

Устойчивость усилителя звуковой частоты к радиочастотным внешним помехам

О. Я. Шмелёв

E-mail: shmelyoff@newmail.ru, web: <http://shmelyoff.nm.ru>

Stability of the audio frequency amplifier to the external radio frequency
interference

О. Ya. Shmelyoff

Радио N9, 2005, с.23

Проблема обнаружилась при прослушивании радиопередач в УКВ диапазоне. Тюнер был самодельный на базе радиоконструктора «Фон-6» и ИК ДУ от телевизора «Горизонт». Усилитель низкой частоты – «Электроника 50У-017С» – доработанный, в нем установлен тороидальный сетевой трансформатор, дистанционное ИК управление громкостью в виде переменного резистора с моторчиком, винтовые выходные клеммы. Колонки «Электроника 75АС-065» подключены кабелями длиной 6 и 3 метра. Тюнер соединен с усилителем хорошим кабелем в настоящем плетеном экране.

На некоторых радиoproграммах заметил сильное искажение звука. Условия приема были неудовлетворительные: первый этаж, 15 км от Останкино, прямой видимости нет. Комнатная антенна – «усы». При переориентации антенны характер искажений изменялся, но устранить их совсем не представлялось возможности. Более того, при определенных положениях антенны искажения принимали характер микрофонного эффекта, особенно заметного на пиках модуляции радиопередачи. Очевидным стало паразитное взаимодействие радиочастотных и низкочастотных узлов аудио системы. Первое, что приходит в голову – сигнал гетеродина радиоприемника наводится на вход УНЧ. Но каким именно путем?

Пришлось поставить эксперимент. УКВ приемник отключил, а его антенну подключил к выходу генератора высокой частоты Г4-158. Включил в генераторе режим амплитудной модуляции сигналом 1 кГц. Частотной модуляции в этом приборе просто нет. При изменении частоты сигнала с генератора от 1 до 100 МГц обнаружилось, что в некоторых точках этого диапазона на выходе УНЧ возникает гудение с частотой модуляции, иногда

сопровожаемое сетевым фоном. Перемещая «передающую» антенну в пространстве удалось обнаружить наиболее «уязвимые» точки аудио системы. Ими оказались провода, соединяющие усилитель с акустическими системами! Причем самыми чувствительными местами являлись участки проводов непосредственно вблизи корпуса усилителя. Кроме того, следует отметить, что входные цепи усилителя к такого рода радиочастотным помехам оказались совершенно нечувствительными.

Напрашивается следующая модель проникновения радиопомех в усилитель. Наведенный на выход усилителя внешний высокочастотный сигнал детектируется на множестве нелинейных элементов, в основном на переходах транзисторов выходного каскада, затем по цепи отрицательной обратной связи имеющейся в этом блоке попадают на вход усилителя мощности и усиливается. Причем стандартной фильтрующей цепочки на выходе усилителя мощности (дроссель состоящий из десяти витков провода на резисторе 10 Ом и конденсатор 0,1 мкФ) совершенно недостаточно для подавления этих помех. Впрочем, данный фильтр и предназначен вовсе для другого.

Дальнейшее решение проблемы очевидно. Нужен фильтр. Самое простое решение выполнить его непосредственно из «колоночных» проводов. Взял шесть ферритовых колец марки 1000НН внешним диаметром порядка 20 мм, внутренним – 10 мм, толщиной (высотой) – 6 мм. Сложил кольца в стопку, скрепил обмоткой из лакоткани. В полученную ферритовую трубку продел двухпроводной кабель от колонки. Он довольно толстый (сечение $2 \times 1,5 \text{ мм}^2$). Получилось в самый раз. Такой же фильтр сделал для кабеля от второй колонки. После подключения колоночных кабелей к усилителю придвинул ферритовые трубки вплотную к его выходным клеммам. Помехи полностью исчезли. Почему 6 колец? Больше не было под рукой. Чем больше, тем лучше. Одно-два кольца практически не помогают. При самостоятельном изготовлении описанного фильтра можно использовать феррит марок 400НН – 1500НН. Главное - не жалейте колец!

Сейчас подобные фильтры продаются. Они состоят из двух ферритовых полутрубок, скрепляемых пластмассовой обоймой. Применяются они обычно в компьютерной технике. Все наверняка видели такой фильтр на сигнальном кабеле компьютерного монитора. Но эффективность таких

фильтров для УНЧ я не проверял. Какой там феррит я не знаю. Следует иметь в виду, что фильтр из сплошных колец, при прочих равных условиях, всегда будет эффективнее, чем изготовленный из полуколец (полутрубок).

Вывод: защищать от внешних помех следует не только малосигнальные входные цепи усилительной аппаратуры, но и мощные выходные цепи. Как показал опыт, выходные мощные каскады усилителя, иногда, более подвержены некоторым видам высокочастотных помех. Достоинство предлагаемого способа борьбы с внешними помехами заключается в отсутствии какой-либо переделки самих узлов электронной аппаратуры.

Подобный фильтр в виде ферритовой трубки подходящего диаметра, надетой на кабель, может оказаться не лишним и во всех остальных цепях высококачественного звуковоспроизводящего комплекса, включая и сетевой провод. Особенно в современных условиях разнообразных внешних помех. Разумеется, фильтр может иметь и несколько витков кабеля, намотанных на ферритовое кольцо подходящего размера. Размещать ферритовые фильтры следует непосредственно у корпусов аппаратуры, лучше с обоих концов соединительного кабеля.