ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Ֆիզ.-մաթեմատ. գիտություններ XIII, № 1, 1960 Физико-математические науки

АСТРОФИЗИКА

Э. С. Бурунсузян

Порог достоверного обнаружения и предельная чувствительность радиотелескопов

Для оценки порога чувствительности радиотелескопа, обеспечивающего близкое к достоверному обнаружение дискретных источников, используем методы статистической теории сообщений*. Основные положения этой теории мы считаем знакомыми читателю и используем в работе без пояснений.

Процесс обнаружения дискретного источника космического радиоизлучения в принципе заключается в следующем. Некоторый космический объект (дискретный источник), присущим ему радиоизлучением, постоянно информирует о своем существовании. Эта информация по каналу передачи вместе с порожденными им помехами поступает к экспериментатору. В роли канала передачи в рассматриваемой задаче выступает радиотелескоп. По полученной информации экспериментатор обнаруживает источник космического радиоизлучения.

В этом процессе имеют существенное значение вероятность (p) нахождения источников в „поле зрения" радиотелескопа и вероятность (p') правильного суждения о наличии источника по сигналу на выходе, искаженному помехами.

Вероятность p' всегда меньше единицы, однако многократными наблюдениями она может быть сделана близкой к единице, т. к. суждение о наличии источника по результатам многих наблюдений близко к достоверному. В дальнейшем мы будем рассматривать именно такой случай ($p' \approx 1$) т. к. для радиоастрономии весьма важно, чтобы констатация наличия источника была близкой к достоверной. Далее, для простоты вместо „близко к достоверному" мы будем писать „достоверно".

Для достоверного обнаружения весьма слабых источников требуется большое количество наблюдений, что сопряжено с большой затратой времени. В радиоастрономической практике время, отведенное на обнаружение источников ($t_н$), всегда ограничено, следовательно, достоверно могут быть обнаружены лишь источники, интен-

* *C. E. Shannon* and *W. Weaver*, „The Matematical Theory of Communication". The University of Illinois, 3—89, 1949.

сивность излучения которых превышает некоторый определенный предел.

Определим порог чувствительности радиотелескопа, превышение которого позволяет достоверно констатировать наличие источника. Или иначе: выясним, во сколько раз мощность сигнала должна превышать мощность помех, чтобы радиотелескоп стал неискажающим?

В рассматриваемой задаче скорость передачи сообщения R определяется количеством данных об источниках, поступающих в единицу времени. При неискаженном приеме скорость передачи сообщения у получателя (на выходе канала) равна скорости создания сообщения (скорости на входе) т. к. помехи действующие в канале не изменяют количества проходящей информации. Следовательно пропускная способность канала передачи (максимальная скорость C, с которой по каналу могут передаваться сообщения) должна удовлетворять условию

$$C \geqslant R. \tag{1}$$

Как известно, пропускная способность канала с полосой пропускания ΔF в котором действует нормально распределенная помеха (белый шум) с дисперсией флуктуаций на выходе $\overline{\sigma_{ш}^2}$, при среднеквадратичном значении полезного сигнала $\overline{\sigma_c^2}$ равна

$$C = \Delta F \log_2\left(1 + \frac{\overline{\sigma_c^2}}{\overline{\sigma_{ш}^2}}\right) \quad \frac{\text{двоичных единиц}}{\text{сек.}}. \tag{2}$$

Для оценки скорости передачи сообщения R определим количество информации H, поступающее от источника за время наблюдения $t_н$. Если в течение части этого времени в „поле зрения" радиотелескопа находились источники, то в течение оставшейся части они были вне „поля зрения", поэтому имеют место только две возможности: первая с вероятностью p — в „поле зрения" источник есть, и вторая с вероятностью $1-p$ — в „поле зрения" источника нет. Следовательно искомое количество информации равно

$$H = -[p \log_2 p + (1-p)\log_2(1-p)] \frac{\text{двоичных единиц}}{\text{символ}} \tag{3}$$

