

который формировал бы идеальный симметричный импульсный сигнал (как это сделано качественно в ИМС TDA1062, K174XA15 и даже в K174XA2). Но так как в середине 1970-х годов цены на ИМС были недемократичные, разработчики схем быстро взялись за нижний этаж и сделали из него двухтактный гетеродин. Приёмники получились очень простыми с предсказуемым качеством и успехом, исчезли все проблемы и мучения разработчиков с однотранзисторными смесителями.

Но у этого решения есть несколько недостатков. Для их выявления был собран кварцевый гетеродин по стандартной схеме с качественным кварцевым резонатором частотой 3686 кГц. Чтобы правильно оценить работу, было решено измерить импульсы тока, протекающие в верхний этаж. Для этого был установлен дисбаланс 150 мВ между выводами 7 и 8 и противофазные сигналы сняты на коллекторных нагрузках (резисторы сопротивлением по 180 Ом). На **рис. 2** показаны срезы полувольтные импульсы сигнала на коллекторных выходах ИМС. Гетеродин работает в режиме с длительной фазой отсечки, при которой один из транзисторов всегда надёжно закрыт (верхняя плоская часть сигнала).

При штатном токе покоя по 0,5 мА (без генерации) в импульсе в каждом плече ДУ протекает пиковый ток 1,55 мА включённого транзистора гетеродина. Это обусловлено пиковым напряжением на базах +1,75 В относительно общего провода, что уже близко к плохому сце-

нарию с малым напряжением $U_{кб}$ около +0,15 В у включённого в данный момент нижнего транзистора. Импульсы тока по форме далеко не полувольтны синусоиды, длятся они полупериод, но с перевесом тока на начало полупериода. Это очень невыгодно для смесителя в приёмнике. Токковые импульсы имеют крутой фронт включения длительностью 20 нс, и это единственный положительный факт. Но длинный пологий фронт выключения длительностью 100 нс уводит качество смесителя на посредственный уровень. Усреднённо за полупериод смеситель работает со штатным током покоя, и верхний этаж в среднем имеет штатное усиление по документации с крутизной около 5 мА/В. Однако "размазанное" убывание тока — это идеальная почва для возникновения интермодуляции в верхнем двойном ДУ, и схема со встроенным гетеродином не вариант для хорошего приёмника, и не для этого изобрели такие смесители.

На **рис. 3** показан КВ-спектр гетеродинных токковых импульсов гетеродина (частота 3686 кГц), и плавное убывание уровня гармоник не радует. Чётные гармоники изначально не подавлены, и это можно исправить только при строго симметричной подаче радиосигнала на верхний этаж и строго симметричном выходе. Часто предложенная несимметричная подача радиосигнала —

крайне плохое упрощение схемы смесителя со встроенным гетеродином. В этом плане простая обмотка связи к выводам 7 и 8 — довольно правильное решение для подачи радиосигнала к смесителю со встроенным гетеродином на нижнем этаже.

Режим с глубокой отсечкой обещает малые шумы гетеродина (**рис. 4**), и при измерении с помощью SDR Perseus (10 дБ/дел. и 20 Гц/дел.) это подтвердилось. В цепи питания был установлен RC-фильтр 47 Ом и 1000 мкФ.

При отстройке на 100 Гц уровень шума гетеродина примерно около -120 дБ по отношению к уровню несущей при частоте 3,686 МГц. Если удастся обеспечить симметрию балансировкой нижнего гетеродинного ДУ и также в верхнем ДУ, этот смеситель со встроенным гетеродином годен как конвертер диапазона НЧ/СДВ на высокую ПЧ. Но по опыту, такой баланс не особо стабильный, и проникающий сигнал гетеродина может задавить простую установку SDR.

Качество смесителя на ИМС K174ПС1 со встроенным гетеродином обязательно портится на верхнем этаже из-за прямой связи эмиттеров и малого

