

# Усилитель для наушников «LUNCH BOX»

Измененная и дополненная статья «ЛАМПОВЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ВЫСОКООМНЫХ НАУШНИКОВ», «РАДИОХОББИ» №4/2006



## ВВЕДЕНИЕ

Усилители для наушников, как самостоятельный вид, являются сравнительно молодым классом аудиоустройств. До появления отдельных усилителей для наушников практически любой аудиоисточник имел выход на наушники, но всерьез они не рассматривались. В последнее время в большинстве CD и DVD плеерах их просто нет. Наушниковые выходы интегральных усилителей тоже не особо радуют, т.к. выполнены по упрощенной схеме (как правило просто установлен гасящий резистор). Выходы компьютерных звуковых карт, несмотря на их особую необходимость, вообще нельзя рассматривать как достойное решение. И это несмотря на то, что высококачественные наушники могут быть применены как первый шаг от дешевой компьютерной акустики к High-End системам, если по каким-либо причинам покупка или изготовление серьезной акустической системы проблематична. Аргументом в пользу наушников является то, что они могут обеспечить очень высокую верность воспроизведения, иногда недостижимые акустическими системами, стоимостью на два порядка выше чем комплект «усилитель-наушники», а также то, в некоторых случаях замены наушникам просто нет.

В настоящее время парк высококачественных наушников довольно широк. Несмотря на довольно высокую стоимость, они все-же гораздо дешевле, чем акустические системы с аналогичными качественными параметрами, и соответственно более доступны.

В таблице 1. приведены краткие технические характеристики на некоторые популярных высокоомные Hi-Fi и High-End наушники.

Таблица 1

Тип	Импеданс [Ω]	Частотный диапазон	Чувствительность
AKG K 141 Monitor	600	20-20000	98 dB
AKG K 240 DF	600	15-20000	88 dB
AKG K 240 Monitor	600	15-20000	88 dB
AKG K 301	120	20-25000	94 dB
AKG K 401	120	16-28000	94 dB
AKG K 501	120	16-30000	94 dB
Beyerdynamic DT100	400	30-20000	94 dB
Beyerdynamic DT150	250	10-30000	97 dB
Beyerdynamic DT770/770PRO	250	5-35000	96 dB
Beyerdynamic DT831	250	5-32000	113 dB
Beyerdynamic DT931	250	5-32000	96 dB
Beyerdynamic DT880	250	5-35000	96 dB
Beyerdynamic DT990/990PRO	250	5-35000	96 dB

JVC HA-DX3	190	4-30000	98 dB
Koss PRO4AA Titanium	250	10-25000	95 dB
Koss UR/29	100	18-20000	101 dB
Sennheiser HD280-13	300	8-25000	102 dB
Sennheiser HD580	300	12-38000	97 dB
Sennheiser HD600	300	12-39000	Н/д
Sennheiser HD650	300	10-39500	103 dB
MBQuart QP400	300	14-24100	95 dB

Высокоомные наушники избраны вследствие наибольшей совместимости с ламповой техникой.

## Основные особенности усилителей для наушников.

Перечислим основные особенности усилителей для наушников:

-Усилитель должен работать от линейного выхода CD/DVD плеера, звуковой карты компьютера, соответственно должен иметь небольшой коэффициент усиления. Современные источники сигнала имеют высокий уровень на линейном выходе (до 2 В).

-В усилителях не требуется добиваться низкого взаимопроникновение каналов, более того, увеличение этого параметра даже улучшает звуковую картину, до определенного предела, естественно.

-Для усилителей, из-за особенностей конструкции излучающих элементов наушников, не очень принципиален коэффициент демпфирования.

