

УДК 621.375.2

ББК 32.846

A28

**Адаменко, Михаил Васильевич.**

A28 Ламповые УНЧ. Секреты схемотехники / М. В. Адаменко. — 2-е изд., эл. — 1 файл pdf : 393 с. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". — Текст : электронный.

ISBN 978-5-89818-400-1

В предлагаемой книге рассматриваются особенности конструкции ламповых усилителей низкой частоты.

В первой главе дан краткий обзор истории изобретения и развития электровакуумных приборов, а также приводится краткая информация о принципах действия и особенностях функционирования электронных ламп, конструктивные особенности, отечественная и европейская системы обозначений. Во второй главе изложены основополагающие сведения об особенностях функционирования усилительного каскада на электронной лампе. Рассмотрению основных схемотехнических решений, применяемых при создании любительской и промышленной низкочастотной усилительной аппаратуры, посвящена третья глава. В четвертой главе рассматриваются практические конструкции ламповых усилителей низкой частоты, выполненных на отечественных и зарубежных приемно-усилительных лампах.

При выборе схем ламповых усилителей НЧ, рекомендуемых для повторения, автор особое внимание обращал на соблюдение своеобразной преемственности, т. е. принципа «от простого — к сложному». Приведенные в первых разделах четвертой главы принципиальные схемы простых ламповых УНЧ служат основой для более сложных конструкций, рассматриваемых далее. Таким образом, начинающие радиолюбители, собрав простейший ламповый усилитель, смогут с помощью рекомендованных усовершенствований и дополнений создать высококачественные многоламповые УНЧ.

Книга предназначена для радиолюбителей, интересующихся вопросами конструирования высококачественных ламповых усилителей низкой частоты.

УДК 621.375.2

ББК 32.846

**Электронное издание на основе печатного издания:** Ламповые УНЧ. Секреты схемотехники / М. В. Адаменко. — Москва : ДМК Пресс, 2014. — 392 с. — ISBN 978-5-97060-012-2. — Текст : непосредственный.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.

ISBN 978-5-89818-400-1

© Адаменко М. В., 2014

© Оформление, ДМК Пресс, 2014

# СОДЕРЖАНИЕ

Содержание .....	3
Список сокращений .....	7
От автора .....	8
Предисловие .....	9
<hr/>	
<b>Глава 1. Приемно-усилительные радиолампы .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1. Принцип действия электронной лампы .....</b>	<b>13</b>
Движение электронов в двухэлектродной и трехэлектродной лампах .....	13
Принцип действия усилительной радиолампы .....	19
Классификация, характеристики и параметры электронных ламп .....	23
Особенности конструкции радиоламп .....	25
<b>1.2. Основные типы приемно-усилительных ламп .....</b>	<b>33</b>
Диод .....	34
Триод .....	39
Тетрод .....	53
Лучевой тетрод .....	63
Пентод .....	70
Комбинированные лампы .....	80
<b>1.3. Системы обозначений ЭВП. Особенности замены     приемно-усилительных ламп .....</b>	<b>83</b>
Системы обозначений отечественных электронных ламп .....	83
Зарубежные системы обозначений ЭВП .....	91
Особенности замены приемно-усилительных ламп .....	99
<hr/>	
<b>Глава 2. Электронная лампа в усилителе низкой частоты .....</b>	<b>103</b>
<b>2.1. Усилительный каскад на электронной лампе .....</b>	<b>104</b>
Принцип действия усилительного каскада на электронной лампе .....	104
Основные способы формирования напряжения смещения .....	109
Основные режимы работы ламповых усилителей НЧ .....	113
Виды и способы включения нагрузки в ламповых усилительных каскадах .....	118