(символ — элемент информации, в рассматриваемом случае пара „есть", „нет"). Так как канал обладает ограниченной полосой пропускания ΔF, а поступивший на вход сигнал ограничен временем $t_н$, количество информации, проходящей по каналу, на основании известной теоремы Котельникова, выразится произведением

$$H_R(p) = 2\Delta F t_н \cdot H \frac{\text{двоичных единиц}}{\text{символ}} \tag{4}$$

и, следовательно, скорость передачи сообщения будет равна

$$R = \frac{H_R(p)}{t} = 2\Delta F H \quad \frac{\text{двоичных единиц}}{\text{сек.}} \tag{5}$$

С учетом (2) и (5) условие (1) принимает вид

$$\log_2\left(1 + \frac{\overline{\sigma_c^2}}{\overline{\sigma_{\text{ш}}^2}}\right) \geqslant 2H \tag{6}$$

или в более удобной форме записи

$$\frac{\overline{\sigma_c^2}}{\overline{\sigma_{\text{ш}}^2}} \geqslant 2^{2H} - 1. \tag{7}$$

Выходной сигнал представляет собой напряжение промодулированное диаграммой антенны. Если в „поле зрения" есть источник, напряжение равно $\sqrt{\overline{U_c^2}}$, в противном случае—нулю. Такое переменное напряжение $U_c(t)$ имеет постоянную составляющую (среднее значение) в которой не содержится информации.

Наличие постоянной составляющей лишь изменяет общий (начальный) уровень выходного напряжения и не способствует обнаружению источника. Полезным является напряжение $[U_c(t) - \overline{U_c(t)}]$ и поэтому следует считать

$$\overline{\sigma_c^2} = \overline{[U_c(t) - \overline{U_c(t)}]^2} = p(1-p)\overline{U_c^2}. \tag{8}$$

Дисперсия флуктуаций на выходе связана со среднеквадратичным напряжением шумов $\overline{U_{\text{ш}}^2}$ известным соотношением

$$\overline{\sigma_{\text{ш}}^2} = \frac{\Delta F}{\Delta f}\overline{U_{\text{ш}}^2} \tag{9}$$

в котором Δf представляет собой половину полосы пропускания усилителей высоких частот.

Подставляя (8) и (9) в (7) и учитывая, что при обычно используемом квадратичном детектировании напряжения на выходе пропорциональны мощностям сигнала и помехи действующим на входе, получаем

$$\frac{P_c}{P_{\text{ш}}} \geqslant \left[\frac{2^{2H}-1}{p(1-p)}\right]^{\frac{1}{2}} \sqrt{\frac{\overline{\Delta F}}{\Delta f}}. \tag{10}$$

Выражая чувствительность в температурных единицах и отбрасывая знак неравенства будем иметь

$$\delta T = \left[\frac{2^{2H}-1}{p(1-p)}\right]^{\frac{1}{2}} N_{\text{ш}} T \sqrt{\frac{\overline{\Delta F}}{\Delta f}}. \tag{11}$$

Здесь δT — изменение температуры антенны, обусловленное излучением источника, $N_{\text{ш}}$ — коэффициент шума канала, T — температура, согласованного со входом канала, сопротивления.

Вероятность нахождения источников в „поле зрения" радиотелескопа определяется угловыми размерами диаграммы антенны, исследуемой области небосвода и количеством источников в этой области. Например, если предположить, что в узкой области около экватора существует один источник, то вероятность p можно оценить по формуле

$$p \approx \frac{\varphi_A^a}{2\pi} = \frac{t_A}{t_0}, \tag{12}$$

где φ_A^a — ширина диаграммы антенны по прямому восхождению, выраженная в радианах, t_A — время воздействия источника на радиотелескоп, t_0 — продолжительность звездных суток.

