

# АВТОМАТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ УРОВНЯ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ

Э. КУЗНЕЦОВ, канд. техн. наук, г. Москва

**В студийном оборудовании, аппаратуре вещания и озвучивания помещений часто применяют устройства авторегулирования уровня сигнала. Они используются во многих магнитофонах и видеоманитофонах для регулирования уровня записи, правда, далеко не всегда они действуют корректно. В публикуемой статье сотрудника МТУСИ Э. Б. Кузнецова рассказывается о некоторых особенностях работы и настройки авторегуляторов, их влиянии на качество звукопередачи. Автор предлагает также несколько простых устройств на современной элементной базе, которые позволяют поддерживать оптимальный уровень речевых и музыкальных сигналов.**

В последнее время в продаже появилось огромное количество импортной бытовой аудиоаппаратуры, и качество ее, как правило, соответствует цене. Например, применяемая в простых магнитолах автоматическая регулировка уровня записи (APУЗ) не позволяет получить высокое качество записи. Лучшее звучание обеспечивает более дорогое оборудование, часто цифровое или даже ламповое, но и оно не "любит" перегрузок и только наличие хорошего инерционного автоматического регулятора уровня сигнала — APУР\* — полностью реализует возможности носителей и тракта звукопередачи. Поэтому интерес к схемотехнике авторегуляторов не ослабевает, особенно после того, как стала доступной импортная элементная база, позволяющая разработчикам звуковой аппаратуры выйти на более высокий уровень качества.

К числу особенно часто применяемых APУР, которые при правильном применении могут значительно улучшить звучание записей и передач радио и ТВ, относятся ограничители уровня (лимитеры), компрессоры, экспандеры и пороговые шумоподавители (гейты). Вся эта классификация достаточно условна, и зачастую авторегуляторы с совершенно одинаковыми амплитудными характеристиками, но с разными временными параметрами или в разных режимах, выполняют совсем иные функции [1].

В основном же эффективность работы любого APУР в режиме сжатия определяется его временными характеристиками. Например, для работы в качестве речевого компрессора обычно выбирают время срабатывания 1...3 мс, а время восстановления около 0,3 с. Авторегулятор с такой же амплитудной характеристикой (рис. 1), но срабатывающий быстрее при времени восстановления 2...4 с, считается классическим ограничителем уровня и призван работать в сторожевом режиме, защищая от перегрузки последующие звенья при случайных выбросах сигнала.

В режиме ограничения эффективность сжатия диапазона уровней речевого сигнала ограничителем будет значительно ниже, но зато меньше и заметность его работы на слух. Если такой же APУР сделать еще более инерционным, т. е. с временем срабатывания 0,2...0,3 с и временем восстановления 8...12 с, то он практически не

нарушит динамику музыкальных сигналов. Не выполняя роли компрессора, APУР отлично поддерживает среднее значение уровней сигналов [2], выступая в роли автостабилизатора уровня (АСТ).

Не следует бояться применения автоматических регуляторов: если при записи точно выдерживать уровни сигналов, лимитер (OУР) просто не будет срабатывать. Но известно, что даже опытные звукорежиссеры иногда регулируют уровни с погрешностью до 4 дБ [3], а затем вынуждены медленно снижать уровень сигнала, чтобы изменение не было заметно на слух. В таких случаях авторегулятор, призванный помогать человеку, сработает значительно быстрее и незаметнее. Авторегуляторы срабатывают уже при длительности сигналов менее 1 мс. Профессиональные измерители уровня имеют время интеграции 5 мс [4], поэтому на коротких выбросах уровня сигнала длительностью 5 мс они занижают показания примерно на 20%. Измерители средних значений, не-