<b>2.2. Искажения в ламповом усилителе НЧ.....</b>	<b>126</b>
Нелинейные искажения.....	127
Частотные искажения.....	130
Фазовые искажения.....	131
<b>2.3. Шумы в ламповом усилительном каскаде.....</b>	<b>132</b>
Классификация и основные причины возникновения шумов в ламповом УНЧ.....	132
Электрические флуктуации в твердых телах.....	135
Внутренние шумы электронных ламп.....	139
Шумы и фон переменного тока промышленной частоты.....	141
Внешние воздействия. Взаимное влияние элементов.....	143
<b>2.4. Обратная связь в ламповых усилителях НЧ.....</b>	<b>144</b>
Виды обратной связи.....	144
Ослабление искажений с помощью отрицательной обратной связи.....	148
Самовозбуждение усилителей с обратной связью.....	151
<b>2.5. Особенности усилительных каскадов на тетроре и пентоде.....</b>	<b>152</b>
Усилительный каскад на пентоде.....	152
Каскад с распределенной нагрузкой.....	155
Ультралинейный каскад.....	159
Ультралинейный усилитель с катодной связью.....	161
<b>2.6. Катодный повторитель в ламповых усилителях НЧ... 163</b>	<b>163</b>
Основные свойства катодного повторителя.....	164
Режимы работы катодного повторителя.....	170
Катодный повторитель во входных каскадах.....	178
Катодный повторитель в выходных и предвыходных каскадах.....	180
<b>2.7. Каскодный усилитель в ламповых УНЧ.....</b>	<b>184</b>
Особенности каскодного усилителя.....	184
Выбор ламп для каскодного усилителя.....	188
Основные параметры каскодного усилителя.....	190
<b>Глава 3. Схемотехнические особенности ламповых усилителей низкой частоты.....</b>	<b>193</b>
<b>3.1. Общие принципы построения усилителей низкой частоты.....</b>	<b>194</b>
Назначение и основные параметры усилителей низкой частоты.....	194

Особенности классификации ламповых усилителей НЧ.....	198
<b>3.2. Предварительные усилители .....</b>	<b>201</b>
Особенности ламповых предварительных усилителей НЧ .....	202
Усилительный каскад с реостатной нагрузкой .....	204
Особенности усилительного каскада на пентоде .....	210
Катодные повторители в предварительном усилителе.....	212
Каскодные схемы в предварительном усилителе .....	216
<b>3.3. Усилители мощности.....</b>	<b>220</b>
Особенности ламповых выходных усилителей НЧ.....	221
Однотактные усилители мощности.....	222
Двухтактные усилители мощности с трансформаторным выходом.....	225
Двухтактные усилители мощности без выходного трансформатора.....	229
Параллельное включение ламп .....	235
Отрицательная обратная связь.....	239
<b>3.4. Фазоинверсные схемы в ламповых усилителях НЧ..</b>	<b>242</b>
Усилительный каскад с симметричным трансформаторным выходом.....	243
Усилительный каскад на сопротивлениях с симметричным выходом.....	245
Двухтактные самобалансирующиеся фазоинверсные каскады .....	248
Самобалансирующий каскодный фазоинверсный каскад.....	252
Фазоинверсные каскады с упрощенной схемой поворота фазы.....	253
<b>3.5. Особенности схемотехники блоков питания ламповых усилителей НЧ.....</b>	<b>256</b>
Источники питания цепей анода и экранных сеток.....	256
Источники питания цепей накала.....	260
Устранение фона переменного тока .....	265
<b>3.6. Регулировки в ламповых усилителях НЧ .....</b>	<b>273</b>
Регуляторы коэффициента усиления .....	274
Регуляторы тембра.....	286

---

## Глава 4. Практические конструкции ламповых усилителей низкой частоты..... 307

<b>4.1. Простые ламповые усилители НЧ для начинающих ..</b>	<b>308</b>
Одноламповые усилители низкой частоты.....	308

Усилители НЧ на двух лампах.....	325
<b>4.2. Многокаскадные и многоламповые усилители НЧ ....</b>	<b>332</b>
Простые двухтактные усилители низкой частоты .....	332
Многоламповые усилители НЧ на импортных лампах .....	344
<b>4.3. Ламповые усилители низкой частоты из узлов</b>	
<b>и блоков промышленной радиоаппаратуры.....</b>	<b>356</b>
Ламповые УНЧ отечественной радиоаппаратуры III и IV	
классов.....	357
Ламповые УНЧ отечественной радиоаппаратуры II класса.....	364
Ламповые УНЧ отечественной радиоаппаратуры высшего	
класса .....	368
Ламповые УНЧ зарубежной радиоаппаратуры.....	380
<b>Заключение .....</b>	<b>391</b>