления. В книге этот подход углубляется и ведется с учетом многих свойств обобщенных функций, еще мало используемых в работах по автоматическому управлению.

Это позволяет получить сравнительно простой и в то же время достаточно общий способ математического описания широкого класса линейных стационарных и нестационарных систем.

Изложение в книге систематически ведется с позиций «входа — выхода» на основе соответствующим образом уточненного понятия параметрической передаточной функции.

[Скачать книгу Розенвассер Е. Н. Периодически нестационарные системы управления.](#) Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», Москва, 1973.