

Г. М. Товмасян и Э. С. Бурунсузян

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА МЕТОДА РЕЗОНАНСНОГО НАКОПЛЕНИЯ РАДИОСИГНАЛА ПРИ РАБОТЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫМ РАДИОТЕЛЕСКОПОМ

В ранее опубликованных статьях [1, 2] был предложен метод резонансного накопления сигнала при наблюдениях интерференционным радиотелескопом источников космического радиоизлучения. Этот метод преследует цель повышения чувствительности и угловой разрешающей силы интерференционного радиотелескопа. Идея предложенного метода заключается в следующем. Как известно, напряжение на выходе интерференционного радиотелескопа состоит из двух составляющих: а) хаотической-шумовой—обусловленной аппаратурными эффектами, и б) регулярной—обусловленной явлением интерференции при прохождении точечного источника радиоизлучения при своем суточном вращении по небесной сфере через неподвижную диаграмму направленности интерферометра, ориентированного в направлении восток—запад. При подаче выхода интерференционного радиотелескопа на достаточно добротную резонансную колебательную систему, настроенную на период лепестков интерференционной картины от наблюдаемого источника на данном склонении, резонансная система раскачивается в такт с периодической составляющей выходного напряжения интерферометра и слабо реагирует на воздействие хаотической составляющей. В результате этого повышается отношение „сигнал/шум“ радиотелескопа и становится возможным наблюдение слабых источников радиоизлучения с интенсивностью ниже порога обнаружения данного радиотелескопа при наблюдении обычным способом. Поскольку же период лепестков интерференционной картины зависит от склонения:

источника, то повышается направленность радиоинтерферометра по склонению, так как на направленность радиотелескопа накладывается избирательность колебательной системы.

В настоящей заметке приводятся результаты наблюдений, проведенных методом резонансного накопления сигнала на экспериментальном радиотелескопе на длине волны 1,52 м, введенном в действие с целью проверки метода резонансного накопления.

Антеннами радиоинтерферометра, разнесенными в направлении восток—запад на расстояние порядка ста длин волн, являются две синфазные антенны, имеющие четыре ряда полуволновых диполей по 8 диполей в ряду. При таком количестве и расположении диполей полный раскрыт главного лепестка диаграммы направленности одиночной антенны, т. е. угол между двумя первыми нулями, по прямому восхождению равен 14° *. Диаграмма же направленности по склонению шире, и угол между направлениями к точкам половинной мощности равен 30° .

Наличие поворотных механизмов антенн по азимуту и высоте дает возможность охватить наблюдениями всю северную полусферу, а также часть южной полусферы до $\delta = -30^{\circ}$.

Интерферометр работает по методу переключения фазы [3]. Переключатель, который в одно из плеч интерферометра попеременно вводит кусок кабеля, длиной в $\lambda/2$, является емкостным. В целях стабилизации частоты переключения, мотор, вращающий переключатель с частотой 37 гц, питается от усилителя мощности, переменное напряжение на который подается от звукового генератора ЗГ-10. Опыт показал, что уходы частоты модуляции не превышают 0,25 гц при работе в течение 5—6 часов.

Использован приемник супергетеродинного типа с усилителем высокой частоты, собранным по схеме „две заземленные сетки“ на маячковых лампах 6С5D. Усилитель про-

* Отмечается полный раскрыт диаграммы направленности антенны по прямому восхождению, так как накопление сигнала происходит за время прохождения точечным источником всей диаграммы антенны.

межуточной частоты содержит четыре каскада с одиночными резонансными контурами.

Второй детектор квадратичный. Использован кристаллический детектор ДГ-ЦЗ.

Приемник настроен на частоту 197 Мгц. Полоса пропускания 1,7 Мгц. Шумфактор приемника 16.

Узкополосный РС усилитель настроен на частоту модуляции 37 гц. Ширина полосы пропускания этого усилителя равна 1,5 гц, усиление порядка $5 \cdot 10^3$.

Выпрямление модулированного сигнала производится на синхронном детекторе, опорное напряжение на который подается от генератора, насаженного на ось мотора, вращающего переключатель. Постоянная времени выхода синхронного детектора порядка 10 сек.