Стремление к обнаружению источников с возможно низкими яркостными температурами приводит к антеннам с малыми φ_A^a и следовательно

$$p \ll 1. \tag{13}$$

Условие (13) позволяет значительно упростить формулу (11) т. к. при малых p

$$\sqrt{\frac{2^{2H}-1}{p(1-p)}} \approx \sqrt{2\ln\frac{1}{p}}. \tag{14}$$

Используя (14) вместо (11) получим

$$\delta T = \sqrt{2\ln\frac{1}{p}}\, N_{\text{ш}} T \sqrt{\frac{\Delta F}{\Delta f}}. \tag{15}$$

В отличие от аппаратурного порога чувствительности

$$\delta T_{\text{ап}} = N_{\text{ш}} T \sqrt{\frac{\Delta F}{\Delta f}} \tag{16}$$

порог, определяемый формулой (15), назовем порогом достоверного обнаружения. Сравнение (15) с (16) дает

$$\delta T = \sqrt{2\ln\frac{1}{p}}\, \delta T_{\text{ап}}, \tag{17}$$

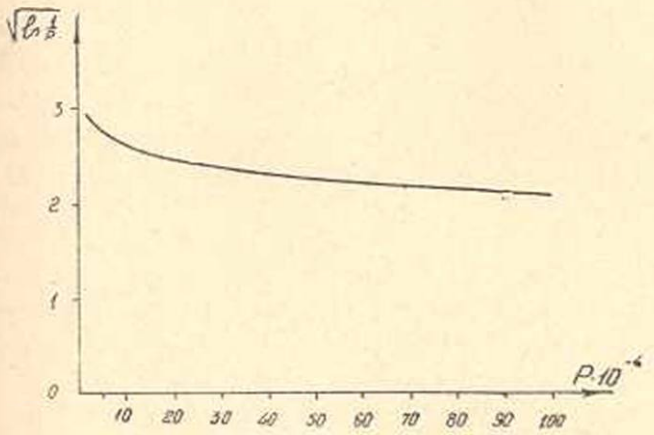
откуда следует, что порог достоверного обнаружения выше аппаратурного в $\sqrt{2\ln\frac{1}{p}}$ раз.

Разумеется, что на выходе радиотелескопа могут быть зарегистрированы сигналы, соответствующие источникам, температуры антенн для которых заключены в пределах

$$\sqrt{2\ln\frac{1}{p}}\, \delta T_{\text{ап}} \geqslant \delta T \geqslant \delta T_{\text{ап}}. \tag{18}$$

Однако регистрация таких сигналов не дает оснований для достоверной констатации существования источников. Чем ближе в (18) δT к правому пределу, тем меньше вероятность того, что выходной сигнал объязан источнику. Наоборот, чем ближе δT к левому пределу, тем эта вероятность больше.

Функция $\sqrt{\ln\frac{1}{p}}$ показана на рисунке. Из данных рисунка следует, что даже при весьма малой вероятности $p = 10^{-4}$, которая соответствует $\varphi_A^2 \approx 2'$, порог достоверного обнаружения всего в 4,2 раза выше аппаратурного.



Пусть N — количество различных источников, которое должен зафиксировать радиотелескоп за время $t_н$. Тогда, в соответствии с (4), можно написать

$$N \leqslant 2\Delta F t_н, \tag{19}$$

откуда для минимально допустимой полосы пропускания канала получаем

$$\Delta F_{min} = \frac{N}{2t_н}. \tag{20}$$

Дальнейшее уменьшение ΔF приводит к недопустимой потере информации и потому формула (15) при условии (20) отвечает предельной чувствительности каждого данного радиотелескопа. Под предельным следует понимать естественный порог чувствительности, который для данного N не может быть понижен никакими средствами, если заданы φ_A^2, $N_ш$, T, Δf и $t_н$. Формула для предельной чувствительности, согласно (15) и (20), имеет вид

$$\delta T_{пр} = \sqrt{N \ln\frac{1}{p}}\,\frac{N_ш T}{\sqrt{\Delta f \cdot t_н}}. \tag{21}$$

Так как продолжительность каждого наблюдения должна быть равна звездным суткам (при менее продолжительном наблюдении не все источники исследуемого склонения окажутся выявленными) имеет место связь

$$t_н = nt_0 \tag{22}$$

в которой t_0 — продолжительность звездных суток. Учет этой связи позволяет переписать выражение (21)

$$\delta T_{пр} = \sqrt{\frac{N}{n}} \sqrt{\ln \frac{1}{p}} \frac{N_ш T}{\sqrt{\Delta f \cdot t_0}}. \tag{23}$$