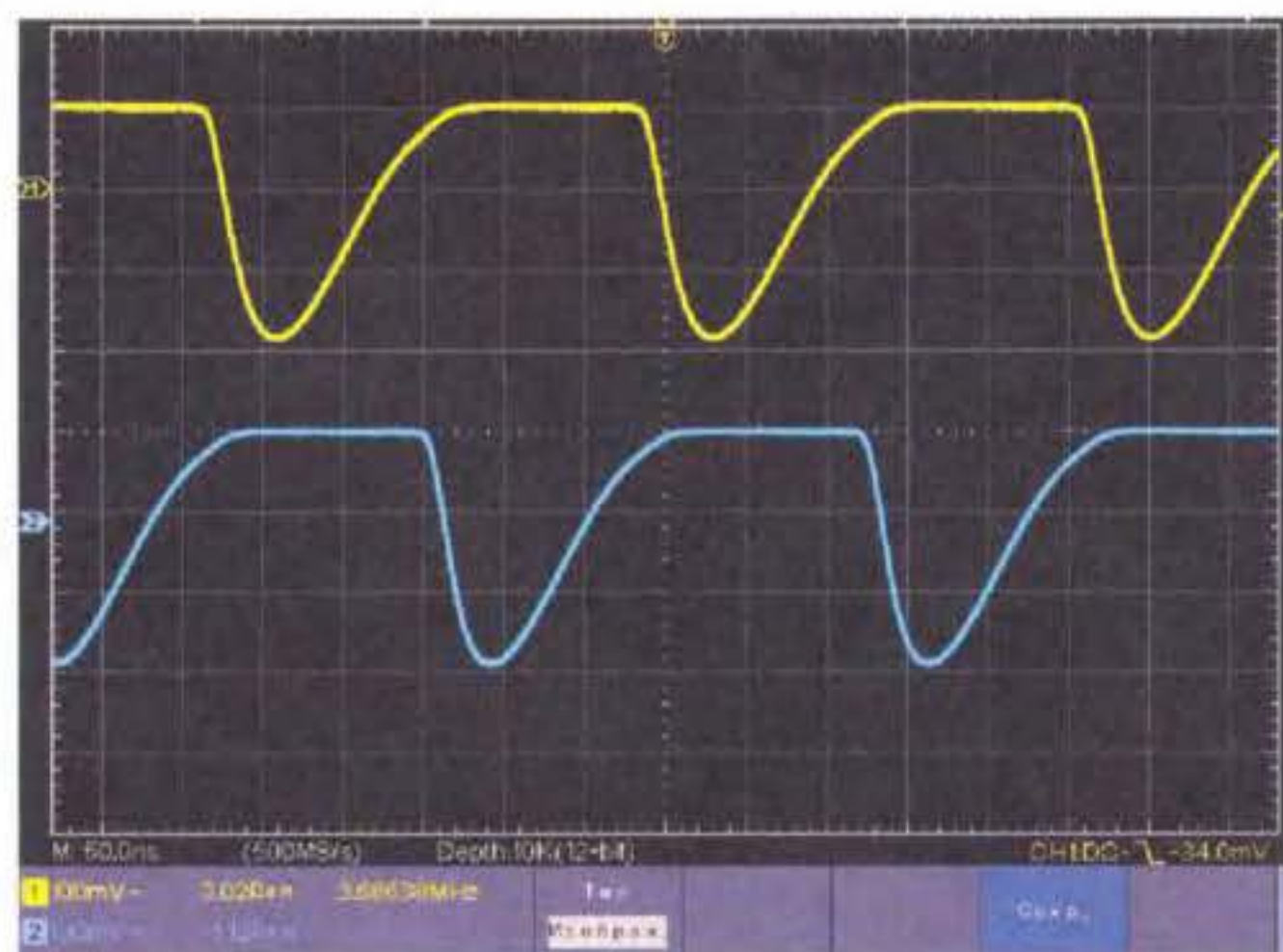


Рис. 2

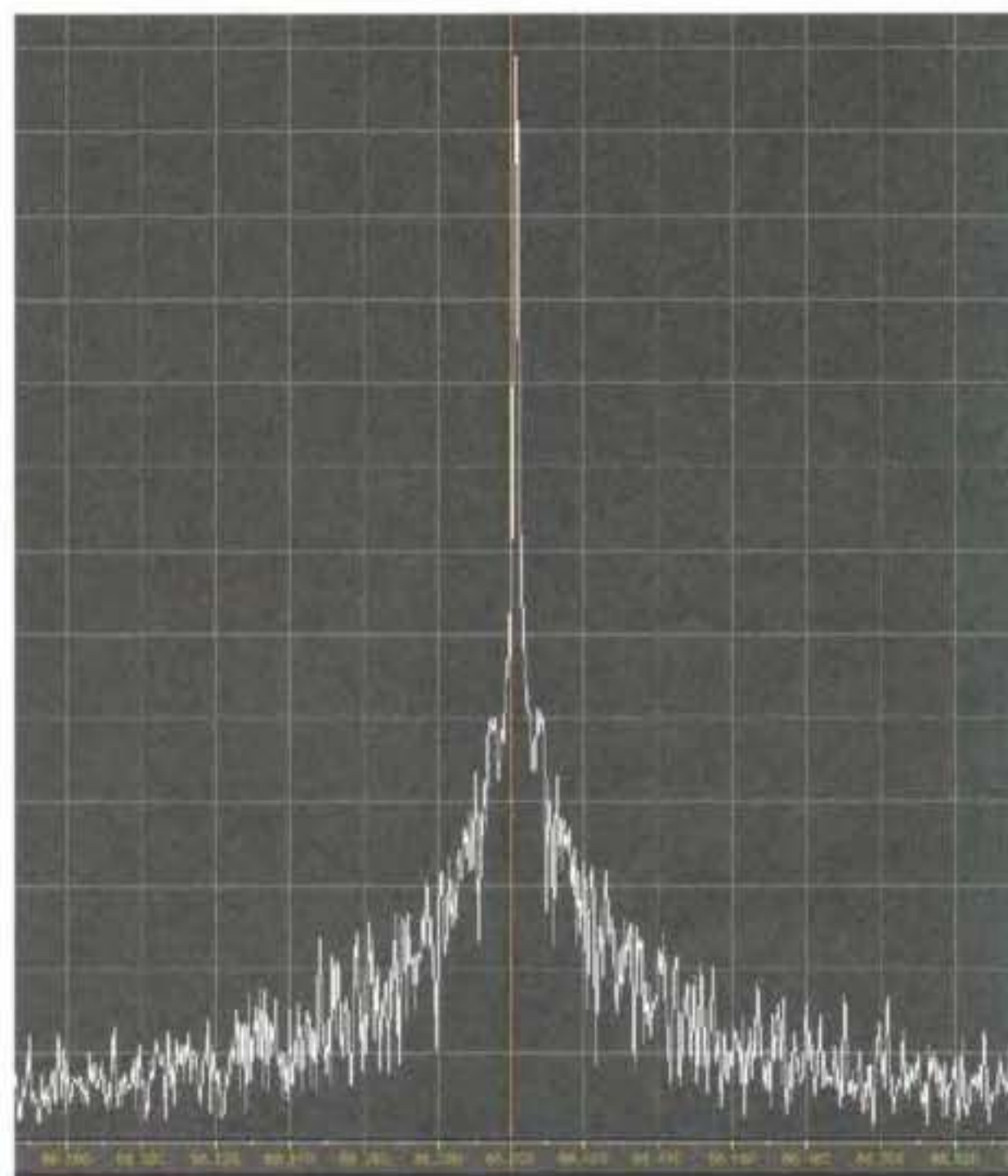


Рис. 4

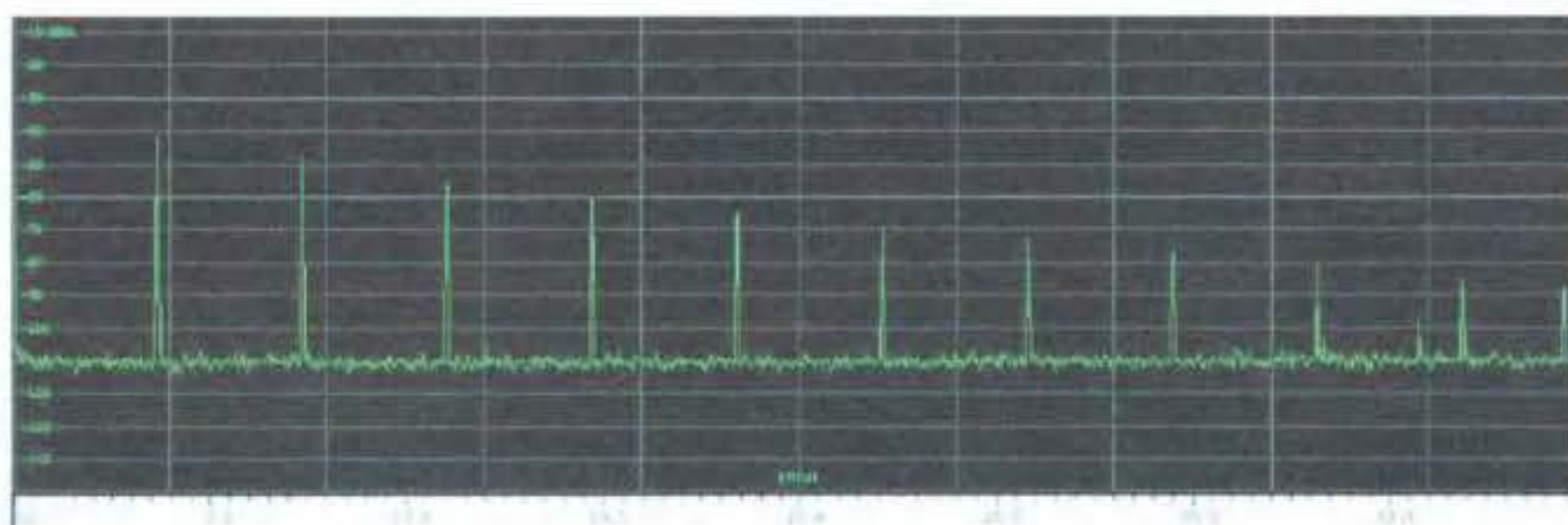


Рис. 3

допустимого размаха сигнала. Тем не менее, и это решение в целом лучше, чем приёмники на ИМС SA602, SA612, NE602, NE612, в которых искривлённый сигнал встроенного гетеродина никак и ничем не сбалансировать извне.

В отечественном приёмнике высокой категории Radiotekhnika T-7111 смеситель УКВ-блока построен на ИМС K174ПС1. На радость, применён внешний гетеродин с симметричной подачей сигнала. К сожалению, подача гетеродинного сигнала на нижний ДУ вернёт схему в простую категорию с малым ДД верхнего двойного ДУ, поэтому в мега-