При обычных наблюдениях выход синхронного детектора непосредственно подается на самописец, а при наблюдениях методом резонансного накопления сигнала — на резонансную колебательную систему, описанную ранее [1]. В обоих случаях запись велась на самописце типа ЭПП-09.

При обычных интерференционных наблюдениях выяснилось, что описанный экспериментальный радиотелескоп уверенно „берет“ только два известных интенсивных источника: Кассиопея-А и Лебедь-А, т. е. полученные для этих источников записи пригодны для обработки. Для двух других известных источников — Телец-А и Дева-А — также получаются записи, но они не полноценны для обработки. Попытки „обнаружить“ более слабые источники окончились безрезультатно.

Таким образом, предельными для нашего радиотелескопа при наблюдении обычным интерференционным методом с фазовым переключением являются источники с интенсивностью порядка $10 \cdot 10^{-24}$ ватт/гцм² на частоте 197 Мгц (здесь и далее интенсивности источников приводятся согласно работе Уитфайльда [4]). На рис. 1 приведены примеры записей источников Кассиопея-А, Телец-А и Дева-А (записи велась при одинаковых выходах радиотелескопа).

Затем мы приступили к наблюдениям с применением резонансного метода накопления сигнала, заранее довольно

точно определив по наблюдениям над источником Кассиопея-А угловую ширину лепестка интерференционной диаграммы радиотелескопа, оказавшуюся равной $41'$. Знание этой величины необходимо для определения собственной частоты резонансной системы при ее „наведении“ на источник с каким-либо определенным склонением.

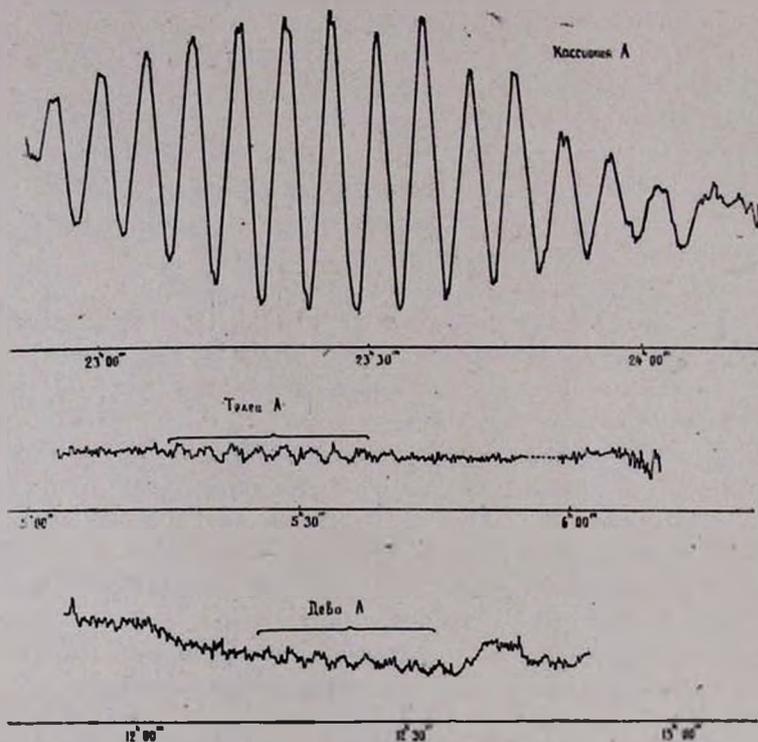


Рис. 1.

Эти наблюдения позволили проверить ожидаемые преимущества наблюдений с применением метода резонансного накопления сигнала.

