



СИНТЕЗАТОР ПАНОРАМНО-ОБЪЕМНОГО ЗВУЧАНИЯ

А. ПИОУНСКИЙ,

Н. ПАВЛОВ

В конце прошлого года ижевский радиозавод приступил к выпуску радиолы «Сириус-315-пано», в которой используется так называемый панорамно-объемный (панофонический) способ воспроизведения звуковой информации. Новый способ воспроизведения является, по существу, разновидностью широкоизвестного псевдостереофонического способа, но в то же время принципиально отличается от него тем, что исключает задачу получения направлений на кажущиеся источники звука. Улучшение качества звучания достигается здесь с помощью специального электронного синтезатора, позволяющего получить однородное звуковое поле без выраженных направлений на отдельные кажущиеся источники звука. Такое поле оказывает, как известно, сильное эмоциональное воздействие на слушателя. Этим, в частности, объясняется и обращение к такого рода синтезатору создателей «Сириуса-315-пано».

По принципу панорамирования способы получения панофонического звучания условно можно разделить на динамические и статические. Динамический способ панорамирования основан на использовании инерционности слуховой памяти, выражающейся в том, что человек не может переключить внимание с одного источника звука на другой за время менее 0,15 с. В соответствии с этой особенностью звуковосприятия панорамирование монофонического сигнала можно осуществить путем периодического изменения усиления каналов двухканального усилителя. Так, если в течение некоторого интервала времени усиление одного канала увеличивать от нуля до максимального значения, а другого уменьшать от максимального значения до нуля, то кажущаяся точка звукоизлучения будет перемещаться вдоль акустической базы со скоростью, пропорциональной скорости изменения коэффициентов усиления каналов усилителя. Если этот интервал времени сделать меньше 0,15 с, то в силу инерционности слуховой памяти положение кажущейся точки излучения станет неопределенным и звуковая картина окажется равномерно распределенной вдоль всей акустической базы. Иными словами, произойдет ее панорамирование. К сказанному следует добавить, что при периодическом изменении уровня громкости в каждом из каналов кажущаяся точка излучения будет одновременно перемещаться и по глубине, поскольку уменьшение интен-

сивности звука психологически связывается с удалением объекта излучения звука, и наоборот.

Чтобы исключить паразитную амплитудную модуляцию интенсивности звукоизлучения с частотой изменения уровня громкости, ее можно изменять, в частности, по синусоидальному и косинусоидальному законам соответственно для левого и правого каналов звуковоспроизведения. Действительно, если на входы этих каналов поступает монофонический сигнал $U(t)$, то на выходе левого канала его величина будет равна $U(t) \cdot \sin \omega t$, а на выходе правого — $U(t) \cdot \cos \omega t$. А так как интенсивность звучания в месте прослушивания пропорциональна сумме мгновенных мощностей излучения в каждый момент времени t :

$$[U(t) \cdot \sin \omega t]^2 + [U(t) \cdot \cos \omega t]^2 = U^2(t) \cdot (\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t) = U^2(t),$$

то ее паразитная модуляция с частотой изменения уровня громкости полностью исключается. Описанный способ панорамирования пригоден для электроакустических систем с очень высокой степенью идентичности АЧХ, что резко ограничивает его применение.

В панорамирующих синтезаторах статического типа используют принципы амплитудно-частотного, фазового или временного разделения монофонического сигнала по нескольким (чаще всего по двум) каналам. Наибольшее распространение получили синтезаторы с временным запаздыванием сигналов правого и левого каналов и, в частности, всевозможные фазосдвигающие устройства, позволяющие получить между отдельными спектральными составляющими сигнала фазовый сдвиг, близкий к 90°. Возможность панорамирования таких устройств весьма ограничена, поскольку для заполнения всей базы звукоизлучения необходима временная задержка более 2 мс, а фазосдвигающие устройства обеспечивают запаздывание всего около 0,75 мс, и это на самой низкой частоте диапазона 300...3000 Гц, соответствующего наиболее уверенному определению направления на кажущиеся источники звука; на более высоких частотах оно еще меньше. Такое запаздывание позволяет получить осязаемый эффект панорамирования только при использовании головных телефонов, где расстояние между излучателями звука не превышает 15 см. В звуковоспроизводящих устройствах, работающих с громкоговорителями, удаленными друг от друга на расстояние более 1 м, этот эффект проявляется очень слабо.

