

ности достигнуто заметным увеличением тока покоя и использованием более быстродействующих транзисторов, иногда на чипе добавлен УПЧ или буферный усилитель для гетеродина. Для стационарной аппаратуры ток покоя одного смесителя 20...200 мА не является критичным, но для переносной или экспедиционной аппаратуры ток потребления — один из ключевых параметров. На эти требования изготовители ИМС для радиоприёмников постарались найти ответ, и в середине 1990-х годов появилось известное семейство ИМС NE602, NE612, SA602, SA612 и немного позже NE616, NE607, NE636, NE639, ещё нужно отметить ИМС MC3362 и её вариации из середины 1980-х годов. Однако эти ИМС создавались не как универсальные с научной фундаментальностью, а с чётким экономическим расчётом, чтобы обеспечить требуемую себестоимость аппаратуры и решить узко поставленную задачу с предсказуемым качеством средней категории. При этом всё было настолько упрощено, что применить это поколение ИМС в продвинутых технических решениях невозможно, поскольку нет свободы для изменений в обвязке и режимах. Как ни стараться, более чем посредственный приёмник не получится, его дешевле купить готовым, чем самому построить. На этом "разбилось" целое поколение радиолюбителей — покупателей, без амбиции построить аппаратуру своими руками.

А всё это время в наших коробках на чердаке и в гаражах лежат ИМС K174ПС1 без дела при том, что они изначально сделаны для хорошей аппаратуры, с целью не только упростить изготовление аппаратуры, а создать прорыв в качестве аппаратуры и радиоприёма. По многим причинам дело не было доведено до ума ни в документации, ни в публикациях, ни на практике в реальных схемах.

Так как у многих радиолюбителей в наше время оказалась в распоряжении измерительная техника для оценки качества ВЧ-узлов, о которой можно было только мечтать главным конструкторам 50 лет назад, почему бы не вернуться к корням и добраться до истинного потенциала ИМС K174ПС1?

## 2. Отечественные аналоги ИМС S 042

Огромное число ИМС в СССР производились по кальке с зарубежных оригиналов. И если в ИМС серии K155 и всего последующего "всемирного цифрового стандарта" не было смысла вводить свои изменения, чтобы изделия остались совместимыми на мировом рынке, то для аналоговых ИМС было много причин, чтобы осмыслить особенности зарубежных изделий и их модифицировать. Это не всегда получалось удачным для ИМС общего применения, но для специальных ИМС в СССР это дало отчасти удивительные результаты. Наглядным примером удачного пересмотра зарубежного оригинала является разработка целого семейства ИМС на основе S 042P. Общеизвестная ИМС K174ПС1 в пластмассовом корпу-

се — это только вершина айсберга. На рис. 1 показаны отечественные интерпретации микросхемы S 042P, у которых некоторые параметры лучше оригинала.

Эта ИМС представляет собой двойной балансный смеситель по упрощённой схеме ячейки Гильберта на основе дифференциальных усилителей (ДУ). Она имеет двухэтажную структуру по транзисторам и узел смещения из резисторов и диодов. Разновидности этой ИМС отличаются корпусом, номиналами элементов, быстродействием. Но они остались столь похожими на оригинал, что на печатной плате можно предусмотреть универсальную посадку на все варианты корпуса (кроме SMD). На частотах до 30 МГц все эти варианты полностью взаимозаменяемы, и не было отмечено разницы по качеству, в том числе с зарубежным оригиналом, если оставаться в рамках разумных климатических условиях для ИМС в пластмассовом корпусе.

Первоначально заявленная полная аналогия K174ПС1 и S 042P в скором времени модифицировалась, но отечественная документация уже никак не была актуализирована, и в наши дни имеем значительные расхождения. Если правильно применить отечественные варианты, они дают лучший результат в конкретных узлах, но почти во всех вариациях применяются резисторы с увеличенным (до +40 %) номиналом. Это приводит к тому, что при простой замене ИМС или повторении зарубежных конструкций можно "попасть" на 30 % меньшее усиление. Вероятно, поэтому возникла репутация "слабой" отечественной ИМС K174ПС1.

Если обобщать картину, то ИМС K174ПС1 и K174ПС2 не отличаются по быстродействию. У ИМС KM174ПС4 ёмкость транзисторов в два раза меньше, и поэтому заявления о расширенном частотном диапазоне оправданны в принципе, но без увеличения токов покоя в реальности это не получится.

Далее, имеются три версии ИМС по номиналам резисторов, и их можно легко определить, измерив сопротивление между эмиттерными выводами транзисторов нижнего этажа и общим выводом. Сопротивления могут быть 1,4 кОм, 1,7 кОм, 2 кОм с небольшими отклонениями. Для ИМС общего назначения K174ПС1 в пластмассовом корпусе бывает сопротивление 1,4 кОм или 1,7 кОм. В керамическом корпусе якобы эта же KM174ПС1 бывает с сопротивлением 1,7 кОм или 2 кОм. ИМС KM174ПС2 были исключительно с сопротивлениями 1,6...1,7 кОм. А быстродействующая ИМС KM174ПС4 имеет исключительно сопротивление 2 кОм, и для её работы на УКВ или СВЧ без модификации эмиттерного узла не обойтись. Нужно отметить, что это увеличение сопротивления резисторов даёт разработчику больше свобод, и стандартные случаи работы на частотах до 10...20 МГц полноценно обеспечены этим решением.

Особенность найдётся в разводке общего провода. В отличие от устаревшей документации, в отечественных "прямоугольных" ИМС только выводы 1,

6, 14 подключены к кристаллу (или выводы 1, 8, 16 у KM174ПС1). На печатной плате общий провод нужно довести до всех этих выводов. К примеру, индуктивность между выводами 1 и 14 у ИМС в пластмассовом корпусе составляет 40 нГн, а у керамического всего 20 нГн. На УКВ это значительно влияет на общее "поведение" узла на печатной плате. У всех ИМС экранировка или корпус изолированы от кристалла, за исключением KM174ПС1 (соединение с выводом 8).

Коллекторные выводы и вывод 5 имеют к подложке конструктивные обратносмещённые паразитные диоды. Они не мешают штатной работе, но могут в комплексных узлах с "многоэтажным" питанием дать полезную защиту. Нужно отметить, что у K174ПС1 бывают версии кристалла, где этих диодов нет, т. е. имеется полная изоляция элементов к подложке. Это может немного улучшать работу при частотном преобразовании вверх.

Была разработана версия КФ174ПС1 для поверхностного монтажа в пластмассовом корпусе M04.10-1 (похож на SOIC-10). При установке на печатную плату сверху она требует минимальных изменений разводки, в целом расположение выходов и входов осталось прежним. При монтаже с обратной стороны печатной платы порядок выводов меняется на зеркальный, и это может улучшить развязку между узлами радиотракта и исправить недостатки по подавлению входных сигналов на выходе. Об этой ИМС нет сведений, проверенных на образцах.

Варианты в керамическом корпусе обеспечивают более эффективное равномерное распределение тепла, и они показывают при работе с увеличенным током покоя более высокую стабильность установленного баланса. Если подавление входных сигналов на выходе не особо критично, можно применить и ИМС в пластмассовом корпусе с увеличенным током покоя, но более 6 мА не стоит допускать, чтобы не ухудшить режимы работы.

## 3. Цепи питания и смещения

У этой ИМС нет отдельного вывода питания, и это понятие относится к узлу смещения (вывод 5) и к выходным коллекторам верхнего этажа, всё — относительно вывода 1. Обычный коэффициент передачи тока у транзисторов составляет  $h_{213} = 100$ , и узел смещения остаётся слабо нагруженным, даже при увеличении тока покоя до 4 мА.

В документации слабо разъяснён допуск по напряжению питания. Максимальное напряжение питания на +15 В стоит понимать, как напряжение на выводе 5 относительно подложки кристалла на выводе 1, а также как допустимое пиковое напряжение на коллекторах верхних транзисторов. Колебательный контур на выходе не стоит подключать к напряжению +15 В, так как в худшем случае на коллекторах может быть пиковое напряжение более 25 В. Поэтому при резонансном выходе или нагрузке в виде дросселя нужно ограничиться напряжением питания не более +9 В для