

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

## **Хьюлсман Л. П., Аллен Ф. Е. Введение в теорию и расчет активных фильтров**

ББК 32.844 XI Г

УДК 621.372.54

Хьюлсман Л. П., Аллен Ф. Е.

**XI1 Введение в теорию и расчет активных фильтров:** Пер. с англ.—М.: Радио и связь, 1984.— 384 с, ил.

В пер.: 2 р. 20 к.

Рассмотрены проблемы фильтрации и проведено сравнение активных и пассивных НЧ-фильтров. Освещены вопросы классификации фильтров, нормирования частоты и полного сопротивления, аппроксимации, чувствительности (в частности, многопараметрической). Описаны методы реализации активных НЧ-цепей и методы замены пассивных НЧ-цепей их активными аналогами. Приведены таблицы элементов пассивных НЧ прототипов.

Для инженерно-технических работников. Будет полезна студентам вузов.

2402020000-029 ББК 32.844

X 37-83

046(01 )-84 6Ф2.13

Редакция переводной литературы

LAWRENCE P. HUELSMAN, PHILLIP E. ALLEN

INTRODUCTION TO THE THEORY AND DESIGN OF ACTIVE FILTERS

(g) 1980 by McGraw-Hill

Перевод на русский язык, предисловие редактора перевода,

примечания редактора и переводчика.

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

Издательство «Радио и связь», 1984.

## Содержание книги Введение в теорию и расчет активных фильтров

Предисловие редактора перевода  
Предисловие

### 1. Введение

Функции цепи  
Свойства функций цепи  
Типы фильтров  
Нормирование частоты и полного сопротивления  
Пример использования фильтров  
Задачи

### 2. Аппроксимация

Аппроксимация амплитудно-частотной характеристики. Максимально плоская характеристика  
Аппроксимация амплитудно-частотной характеристики. Равноволновая характеристика  
Аппроксимация амплитудно-частотной характеристики  
Эллиптическая характеристика  
Преобразование комплексной частотной переменной  
Аппроксимация фазо-частотной характеристики  
Характеристики во временной области  
Выводы  
Задачи

### 3. Чувствительность

Относительная чувствительность  
Чувствительность функций цепи  
Чувствительность коэффициентов  
Ненормированная чувствительность корней  
Чувствительности  $Q$ ,  $ozp$  и нормированная чувствительность корней  
Многопараметрическая статистическая чувствительность  
Машинный расчет чувствительности с помощью метода присоединенных цепей  
Выводы  
Задачи

### 4. ЯС-фильтры на усилителях. Часть 1

ЯС-фильтры на усилителях  
Фильтры нижних частот на одном усилителе с конечным коэффициентом усиления  
Полосовые фильтры и фильтры верхних частот на одном усилителе с положительным коэффициентом усиления  
Фильтры, реализующие комплексно-сопряженные нули  
Фильтры высоких порядков  
Усилители с конечным коэффициентом усиления  
Чувствительность частотно-зависимых параметров цепи  
Выводы

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

Задачи

## **5. ЯС-фильтры на усилителях. Часть 2**

Фильтры на одном усилителе с бесконечным коэффициентом усиления

Фильтр с использованием нескольких усилителей

Универсальный активный фильтр

Интеграторы

Эффект увеличения добротности

Частотно-зависимая чувствительность

Реализации, не зависящие от произведения GB

Выводы

Задачи

## **6. Методы моделирования пассивных цепей**

Элементы активных цепей. Моделирование индуктивности

Частотно-зависимые отрицательные сопротивления

Методы структурно-перекрытой реализации

Основной резонаторный блок

Параллельно-каскадный метод

Чувствительность

Активные элементы цепи

Частотно-зависимая чувствительность

Выводы

Задачи

## **7. Заключение**

Фильтры в области высоких частот

Аналоговые фильтры с выборкой данных

Примеры реализации и использования активных фильтров

Задачи

## **Приложения**

А. Реализация пассивных фильтров нижних частот

Б. Свойства операционных усилителей

Список литературы

## **Предисловие редактора перевода**

В марте 1880 г. русский военный связист капитан Игнатъев впервые использовал проводную линию связи для одновременной передачи телефонного и телеграфного сигналов. Их разделение на приемном конце выполнялось с помощью конденсатора и катушки индуктивности. Это было первое применение фильтрации в технике электрической связи.