В гораздо большей степени эффект панорамирования проявляется при ам-

плитудно-частотном разделении спектральных составляющих сигнала. В простейшем случае для этого необходимы два монофонических канала, усиление одного из которых с ростом частоты монотонно убывает, а другого растет. Получаемая при этом звуковая картина характеризуется распределением частотного спектра воспроизводимого сигнала по всему фронту акустической базы. Недостаток этого способа состоит в характерном «плаваньи» источников звука в звуковой картине и заметной несбалансированности излучения отдельных спектральных составляющих сигнала вдоль звуковой панорамы.

В синтезаторе панорамно-объемного звучания радиолы «Сириус-315-пано» используется амплитудно-частотное разделение по двум каналам спектральных составляющих исходного монофонического сигнала (фазовое разделение получается при этом автоматически за счет принципа формирования АЧХ каналов). В силу того, что в реальной звуковой обстановке весьма сложные по своему спектральному составу звуковые сигналы слушатель уверенно относит к конкретным источникам звука (что, по существу, является результатом длительного обучения и приспособления к миру звуков), пространственное разнесение направлений на звучащие объекты за счет воспроизведения отдельных участков спектров их сигналов разнесенными звукоизлучателями лишает его возможности привязки этих объектов к определенному месту в панораме, и звучание приобретает нелокализуемый характер.

Этот способ может быть реализован применением каналов формирования с взаимно обратными АЧХ. В радиоле «Сириус-315-пано» используется синтезатор, формирующий каналы с АЧХ простейшего вида: АЧХ левого канала имеет максимум на частоте около 1,2 кГц и монотонный спад с увеличением и уменьшением частоты, а АЧХ правого канала — минимум на частоте 1,2 кГц и монотонный подъем на более низких и более высоких частотах. На частотах 300 и 3000 Гц, соответствующих краям диапазона уверенного определения направлений на кажущиеся источники звука, коэффициенты передачи левого и правого каналов равны приблизительно 0,7 от своих максимальных значений.

При выбранных таким образом АЧХ каналов достаточно близко расположенные среднечастотные спектральные составляющие исходного сигнала распределяются по различным каналам, причем один из каналов служит для воспроизведения средних частот, а другой

РАДИОЛЫ «СИРИУС-315-ПАНО»

для воспроизведения составляющих, определяющих в основном тембр звучания. В результате практически полностью теряется анализируемость направлений на источники звучания в диапазоне средних частот.

Принципиальная схема синтезатора панорамно-объемного звучания приведена на рис. 1. Его основные технические характеристики таковы:

Номинальное входное напряжение, мВ	250
Входное сопротивление, кОм	47
Номинальный диапазон частот, Гц	20...20 000
Коэффициент гармоник, %	0,5
Коэффициент передачи правого канала на частотах 120 и 12 000 Гц, левого — на частоте 1200 Гц	1,41
Отношение коэффициентов передачи левого и правого каналов, дБ, на частоте 1200 Гц	18

Синтезатор содержит формирователи сигналов левого (V4) и правого (V2, V3, V5) каналов и эмиттерный повторитель (V1), согласующий синтезатор с предварительным усилителем НЧ радиолы.

АЧХ левого канала определяется параметрами элементов R5, C8, C11 и R16. Соотношения между их номиналами выбраны таким образом, что коэффициент передачи этого канала (рис. 2,

поступающий на базу транзистора V4 входной сигнал определяется сопротивлением резистора R5, а величина ООС — емкостью конденсатора C11. Таким образом, с ростом частоты ООС увеличивается, а коэффициент передачи каскада на транзисторе V4 уменьшается.

АЧХ правого канала формируется несколько иначе. Через эмиттерный повторитель на транзисторе V1 монофонический сигнал поступает на базы транзисторов V2 и V3. АЧХ этого канала определяется номиналами элементов C5—C7, R4, R6, R10, которые выбраны таким образом, что коэффициент передачи правого канала синтезатора на частоте 1200 Гц минимален (рис. 2, сплошная линия). На частотах выше 1200 Гц АЧХ формируется каскадом на транзисторе V3, а на частотах ниже этой частоты — каскадом на транзисторе V2. Коэффициент передачи каскада на транзисторе V3 с ростом частоты увеличивается, поскольку сигнал поступает на его вход через конденсатор C7, а его сопротивление с повышением частоты уменьшается. Напряжение ООС поступает на базу этого транзистора через резистор R10 и от частоты не зависит. Таким образом,

этот каскад формирует восходящую ветвь АЧХ.