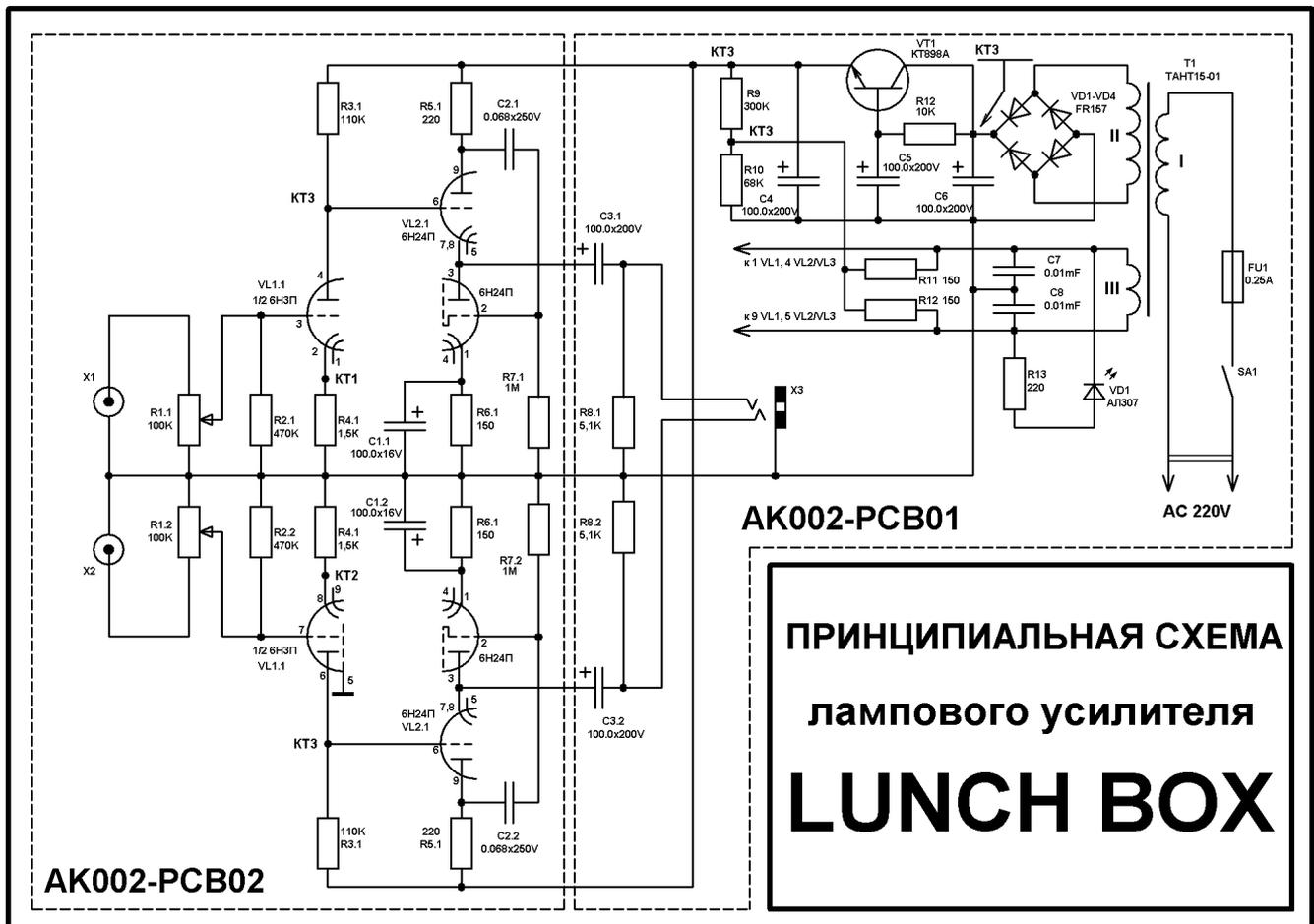
-Усилители, из-за высокой чувствительности подавляющего большинства наушников требуют **очень хорошей** фильтрации питания.

-Усилители, как правило, не нуждаются в присутствии в своем составе темброблоков.

-Усилители, в подавляющем большинстве, допускают применение в выходных каскадах маломощных прямоусилительных ламп.

## Схема усилителя «LUNCH BOX»

Усилитель выполнен на трех радиолампах (6НЗП и 2х6Н24П) по однокатной (SE), двухкаскадной схеме, с гальванической межкаскадной связью. Первый каскад (предварительный усилитель) выполнен на половинке двойного триода 6НЗП, второй каскад (выходной повторитель) – на лампе 6Н24П.



Радиолампа 6НЗП, несмотря на свое высокочастотное назначение, в предварительном каскаде ведет себя как очень неплохой линейный усилитель.

### Описание схемы усилителя.

Первый каскад - резистивный усилитель напряжения, выполненный на лампе 6НЗП.

Сетка лампы VL1 непосредственно соединена с движком переменного резистора R1, без переходного конденсатора. Для предотвращения неуправляемых токов в лампе VL1 в случае отрыва движка резистора R1, в сеточную цепь введен шунтирующий резистор R2. Анодной нагрузкой первого каскада является резистор R3. Катодный резистор R4 не шунтирован конденсатором, образуя местную ООС, что линейризует каскад и уменьшает коэффициент усиления.

Второй каскад – это каскадный катодный повторитель [1]. Выходное сопротивление такого катодного повторителя ниже выходного сопротивления обыкновенного катодного повторителя на величину  $\mu$  ( $\mu$ -коэффициент усиления лампы).

Верхняя половина лампы VL2 работает в режиме обыкновенного катодного повторителя, катодной нагрузкой которой является нижняя половина лампы VL2. Причем напряжение, противофазное входному сигналу, снимается с анодного резистора R3, и через конденсатор C2 подается на сетку нижнего триода VL2. Это напряжение управляет анодным током лампы, который совпадает по фазе с входным сигналом.

Таким образом образуется местная ПОС, позволяющая снизить выходное сопротивление и увеличить коэффициент передачи каскада.

В катодной цепи нижнего триода VL2 установлен резистор автосмещения R6, шунтированный конденсатором C2, что уменьшает суммарное выходное сопротивление каскада.

Сетка верхнего триода непосредственно соединена с анодом лампы VL1. На аноде VL1 должно быть примерно  $U_{пит}/2$ , тогда на выходе второго каскада будет  $U_{вых}=(U_{пит}/2)-U_{смещ}$

Низкое выходное сопротивление такого каскада сохраняется при работе в линейной области, а диапазон линейной работы определяется анодным резистором R5. При увеличении величины R5 уменьшается выходное сопротивление и диапазон линейной работы каскада по напряжению. При увеличении сопротивления R5 - соответственно наоборот. Таким образом, подбором этого резистора можно более тщательно подогнать динамический режим усилителя под конкретные наушники.

Нагрузка (наушники), подключены к усилителю через блокирующие электролитические конденсаторы C3. Сторона конденсатора со стороны нагрузки соединена с землей через выравнивающий резистор R8. Этот резистор необходим для предотвращения разряда конденсатора C3 через излучатели наушников. Он выполняет защитную функцию, имеет гораздо большее сопротивление, чем сопротивление нагрузки, и влияния на параметры усилителя практически не оказывает.

### Параметры и цоколевка радиоламп

Табл.2

	6НЗП	6Н24П
Напряжение/ток накала	6,3В/0,35А	6,3В/0,3А
Крутизна	5,9	12,5
Коэффициент усиления	36	33
Ток анода	8,5	15
Напряжение анода	150	90
Цоколевка		

### Электрические параметры усилителя:

Табл.3

Характеристика	Параметр	Примечание
Коэффициент усиления	~7	При нагрузке 300 ом
Амплитудно-частотная характеристика	10-55000 Hz	При неравномерности 1 dB и активной нагрузке 220 ом.
Входное сопротивление	100 ком	Зависит от примененного R1
Выходное сопротивление	40 ом	При выходном сигнале 1,5 вольт
Максимальный неискаженный сигнал	20v	Без нагрузки.
	5v	С активной нагрузкой 300 ом
	4v	С активной нагрузкой 220 ом
	3v	С активной нагрузкой 150 ом

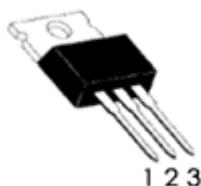
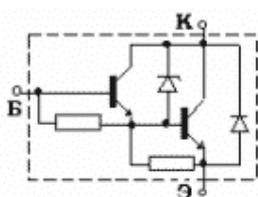
## Фильтр питания

Как указывалось выше, источник питания усилителей для наушников должен иметь высокий коэффициент фильтрации. Если коэффициент фильтрации будет мал, из-за высокой чувствительности наушников слушатель будет прекрасно слышать фон переменного тока, а также все процессы, которые происходят в электросети. Для примера можно сказать, что пульсации напряжения питания 10-20 мВ очень хорошо слышны в наушниках Beyerdynamic DT770.

Хотя в этом усилителе применен простейший активный транзисторный фильтр, удалось получить высокие характеристики фильтрации благодаря примененному высоковольтному транзистору КТД8252 с высоким коэффициентом усиления (табл.4)

### КТД8252

Табл. 4



1 - база  
2 - коллектор  
3 - эмиттер

Корпус ТО-218

Параметр		Величина
Напряжение коллектор-база предельное	$U_{кб0}$ (В)	350
Напряжение коллектор-эмиттер предельное	$U_{кэ0}$ (В)	350
Ток коллектора постоянный предельный	$I_k$ (А)	15А
Температура перехода	$T_j$ (С)	65/+150
Статический коэффициент передачи тока	$h_{21э}$	600-2000

В выпрямителе, для снижения помех, вызванных переходными процессами при переключении диодов, применен диодный мост на ультрабыстрых диодах. Применение этих диодов значительно уменьшает амплитуду помехи (игл). Для уменьшения фона в цепь накала введена искусственная средняя точка, на которую подается небольшое постоянное напряжение. Конденсаторы С7 и С8 предотвращают проникновение импульсной помехи по цепи накала.