В современной радиоэлектронике электрические фильтры находят широчайшее применение в аппаратуре самого разнообразного назначения. Техника фильтрации непрерывно развивается. Основной движущей силой этого развития в настоящее время является микроминиатюризация. Как известно, микроэлектроника — это путь разрешения противоречия между непрерывно увеличивающейся сложностью радиоэлектронных систем

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

и неизбежным, при традиционных способах конструирования, ухудшением их качественных характеристик, особенно надежностных.

В части миниатюризации цифровых устройств уже достигнут огромный прогресс. Однако миниатюризация может дать ожидаемый от нее эффект лишь при комплексном подходе, охватывающем также аналоговые устройства, важную и неотъемлемую часть которых составляют устройства частотной селекции. В этом отношении проблема миниатюризации решается особенно трудно. Можно назвать по меньшей мере три причины этого. Во-первых, чувствительность характеристик любой электрической цепи ко всякого рода дестабилизирующим воздействиям в сильной мере зависит от ее частотной избирательности: чем более избирательна цепь, тем, при прочих равных условиях, она менее стабильна. Во-вторых, частотно-избирательные устройства из-за огромного разнообразия требований к их характеристикам (частотному диапазону, ширине полосы пропускания, требуемому затуханию в полосе задерживания и т. д.) почти не поддаются унификации. В-третьих, из-за чрезвычайно широкого диапазона частот, используемого современной радиоэлектроникой, для создания резонансных систем необходимо использовать самые различные принципы и физические явления.

В настоящее время, помимо традиционных LC-фильтров с обтечными элементами, известны такие типы фильтров, как электро-механические, магнестрикционные, спиральные (объемные и в планарном исполнении), цифровые, кварцевые (с сосредоточенными элементами и монокристаллы), пьезокерамические, акустоэлектронные, с зарядовой связью, оптоэлектронные, электротепловые, СВЧ фильтры с сосредоточенными и квазисосредоточенными моментами, волноводные, коаксиальные, полосковые (гребенчатые, встречно-стержневые, шпилечные) и т. д.

Активные jRC-фильтры, которым посвящена очередная книга Л. П. Хьюлсмана (на этот раз в соавторстве с Ф. Е. Алленом), издаваемая в русском переводе, — средство решения проблемы миниатюризации в низкочастотном диапазоне до нескольких десятков, в будущем, возможно, сотен килогерц. Содержание предлагаемой читателю книги существенно отличается от предыдущих книг того же автора, издававшихся в СССР. Прежде всего, введена глава, посвященная вопросам аппроксимации; до последнего времени в западных публикациях по активным фильтрам, в отличие от работ отечественных авторов, вопросы аппроксимации игнорировались. Материал гл. 2, посвященный аппроксимации, представлен в доступной форме и охватывает основные вопросы аппроксимации не только АЧХ, но и ФЧХ; имеется также небольшой раздел, касающийся характеристик во временной области.

В существенно обновленном виде дан материал по чувствительности. Как и в отечественной работе<sup>1</sup>, введена и рассмотрена чувствительность коэффициентов аппроксимационного выражения. Рассматриваются чувствительности добротности и резонансной частоты, а также многопараметрическая чувствительность.

Из схемных реализаций гораздо большее внимание, чем ранее, уделено решениям, обеспечивающим лучшую стабильность частотных характеристик. Практически полностью исключены реализации на конверторах отрицательного сопротивления, которым многие авторы, и в их числе Л. П. Хьюлсман, уделяли в свое время достаточно большое внимание. В то же время две главы отведены реализациям активных цепей на усилителях и одна глава, помещенная почти в конце книги, что, видимо, должно подчеркнуть перспективность изложенного в ней материала, — методам моделирования пассивных цепей, обеспечивающих наилучшие по стабильности характеристики. Наконец, в

# ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

заключительной главе дан материал по сравнительно высокочастотным активным  $\sqrt{\omega}$ -фильтрам и фильтрам с коммутируемыми емкостями, которые авторы считают наиболее подходящими для реализации в виде интегральных схем.

В целом книга представляет собой интересный опыт систематизированного изложения теории активных  $RC$ -цепей на уровне, достигнутом к 1980 г., и есть основания надеяться на то, что она найдет положительный отклик у советских читателей. Все замечания по переводу следует направлять по адресу: изд-во «Радио и связь», 101000, Москва, Почтамт, а/я 693.

[Скачать книгу Хьюлсман Л. П., Аллен Ф. Е. Введение в теорию и расчет активных фильтров.](#)  
Москва, Издательство Радио и связь, 1984