Как следует из формулы (20), написанной в виде

$$\Delta F_{min} = \frac{N}{n} \cdot \frac{1}{2t_0}, \tag{24}$$

предельная полоса пропускания канала будет строго фиксированной, если количество суток наблюдения линейно связано с N, в частности если

$$n = N. \tag{25}$$

Меньшие n нецелесообразны т. к. повышают порог чувствительности, большие (например $n = 2N$) целесообразно применять лишь после того, как реализованы все возможности случая $n = N$.

Количество источников, которые будут обнаружены, заранее неизвестно, поэтому задавать определенное n (либо N) не представляется возможным.

Определить „исходное" n можно по данным предварительного наблюдения. Это наблюдение можно провести в течение одних суток, выбрав полосу пропускания канала, используемую при обычных наблюдениях,

$$\Delta F = \Delta F_ф = \frac{1}{2t_д}. \tag{26}$$

Если предварительное наблюдение выявит N_0 источников, то основные наблюдения с предельной полосой пропускания должны длиться более, чем $n = N_0$ суток.

В результате наблюдений с предельной полосой окажутся обнаруженными все источники, температуры антенн для которых превышают предельный порог чувствительности при $n = N$ определяемый формулой

$$\delta T_{пр} = \sqrt{\ln \frac{1}{p}} \frac{N_ш T}{\sqrt{\Delta f \cdot t_0}}. \tag{27}$$

Возникает естественный вопрос: как может быть практически реализована предельная полоса ΔF_{min}?

При условии (25) эта полоса равна

$$\Delta F_{\min} = \frac{1}{2t_0}. \tag{28}$$

Здесь мы сталкиваемся с положением, характерным для теории сообщений, когда выявляется возможность реализации такой полосы без указания способов реализации.

Для обеспечения предельной полосы на выходе обычного радиотелескопа с полосой ΔF_ϕ, необходимо включить некоторое выходное устройство, которое должно уменьшить дисперсию флуктуаций в t_0/t_A раз, так как

$$\frac{\Delta F_\phi}{\Delta F_{\min}} = \frac{t_0}{t_A}. \tag{29}$$

Указанное выходное устройство, при этом, не должно влиять на прохождение полезного сигнала. Таким требованиям может удовлетворить целый ряд устройств, рассмотрение которых выходит за рамки настоящей статьи. Здесь для полноты изложения мы укажем лишь на одну из возможностей.

Преобразуем выходное напряжение обычного радиотелескопа $U_1(t)$, записанное в промежутке времени $(0, t_0)$, в сигнал $U_{11}(t)$, представляющий собой периодическое (с периодом t_0) повторение напряжения $U_1(t)$. Составим сигнал $U_{12}(t)$ равный

$$U_{12}(t) = \sum_{k=0}^{t_0/2t_A} U_{11}(t - 2kt_A). \tag{30}$$

После таких преобразований спектр флуктуаций в напряжении $U_{12}(t)$ остается прежним, т. е. таким же как и спектр флуктуаций в напряжении $U_1(t)$. Полезная же информация в сигнале $U_{12}(t)$ представится периодическим (с периодом $2t_A$) напряжением. В указанном преобразовании используется априорно известное исследователю время воздействия источника на радиотелескоп t_A, однозначно связанное с φ_A^a. Полезную информацию из сигнала $U_{12}(t)$ можно извлечь с помощью резонансного фильтра, настроенного на частоту $f_A = \frac{1}{2t_A}$. В сигнале $U_{13}(t)$ на выходе фильтра полезная информация будет той же величины, что и в сигнале $U_1(t)$; спектр же флуктуаций будет определяться полосой пропускания резонансного фильтра и может быть обеспечен значительно более узким, чем исходный спектр ΔF_ϕ. Если выявленный таким образом сигнал превышает аппаратурный порог чувствительности более чем в $\sqrt{2\ln\frac{1}{p}}$ раз, то можно достоверно утверждать, что на исследуемом склонении имеется по крайней мере один источник. Цель достигнута—источник обнаружен. Однако, относительно его координаты по прямому восхождению ничего сказать нельзя, т. к. указанное преобразование выходного напряжения не обес-