1. Повышение чувствительности радиointерферометра. Подтверждение повышения чувствительности радиointерферометра было получено наблюдением источников с интенсивностью, находящейся намного ниже предела обнаруже-

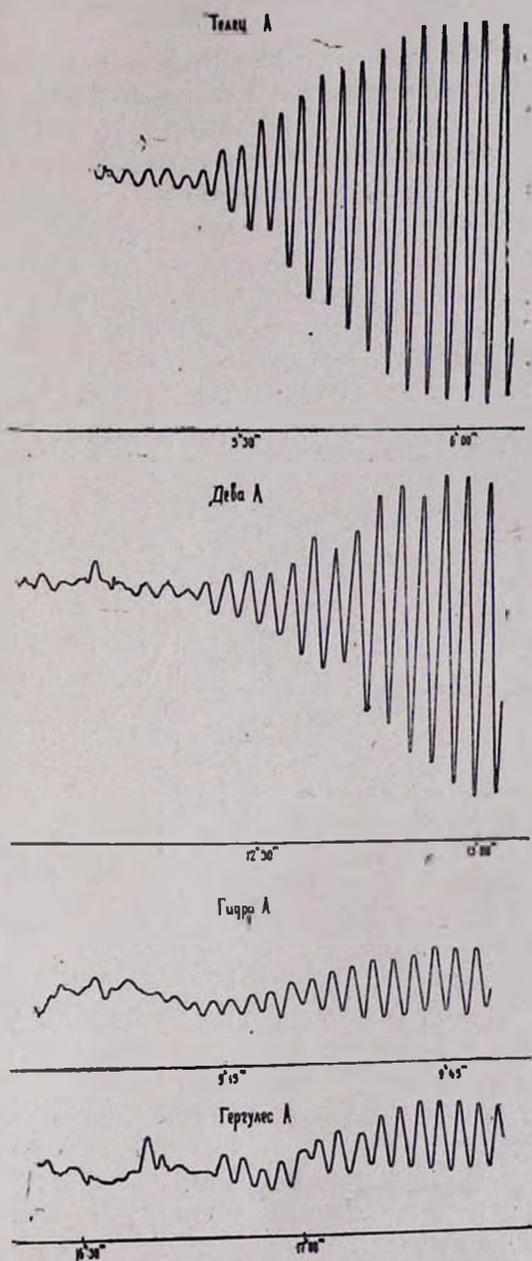


Рис. 2.

ния описанного экспериментального радиотелескопа. Например, были получены уверенные записи источников Гидра-А, Геркулес-А и других с интенсивностью порядка $2 \cdot 10^{-24}$ *ватт/гц.м²*. Примеры записей этих источников, а также источников Телец-А и Дева-А, приведены на рис. 2.

2. **Повышение избирательности радиоинтерферометра по склонению.** С целью проверки повышения избирательности радиоинтерферометра по склонению были проведены серии наблюдений источников Телец-А и Дева-А с несколько различными собственными частотами резонансной колебательной системы. Результаты наблюдений приведены на рис. 3. По оси абсцисс отложены периоды резонансной системы, а также соответствующие этим периодам склонения

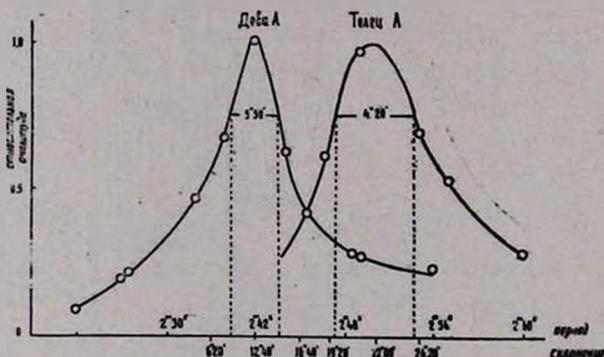


Рис. 3.

ния. Рассмотрение рисунка показывает значительное повышение направленности радиотелескопа, причем, согласно [2], это повышение направленности тем больше, чем больше склонение наблюдаемого источника. Склонение источника определялось по тому периоду собственных колебаний системы, при котором получалась максимальная амплитуда раскачки колебаний резонансной системы, т. е. совершенно так же, как и при обычных интерференционных наблюдениях. Однако в этом случае точность определения склонения намного повышена.

3. **Определение интенсивности и прямого восхождения.** Относительные интенсивности источников определялись

по отношению максимальных амплитуд на записи наблюдений. Сопоставление полученных результатов с данными Уитфайльда [4] показывает, что погрешность при определении относительных интенсивностей не превышает $\pm 10\%$.

