

УДК 621 396.628 : 523.164

МЕТОДИКА И АППАРАТУРА ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ПУЛЬСАРОВ В ДЕКАМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ ВОЛН

Ю. М. Брук, Б. Ю. Устименко

В декаметровом диапазоне волн ($30 \div 10$ Мгц) из-за сужения полосы радиоизлучения пульсаров и повышенной температуры фона отношение сигнал/шум значительно ухудшается по сравнению с диапазоном $100 \div 400$ Мгц, в связи с чем индивидуальные импульсы радиоизлучения пульсаров в большинстве случаев наблюдать не удается.

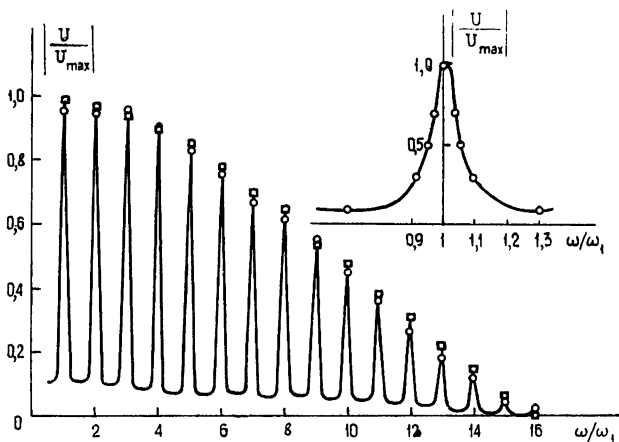


Рис. 1. Характеристики гребенчатого фильтра
(□ — расчет, ○ — эксперимент).

Важнейшей составной частью аппаратуры для наблюдения радиоизлучения пульсаров в этих условиях, помимо антенны и приемных устройств, является накопительное устройство. В рассматриваемом случае применяется аналоговый конденсаторный накопитель с электронной коммутацией, представляющий собой синхронный гребенчатый фильтр [1]. Характеристики его очень близки к характеристикам фильтра, оптимального периодической последовательности прямоугольных импульсов (рис. 1), чем и определяется целесообразность его применения.

Устройство содержит 256 накопительных конденсаторов, коммутируемых электронными ключами. Возможны два режима работы устройства: с разложением периода сигнала на 16 и 256 элементов (рис. 2). В первом случае накопительные элементы объединяются в 16 независимых 16-элементных накопителей, во втором — в один 256-элементный накопитель (рис. 3). В первом режиме используются 16 приемных устройств, выходные сигналы которых детектируются и усиливаются в полосе $0,3 \div 500$ гц, после чего подаются на входы накопителей.

Частоты настройки приемных устройств могут быть в общем случае различны. В наиболее часто применяемом варианте разное частот меж-

ду двумя группами по 8 приемных устройств в каждой выбирается относительно большим— $1 \div 15$ Мгц, в то время как внутри каждой группы— $2 \div 30$ кгц. Коммутация одноименных, т. е. 1-, 2-, 3-х, и т. д. конденсаторов всех 16 накопителей в течение цикла накопления в этом режиме производится одновременно. Период коммутации устанавливается равным периоду принимаемого сигнала, длительность включения каждого элемента накопителя составляет $1/16$ периода. После окончания цикла накопления, длящегося наперед заданное время, начинается цикл считывания. Входные цепи накопителей при этом, во избежание потери накопленной информации, размыкаются. Длительность коммутации накопительных элементов при считывании определяется быстродействием регистрирующих приборов (самописцев). Считывание производится со сдвигом т. е. одновременно опрашиваются 1-й элемент 1-го накопителя, 2-й—2-го, 3-й—3-го и т. д. Выходные сигналы накопителей суммируются таким образом, что регистрирующие приборы могут одновременно фиксировать результаты накопления в каждом отдельном, в 2, 4, 8 или 16 накопителях.

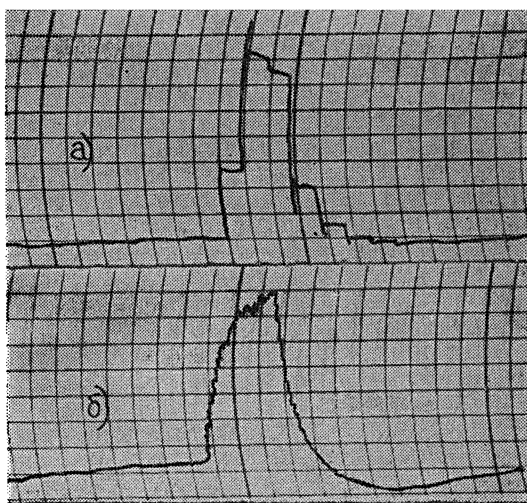


Рис. 2. Разложение периода:
а) на 16 элементов, б) на 256 элементов;
 $\tau_{\text{н}} \approx 50$ мсек, $T = 0,4$ сек.

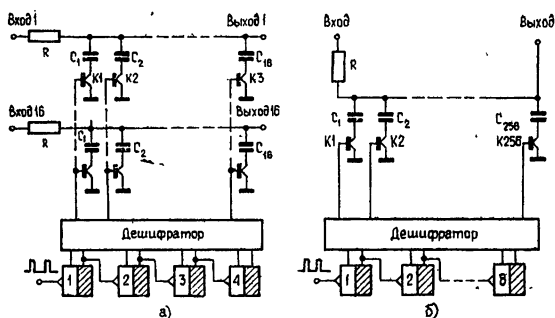


Рис. 3. Блок-схема накопителя.
а) Разложение периода на 16 элементов; б) разложение периода на 256 элементов.

Указанный выше способ считывания дает возможность при соответствующем выборе частот настройки приемных устройств компенсировать временной сдвиг импульсов радиоизлучения пульсаров на разных частотах из-за дисперсии в межзвездной среде.

В режиме разложения периода входного сигнала на 256 элементов порядок коммутации при накоплении и считывании одинаков. Длительность включения каждого элемента при считывании, как и ранее, определяется быстродействием самописцев. Выбирая период коммутации в этом режиме равным $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}$ периода принимаемого сигнала, можно получить записи с разложением соответственно на 256, 128 или 64 элемента. Для увеличения отношения сигнал/шум предварительно протектированные сигналы нескольких приемных устройств суммируются. Частоты приемных устройств выбираются таким образом, чтобы суммируемые сигналы были синфазны.

Стробящие импульсы, которые синхронизируют моменты коммутации накопительных конденсаторов, вырабатываются специально сконструированным для этой цели синтезатором [2]. Диапазон генерируемых синтезатором периодов составляет $10^{-5} \div 10$ сек, средняя дискретность сетки периодов — $0,8 \cdot 10^{-7}$ сек, относительная стабильность частоты не менее $1 \cdot 10^{-7}$.

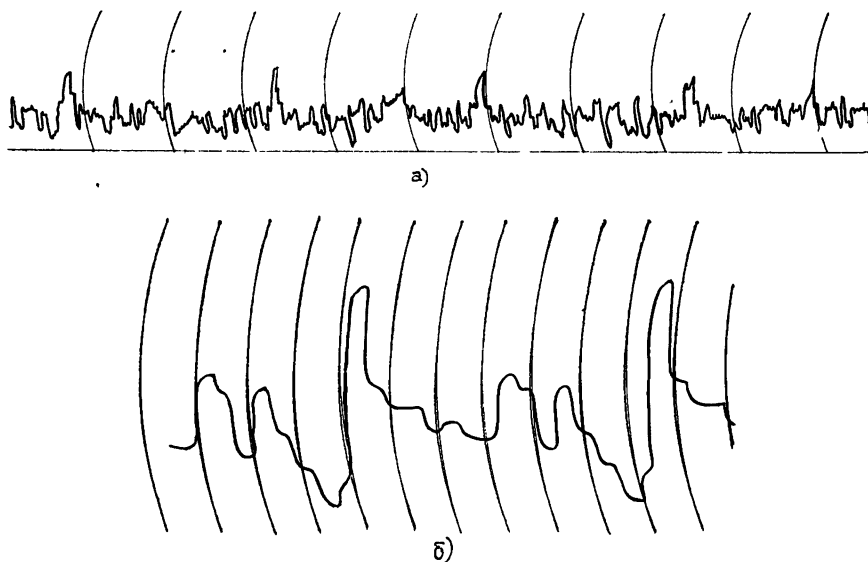


Рис. 4. PSR 1919, 31.10.72 г., $f=25$ Мгц.
а) $n=4 \times 64$, 8 пр., $2\Delta f=3$ кгц; б) $n=16$, $2\Delta f=10$ кгц.

При разработке аппаратуры производился анализ ее предельных возможностей с учетом влияния паразитных параметров схемы. Максимальные величины постоянных времени при накоплении составляют не менее $10 \div 50$ сек и ограничиваются разбросом утечек применяемых конденсаторов и ключей. Время накопления, в зависимости от режима работы, может быть доведено до $20 \div 30$ мин. Ограничения, вызываемые емкостью накопительных элементов относительно общей точки, которые могут быть устранены предлагаемым в [3] способом, при выбранных параметрах элементов схемы практически не сказываются вплоть до час-

тот повторения $20 \div 30$ *гц*, что соответствует минимальным периодам пульсаров $50 \div 30$ *мсек*. Собственный шум накопительного устройства определяется в основном синхронными помехами из цепей управления и увеличивается с ростом частоты коммутации. Дисперсия собственного шума накопителя не превышает $3 \div 5$ *мв* и обычно намного меньше шума приемных устройств. Максимально допустимое значение входного сигнала не менее ± 1 *в*; таким образом, динамический диапазон накопителя не менее 46 *дб*.

С помощью описанной аппаратуры и радиотелескопа УТР-2 [4] с сентября 1972 г. проводятся регулярные наблюдения радиоизлучения пульсаров [5]. Типичные записи пульсаров приведены на рис. 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Е. Лейхтер, Расчет гребенчатых фильтров, изд. Сов. радио, М., 1972.
2. Ю. М. Брук, Синтезатор с рациональной аппроксимацией сетки периодов, Радио-техника (в печати).
3. D. J. Woolboms, H. V. Kendler, R. L. Grimsdale, Proc. IEE, 118, № 10, 1363 (1971).
4. С. Я. Брауде, Ю. М. Брук, П. А. Мельяновский, А. В. Мень, Л. Г. Содин, Н. К. Шарыкин, УТР-2, Радиотелескоп декаметрового диапазона волн (основных характеристик). Препринт № 7, изд. ИРЭ АН УССР, Харьков, 1971.
5. Yu. M. Bruck, V. Yu. Ustimenko, Nature Phys. Sci., 242, 58 (1973).

Институт радиофизики и электроники
АН УССР

Поступила в редакцию
12 июня 1973 г.