печивает раздельной фиксации источников. После наблюдений в течении двух суток, в распоряжении исследователя будут два образца выходных сигналов $U_a(t)$ и $U_b(t)$ из которых можно составить два новых сигнала

$$U_1(t) = \begin{cases} U_a(t) & t < t_0/2, \\ U_b\left(t - \dfrac{t_0}{2}\right) & t > t_0/2, \end{cases} \tag{31}$$

$$U_2(t) = \begin{cases} U_a\left(t + \dfrac{t_0}{2}\right) & t < t_0/2, \\ U_b(t) & t > t_0/2. \end{cases} \tag{32}$$

Сигналы $U_1(t)$ и $U_2(t)$ подвергаются таким же преобразованиям, каким—в предыдущем случае сигнал $U_1(t)$ с той лишь разницей, что верхний предел сумм меняется

$$U_{12}(t) = \sum_{k=0}^{t_0/4t_A} U_{11}(t - 2kt_A), \tag{33}$$

$$U_{22}(t) = \sum_{k=0}^{t_0/4t_A} U_{21}(t - 2kt_A). \tag{34}$$

Окончательные сигналы $U_{13}(t)$ и $U_{23}(t)$ будут содержать информацию, соответствующую двум равным дугам исследуемого склонения. После двух наблюдений могут быть достоверно обнаружены два источника, причем точность определения их координат по прямому восхождению не может быть лучшей, чем $\pm t_0/4$. В общем случае наблюдений, длящихся n суток, может быть обнаружено $N = n$ источников с точностью определения координат не лучшей, чем $\pm t_0/2n$.

Из предыдущего ясно, что предельная чувствительность достигается ценой ухудшения разрешающей способности, восстановить которую можно лишь за счет весьма большого количества наблюдений. Для определения координат источников с точностью до ширины диаграммы направленности τ_A^*, потребовалось бы количество суток наблюдений определяемое связью

$$n_{max} = \frac{t_0}{t_A}, \tag{35}$$

которая для современных антенн требует непрерывных наблюдений на каждом склонении в течении нескольких лет.

Рассмотрим еще граничный случай, когда исследователь задается целью выявить как можно большее количество источников. Максимальное количество источников, которое разрешается антенной равно

$$N_{max} = \frac{t_0}{t_A}. \tag{36}$$

Подставляя это значение N в (20) и обозначая полосу для $N = N_{max}$ через ΔF_{max} получаем

$$\Delta F_{max} = \frac{t_0}{2t_A t_n} = \frac{\Delta F_\Phi}{n}. \tag{37}$$

При такой полосе пропускания канала, формула (15) принимает вид

$$\delta T = \sqrt{2\ln\frac{1}{p}}\, N_m T \sqrt{\frac{\Delta F_\Phi}{\Delta f \cdot n}}. \tag{38}$$

Мы пришли к выражению для порога чувствительности обычного радиотелескопа, учитывающему усреднение данных n наблюдений. Переписав (38) в виде

$$\delta T_{об} = \sqrt{\frac{t_0}{nt_A}} \sqrt{\ln\frac{1}{p}}\, \frac{N_m T}{\sqrt{\Delta f \cdot t_0}} \tag{39}$$

и сравнив обычную чувствительность с предельной

$$\delta T_{об} = \sqrt{\frac{t_0}{nt_A}}\, \delta T_{пр} \tag{40}$$

убеждаемся, что обычная чувствительность хуже предельной в $\sqrt{t_0/nt_A}$ раз. Однако при полосе соответствующей такой чувствительности, обеспечивается максимальная разрешающая способность.

Заметим, что при $n = n_{max}$ чувствительность и разрешающая способность для обоих граничных случаев ($\Delta F = \Delta F_{min}$ и $\Delta F = \Delta F_{max}$) совпадают.