Нисходящая ветвь формируется каскадом на транзисторе V2. На частотах ниже 1200 Гц сопротивления конденсаторов C6, C5 меньше сопротивлений резисторов R4, R6. В силу этого поступающий на базу транзистора V2 входной сигнал в основном определяется резистором R4, а действие ООС — конденсатором C5. Поскольку сопротивление конденсатора C5 с увеличением частоты падает, коэффициент передачи рассматриваемого каскада с ростом частоты уменьшается, т. е. формируется нисходящая ветвь АЧХ. Для получения полной АЧХ выходные сигналы каскадов на транзисторах V2 и V3 суммируются на резисторе R13, усиливаются каскадом на транзисторе V5 и через переключатель S1 поступают на вход усилителя мощности правого канала радиолы. Коллекторная цепь транзистора V5 зашунтирована конденсатором C12, который вместе с резистором R17 выравнивает АЧХ правого канала в области высших звуковых частот.

Для настройки паносинтезатора необходимы генератор звуковой частоты и вольтметр переменного тока. Предварительно к выходу каждого канала синтезатора следует подключить резисторы сопротивлением, равным входному сопротивлению каналов усилителя мощности. Установив переключатель S1 в положение «Пано», а движки подстроечных резисторов R13, R20 в средние положения, подают на вход синтезатора сигнал напряжением 250 мВ и частотой 1200 Гц и измеряют напряжение на выходе левого канала. Затем подключают вольтметр к выходу правого канала синтезатора и подстроечным резистором R13 добиваются одинаковых показаний прибора при подаче на вход сигналов частотой 120 и 12 000 Гц напряжением 250 мВ. После этого при том же входном сигнале частотой 120 Гц резистором R20 на выходе правого канала устанавливают сигнал, равный сигналу на выходе левого канала на частоте 1200 Гц. В заключение, поставив переключатель S1 в положение «Моно», на частоте 1200 Гц подбором резистора R9 устанавливают на выходе напряжение, равное 0,7 от выходного сигнала левого канала. Последняя операция имеет целью выравнивать громкость звучания в режимах «Моно» и «Пано», поскольку в режиме «Моно» общая мощность излучения равна алгебраической сумме мощностей излучения каждого канала, а в режиме «Пано» — корню квадратному из суммы средних мощностей излучения левого и правого каналов. Иными словами, без указанной регулировки мощность излучения в режиме «Пано» будет в 1,41 раза меньше, чем в режиме «Моно».

г. Москва

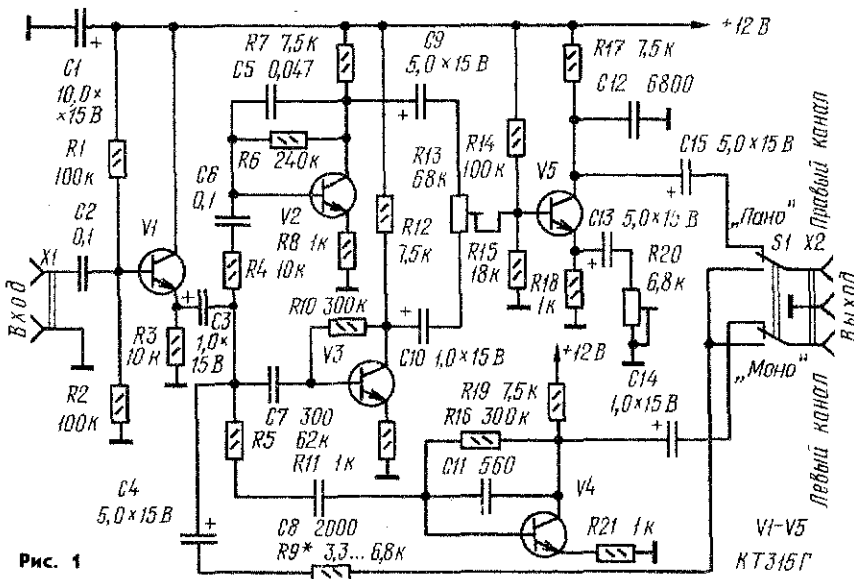


Рис. 1

Рис. 2

штриховая линия) максимален на частоте 1200 Гц. На более низких частотах напряжение, поступающее на выход левого канала, определяется емкостью конденсатора C8, а величина ООС — сопротивлением резистора R16. В результате коэффициент передачи левого канала с понижением частоты уменьшается. На частотах выше 1200 Гц

