

УДК 621.372.54  
ББК 32.844-04  
М30

Р е ц е н з е н т ы : доктор техн. наук, профессор *Ю. Ф. Опадчий*; канд. техн. наук, доцент *Ю. А. Беляева*

**Марченко А. Л.**

**М30** Частотные фильтры: пассивные, активные и цифровые. Учебно-методическое пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2022. – 166 с.: ил.

**ISBN 978-5-9912-0622-8.**

Изложены теоретические основы частотного метода анализа линейных электрических цепей и устройств, даны примеры расчета параметров элементов звеньев фильтров и построения графиков их временных и частотных (в том числе, логарифмических) функций, приведено описание процессов моделирования фильтров. Представлены варианты заданий лабораторно-практических занятий с методическими указаниями, кратким теоретическим материалом и примерами расчетов и построений частотных характеристик пассивных, активных и цифровых фильтров с использованием авторских программных сред LgH, ARCF и DFLD. Книга сопровождается электронным приложением «Частотные фильтры» доступным для скачивания на сайте издательства.

Для студентов вузов, изучающих дисциплины «Электротехника и электроника», «Основы теории цепей», «Цифровая обработка сигналов» и другие электротехнические дисциплины, которые включены в профессиональный или в вариативный цикл дисциплин естественно-научных направлений подготовки бакалавров и дипломированных специалистов, а также для преподавателей, занимающихся разработкой и использованием средств информационных технологий в образовании.

**ББК 32.844-04**

Учебное издание

Марченко Алексей Лукич

Частотные фильтры: пассивные, активные и цифровые  
Учебно-методическое пособие для вузов

Тиражирование книги начато в 2017 г.

*Все права защищены.*

*Любая часть этого издания не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения правообладателя*

© ООО «Научно-техническое издательство «Горячая линия – Телеком»

[www.techbook.ru](http://www.techbook.ru)

© А. Л. Марченко

# Оглавление

<b>Предисловие</b> .....	3
<b>Введение</b> .....	5
В.1. Частотный метод анализа электрических цепей и устройств .....	5
В.1.1. Назначение и области применения частотных фильтров .....	5
В.1.2. Классификация фильтров .....	8
В.1.3. Параметры фильтров .....	9
В.1.4. Требования к частотным фильтрам .....	10
В.2. Частотные фильтры Баттерворта и Чебышева .....	14
В.2.1. Понятия «анализ» и «синтез» ЧФ .....	14
В.2.2. Фильтры Баттерворта .....	15
В.2.3. Фильтры Чебышева .....	17
<b>Лабораторно-практическое занятие 1.</b>	
<b>Расчет и построение частотных характеристик <i>RLC</i>-фильтров</b> .....	18
1.1. Цель занятия .....	18
1.2. Основные теоретические положения .....	18
1.2.1. Передаточная функция цепи .....	18
1.2.2. Частотные характеристики и параметры цепей и устройств .....	22
1.3. Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ четырехполюсников ( <i>RLC</i> -фильтров) .....	26
1.3.1. Последовательность построения графиков функций $L(\omega)$ и $\Psi(\omega)$ .....	26
1.3.2. Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ <i>RLC</i> -фильтра при вещественных корнях функции $H_u(p)$ .....	28
1.3.3. Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ <i>RLC</i> -фильтра при комплексно-сопряженных корнях функции $H_u(p)$ .....	33
1.4. Описание учебно-программной среды LgH .....	36
1.4.1. Структурная схема среды LgH .....	36
1.4.2. Моделирование <i>RLC</i> -фильтров с использованием среды LgH .....	38
1.5. Варианты задания и методические указания к их выполнению .....	43

**Лабораторно-практическое занятие 2.**

<b>Расчет, моделирование и построение частотных характеристик активных АРС-фильтров .....</b>	<b>47</b>
2.1. Цель занятия .....	47
2.2. Основные теоретические положения .....	47
2.2.1. Способы реализации АРС-фильтров .....	47
2.2.2. Коэффициенты передачи звеньев АРС-фильтров ...	49
2.2.3. Аппроксимация характеристик АРС-фильтров .....	51
2.2.4. Нормирование передаточной функции АРС-фильтра	53
2.2.5. Порядок расчета активного ФНЧ .....	56
2.2.6. Алгоритмы расчёта АЧХ и ФЧХ АРС-фильтров на ВУ.....	60
2.2.7. Алгоритмы расчета временных характеристик АРС-фильтров .....	60
2.3. Описание программной среды ARCF .....	62
2.3.1. Структурная схема среды ARCF .....	62
2.3.2. Моделирование АРС-фильтров .....	63

**Лабораторно-практическое занятие 3.**

<b>Расчет, моделирование на ВУ и испытание цифровых фильтров .....</b>	<b>85</b>
3.1. Цель занятия .....	85
3.2. Основные теоретические положения .....	85
3.2.1. Алгоритмы и структурные схемы ЦФ .....	87
3.2.2. Частотные характеристики ЦФ .....	95
3.3. Расчёт цифровых фильтров с требуемыми АЧХ .....	97
3.3.1. Этапы проектирования цифровых фильтров.....	97
3.3.2. Проектирование нерекурсивного фильтра .....	99
3.3.3. Проектирование рекурсивного фильтра .....	103
3.4. Описание учебно-программной среды DFLD .....	112
3.4.1. Главное меню среды DFLD .....	112
3.4.2. Проектирование нерекурсивных фильтров .....	116
3.4.3. Проектирование рекурсивных фильтров.....	127
3.5. Задания на проектирование ЦФ нижних частот.....	138
3.5.1. Задание на проектирование нерекурсивного фильтра	138
3.5.2. Задание на проектирование рекурсивного фильтра ..	140
3.6. Содержание отчёта .....	140
3.7. Контрольные вопросы .....	141
<b>Литература .....</b>	<b>142</b>
<b>Приложение (листинги программ).....</b>	<b>143</b>