Проведенное рассмотрение показало, что порог достоверного обнаружения выше аппаратурного всегда в $\sqrt{2\ln\frac{1}{p}}$ раз. Полоса пропускания ΔF сказывается лишь на разрешающей способности и аппаратурной чувствительности радиотелескопа.

Используя предельную полосу ΔF_{min}, можно обеспечить наилучшую чувствительность. Увеличение количества наблюдений в этом случае последовательно улучшает разрешающую способность.

Используя обычную полосу ΔF_{max}, можно обеспечить наилучшую разрешающую способность. Увеличение количества наблюдений в этом случае последовательно улучшает чувствительность.

В практике радиоастрономических наблюдений до сих пор, насколько нам известно, использовалась лишь вторая возможность. Нам представляется целесообразным использование обеих возможностей, сочетание которых позволит получить больше сведений о дискретных *источниках космического радиоизлучения*.

Обсуждение результатов

1. Наличие множителя $\sqrt{2\ln\frac{1}{p}} > 1$ в выражении (17) показы-

вает, что отождествлять с источниками можно только те всплески на полученной окончательной записи наблюдений, которые превышают аппаратурный порог чувствительности в $\sqrt{2\ln\frac{1}{p}}$ раз и более. Разумеется рассматриваться должны только всплески по ширине соответствующие раствору диаграммы направленности антенны. Этот результат хорошо согласуется с практикой радиоастрономических наблюдений. Имея возможность проводить лишь ограниченное количество наблюдений, исследователь вынужден часть всплесков на выходной записи признать источниками, другую часть — нет.

Насколько нам известно, в литературе до настоящего времени не приводились данные о том—на каком уровне должна проходить линия разграничения между указанными двумя видами всплесков. Результат (17) дает точную количественную оценку этому уровню, в нашей терминологии — порогу достоверности. Таким образом, единственное правильное решение вопроса таково: *всплеск превышающий порог достоверности обязан источнику, а меньший всплеск может быть обусловлен как источником, так и флуктуацией.*

Приведенное утверждение дает основание для пересмотра каталожных данных по дискретным источникам космического радиоизлучения. Все источники, температуры антенн для которых превышают аппаратурный порог чувствительности менее, чем в $\sqrt{2\ln\frac{1}{p}}$ раз должны быть либо исключены из каталогов, либо особо оговорены.

2. На первый взгляд может показаться, что радиотелескопы с предельной чувствительностью не представляют практического интереса, т. к. реализация предельной чувствительности с достаточно хорошей разрешающей способностью сопряжена с большой затратой времени. На самом деле это не так. Практическое значение наблюдений с предельной полосой весьма велико.

Пусть, например, после обычных n наблюдений, путем усреднения данных, выявлено N_1 источников. Возникает вопрос: стоит ли продолжать наблюдения, позволит ли увеличение n обнаружить дополнительно к N_1 новые источники, существуют ли таковые на данном склонении? Для ответа на этот вопрос достаточно провести еще одно наблюдение и преобразовать выходные сигналы всех $(n+1)$ наблюдений так, чтоб обеспечить $\Delta F_{\min}$. Если в одной, либо нескольких областях исследуемого склонения с протяженностью по прямому восхождению равной $t_0/(n-1)$ будет зарегистрировано превышение аппаратурного порога в $\sqrt{2\ln\frac{1}{p}}$ раз, то можно достоверно утверждать, что в этих областях присутствуют хотя бы по одному источнику. Пусть например такое утверждение касается N_2 областей небосвода. Разность $N_2 - N_1$ может быть равна либо нулю, либо положительному целому

числу. В первом случае ($N_2 = N_1$) можно утверждать, что на исследуемом склонении источников (с интенсивностью излучения, превышающей предельный порог) сверх обнаруженных N_1 — нет, следовательно изучение данного склонения можно прекратить. Во втором случае ($N_2 > N_1$) поиски новых источников следует продолжать в тех из N_2 областей, с которыми не отождествляются обнаруженные N_1 источников и внутри которых зарегистрировано превышение аппаратурного порога более чем в $\sqrt{2\ln\frac{1}{p}}$ раз. Общая протяженность t' таких областей будет удовлетворять условию $t' \ll (N_2 - N_1)\frac{t_0}{n+1}$ и когда $t' < t_0$ затрата времени на их исследование может быть значительно сокращена т. к. за время $t_0/2$, пока эти области над горизонтом, каждая из них может быть исследована несколько раз. Таким образом за счет отбрасывания областей изучаемого склонения в которых уже обнаружены источники и в которых источников наверняка нет, можно время наблюдения использовать лишь для областей небосвода, подлежащих дополнительному исследованию и закончить последнее за количество суток много меньшее, чем n_{max}.