## Конструкция

Усилитель «LUNCH BOX» собран на двух односторонних печатных платах РСВ01 и РСВ02 размером 58x130 мм (фото 1). Ламповые панельки впаиваются со стороны фольги.

Основу конструкции составляет усилительный модуль (фото 1), который состоит из двух печатных плат(фото 3), соединенных между собой скобами (фото 2)



Фото 1 Усилительный модуль

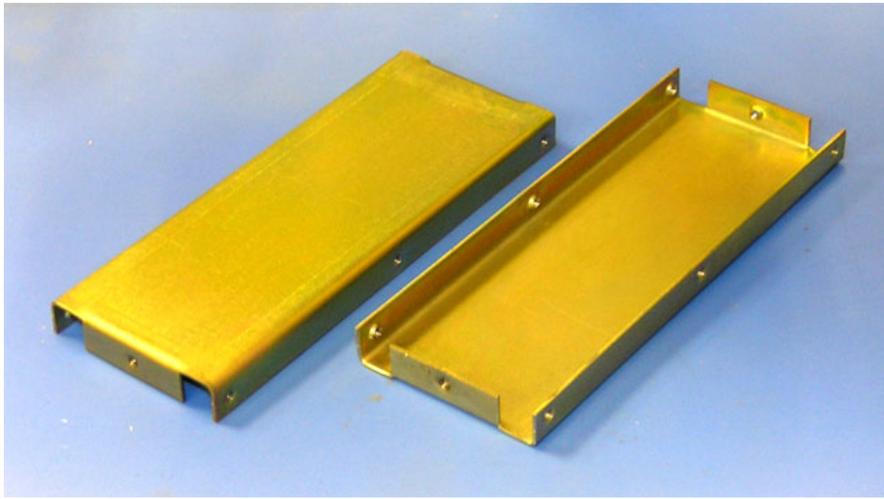


Фото 2 Скобы

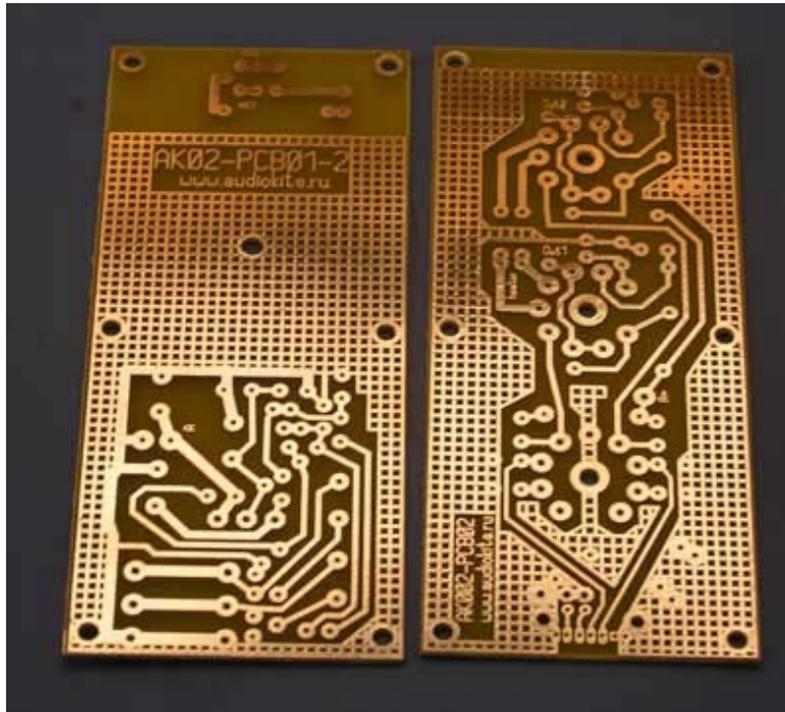


Фото 3 Печатные платы

Топология и расположение элементов на платах PCB01 и PCB02 показаны на рис.1 и рис.2

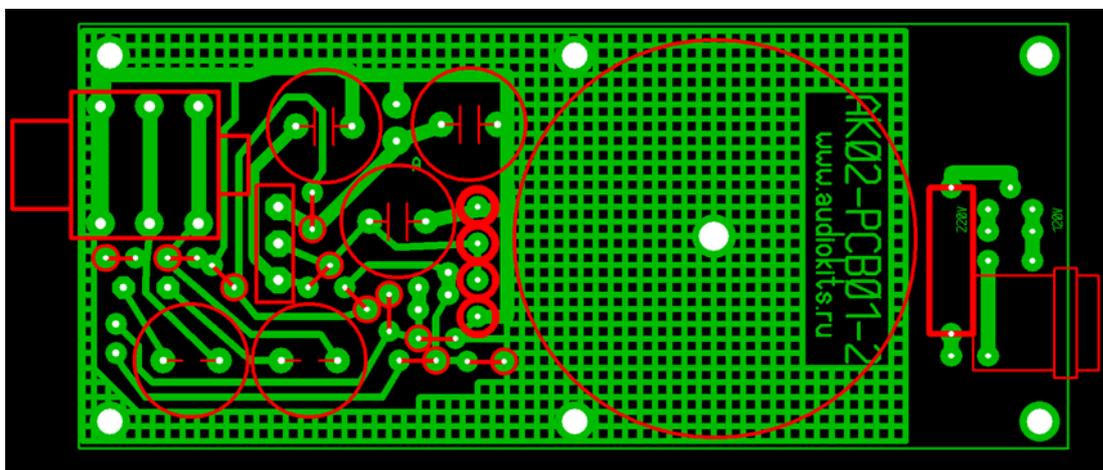


Рис.1 Нижняя печатная плата

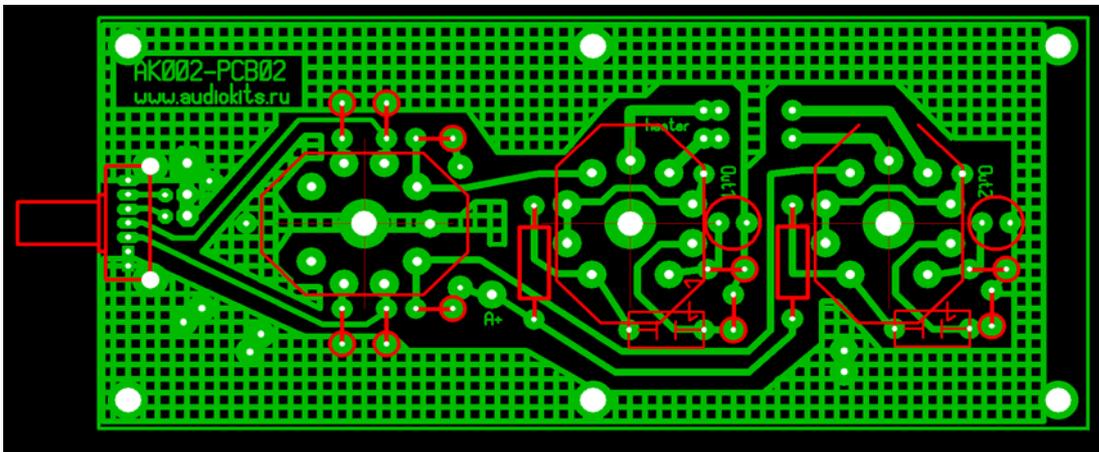


Рис.2 Верхняя печатная плата

платы электрически соединяются между собой гибкими монтажным проводами. Корпус усилителя состоит из четырех элементов: передней и задней панелей (фото 5), нижнего и верхнего полукорпуса (фото 6),



Фото 4 Передняя и задняя панели



Фото 5 Верхний и нижний полукорпус

## Настройка

После сборки необходимо проверить напряжение на сетке лампы VL2 и VL3 (ножки 6). Напряжение должно быть примерно половина величины источника питания. Далее, для предотвращения выхода из строя наушников необходимо проверить наличие постоянного потенциала на выходе, на разъеме наушников, напряжение должно отсутствовать. В других настройках, при исправных деталях и правильном монтаже эти усилители как правило не нуждаются.

**Примечание:** Некоторые экземпляры 6НЗП повышенный уровень фона, соответственно требуется отбор лампы по минимуму фона

**Предупреждение:**

1. После включения несколько минут в фильтре происходит переходной процесс, во время которого в наушниках слышен сильный фон переменного тока.
2. Транзисторы фильтра питания выходят из строя в случае короткого замыкания в цепи питания. Не разряжайте конденсаторы питания методом короткого замыкания.
3. Избегайте включения усилителя без лампы входного каскада.
4. Перед любыми изменениями в схеме убедитесь в отсутствии высокого напряжения на электролитических конденсаторах.

**Усилитель «LUNCH BOX» выпускается как в виде готового изделия, так и в виде полного конструктора под наименованием АК-02.**

г.Москва, 1-й пр-д Перова Поля, д.8  
тел. (495) 368-95-60  
8-916-674-8123  
[audiokits@mail.ru](mailto:audiokits@mail.ru)  
ICQ 271864472