Прямое восхождение источника определяется по наступлению момента максимальной амплитуды колебаний. По нескольким наблюдениям источника Телец-А с надежно известными координатами была определена „эффективная“ ось симметрии интерферометра при работе с резонансной приставкой. Другими словами, было определено смещение оси симметрии интерферометра от середины интерференционной диаграммы при обычных записях к ее краю при записях с накопителем. Указанное смещение происходит по причине нарастания амплитуды колебаний вплоть до момента выхода источника из диаграммы направленности интерферометра. Величина этого смещения оказалась равной 33 минутам времени. Взяв эту величину за исходную, определялись прямые восхождения других наблюдаемых источников с точностью до угловой ширины одного лепестка. Прямые восхождения пороговых источников определялись с точностью до угловой ширины двух-трех лепестков, что в переводе на угловые величины равно $1^{\circ}.5-2^{\circ}$. Как видим, полученные результаты не уступают своей точностью точности определения прямого восхождения при обычных интерференционных наблюдениях.

Таким образом, результаты предварительных наблюдений в основном подтверждают ожидаемые преимущества метода резонансного накопления сигнала от принимаемого радиоизлучения точечных источников при работе с интерференционным радиотелескопом.

Июль. 1958

Ն. Մ. ԲՈՎՄԱՍՅԱՆ, Է. Ս. ԲՈՒՌՆՈՒՍՈՒՋՅԱՆ

ԻՆՏԵՐՅԵՐԵՆՑԻՈՆ ՌԱԴԻՈԴԻՏԱԿՈՎ ՌԱԴԻՈԱԶԳԱՆՇԱՆԻ
ՌԵՁՈՆԱՆՍԱՍՅԻՆ ԿՈՒՏԱԿՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻ ԷՔՍՊԵՐԻՄԵՆՏԱԼ
ՍՏՈՒԳՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Աշխատանքում բերված են նախկինում առաջարկված [1, 2] ռադիոազդանշանի ռեզոնանսային կուտակման մեթոդի էքսպերիմենտալ ստուգման արդյունքները:

Դիտումները կատարված են Բյուրականի աստղադիտարանում, այդ նպատակով գործի դրված 1,5 մ երկարություն ունեցող ալիքում աշխատող ռադիոինտերֆերոմետրի վրա:

Դիտումները հնարավորություն տվեցին ստուգելու և հաստատելու ազդանշանի ռեզոնանսային կուտակման մեթոդի կիրառումից սպասվող առավելությունները, այն է՝

1) Ռադիոինտերֆերոմետրի զգայնության բարձրացումը ապացուցվեց մեր ռադիոինտերֆերոմետրի զգայնության սահմանից 5—6 անգամ ավելի թույլ դիսկրետ ռադիոազդյունների վստահ դիտումներով (նկ. 2):

2) Ռադիոինտերֆերոմետրի ուղղվածության աստիճանի ավելացումը ըստ հակման կոորդինատի ապացուցվեց Ծուլ-Ա և Կուլյա-Ա դիսկրետ ռադիոազդյունների դիտումներով, որոնք կատարվել են կիրառված ռեզոնանսային սխեմեմի տարբեր սեփական պարբերությունների ղեկավարում (նկ. 3):

Մինչև ժամանակ ցույց է տրված, որ դիտված ռադիոազդյունների ինտենսիվության և ուղղակի ծագման որոշման ճշտությունը չի զիջում այդ նույն պարամետրերի որոշման ճշտությունը՝ սովորական ինտերֆերենցիոն դիտումների ղեկավարում:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Գ. Մ. Կովայան, ԺԱՆ ԱրմՍՍՐ, 25, № 3, 107, 1957.
2. Գ. Մ. Կովայան, ԺԱՆ ԱրմՍՍՐ, 26, № 1, 11, 1958.
3. M. Ryle. Proc. Roy. Soc., 211, A, 351, 1952.
4. T. R. Witfield, M. N., 117, № 6, 1957.