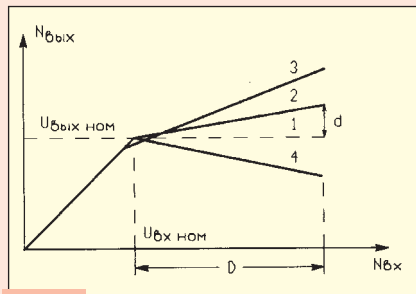


Рис. 1

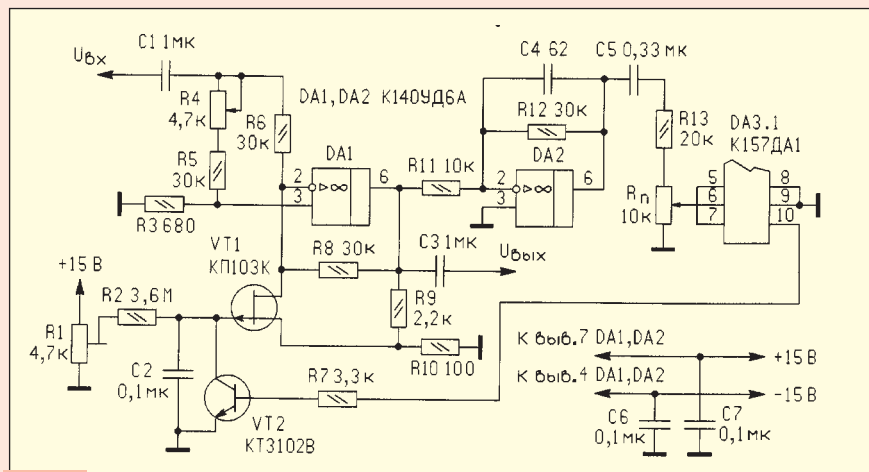


Рис. 2

редко используемые в бытовой аппаратуре, имеют время интеграции 200 мс, поэтому при записи ориентироваться на показания такого прибора очень трудно.

Во всех случаях основой APУР являются регулируемые элементы. Временные параметры регуляторов легко изменяются заменой резистора или конденсатора. Многие из применявшихся раньше регулируемых звеньев или устарели, или стали недоступными по разным причинам, но не всегда стоит отказываться от проверенных и хорошо зарекомендовавших себя схемотехнических решений. Например, если нужен достаточно простой, но хорошо работающий на слух речевой компрессор, полезно вспомнить о регулируемом звене с полевым транзистором, включенном в плечо неравновешенного резистивного моста, одна диагональ которого соединена с источником сигнала, а другая — с дифференциальным входом OУ [5].

Полная схема простого компрессора приведена на рис. 2. В качестве детектора применена микросхема K157ДА1 (DA3), представляющая собой двухканальный двухполупериодный выпрямитель, который можно с успехом применить и в измерителях уровня. Микросхема дополнительно усиливает сигнал в 3...10 раз; нужный же наклон участка ограничения амплитудной характеристики компрессора при обратной регулировке [6] получают, изменяя коэффициент усиления дополнительного OУ в канале управления (DA2 на рис. 2).

Нормированным значением входного и выходного уровней регулятора выбрано 250 мВ. При меньшей его величине увеличивается уровень шумов, вносимых APУР, а при большей — уменьшается диапазон ограничения. Вторую разновидность настройки регулируемого звена можно предложить в другом варианте APУР (рис. 3); нужно заметить — каждый из них имеет свои достоинства.

В любом случае сначала, чтобы сигнал в канале управления не влиял на настройку, вход 2 (или 6) микросхемы DA3 надо соединить с общим проводом (с помощью переменного резистора  $R_n$  (движок в нижнем по схеме положении)).

Затем движок подстроечного резистора R1 переводят в нижнее по схеме положение и полностью открывают полевой транзистор, при этом коэффициент передачи регулируемого звена может достигать минимального значения.

На вход компрессора подают с генератора синусоидальный сигнал напряжени-

\* В звукотехнической аппаратуре APУР имеет более широкое применение, чем системы APУЗ, предназначенные для использования в магнитофонах.