Приведенный пример наглядно показывает, что реализация предельной чувствительности без большой затраты времени однозначно решает вопрос о том: есть ли на исследуемом склонении хотя бы один источник с интенсивностью излучения превышающей предельный порог, который не регистрируется обычными n наблюдениями. Решение этого вопроса уже представляет научный интерес, т. к. позволяет сосредоточить внимание на определенной области небосвода и дополнительными наблюдениями уточнить координату источника. Из этого же примера следует, что время, необходимое для уточнения координаты источника, не безнадежно велико.

Высказанные выше соображения позволяют утверждать, что разработка методов и техники для реализации предельной чувствительности радиотелескопа представляют значительный научный интерес.

Можно надеяться, что пересмотр накопленных ныне наблюдательных данных, путем преобразования выходных сигналов с обеспечением предельной чувствительности должен дать новые, дополнительные сведения о распределении дискретных источников космического радиоизлучения.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория
АН Армянской ССР

Поступила 7 IX 1959

Է. Ս. Բուռունսուզյան

ՌԱԴԻՈԴԻՏԱԿՆԵՐԻ ՀԱՎԱՍՏԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ ՇԵՄՔԸ ԵՎ ՍԱՀՄԱՆԱՅԻՆ ԶԳԱՅՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

ԱՄՓՈՓՈՒՄ

Ռադիոաստղագիտական դիտումների ժամանակ կոսմիկական ռադիոճառագայթման կետային աղբյուրների առկայության մասին դատում են ռադիոդիտակի ելքի լարվածության ցուլքի (всплеск) *հիման վրա: Այդ լարվածության մեջ, բացի աղբյուրներով պայմանավորված ցուլքերից, միշտ առկա են նաև ռադիոսարքերի ֆլուկտուացիաներով հարուցվող ցուլքեր: Ներկա աշխատության մեջ քննարկվում է հիշյալ երկու տիպի ցուլքերը իրարից զանազանելու հարցը: Առաջարկված է ելքի լարվածության ցուլքերի՝ ռադիոճառագայթման աղբյուրների հետ գրեթե հավաստի նույնացման մի մեթոդ: Այդ մեթոդի հիմնավորման համար օգտագործված են ինֆորմացիայի վիճակագրական տեսության դրույթները:*

Պարզված է, որ մի քանի դիտումների արդյունքների հիման վրա միշտ հնարավոր է, գործնականորեն անսխալ կերպով, նույնացնել ցուլքերը ռադիոճառագայթման աղբյուրների հետ, եթե ցուլքի մեծությունը, որը միարժեք կերպով կապված է ճառագայթման ինտենսիվության հետ, գերազանցում է մի որոշակի սահման, որը աշխատության մեջ անվանված է հավաստի հայտնաբերման շեմք:

Առաջադրված խնդրի լուծման մեթոդիկան թույլ է տալիս, բացի դրանից, ստանալու ռադիոդիտակի սահմանային զգայնության բանաձևը: Այդ բանաձևի հետազոտությունը ցույց է տալիս, որ սահմանային զգայնությանը գործնականորեն կարելի է հասնել ի հաշիվ գործիքի լուծող ուժի պակասեցման: Կարելի է կարծել, որ սովորական ռադիոաստղագիտական դիտումների զուգակցումը սահմանային զգայնությամբ կատարվող դիտումների հետ թույլ կտա ստանալ ավելի շատ տեղեկություններ կոսմիկական ռադիոճառագայթման կետային աղբյուրների բաշխման մասին: