

**ДЛИТЕЛЬНЫЕ ЭКСПОЗИЦИИ
И АЗИМУТАЛЬНЫЙ АПЕРТУРНЫЙ СИНТЕЗ
ИСТОЧНИКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ
НА РАДИОТЕЛЕСКОПЕ РАТАН-600 ПРИ ДВИЖЕНИИ ОБЛУЧАТЕЛЯ
ПО КРУГОВЫМ РЕЛЬСОВЫМ ПУТЯМ**

Н. Л. Кайдановский

Приведены выражения, определяющие автоматизированную установку профиля отражателя Ратан-600 при сопровождении источников. Описана схема четырехколейного кругового рельсового пути, обеспечивающая многочасовую экспозицию и азимутальный апертурный синтез источников.

Определены возможные границы зенитных расстояний и азимутов, а также времена экспозиций для источников со склонениями в пределах $\pm 40^\circ$.

Expressions are presented determining an automatic setting of the RATAN-600 reflector profile at the source tracking.

A scheme of four-gauge circular railway is described, providing many hours exposition and an azimuth aperture synthesis of sources.

The possible boundaries of zenith distances and azimuths, and also the exposition times for sources with declinations in the limits of $\pm 40^\circ$ are determined.

В статье [1] предложен метод длительного сопровождения источников радиоизлучения радиотелескопом РАТАН-600 с помощью облучателя, движущегося по круговому рельсовому пути. Этот метод основан на предложенном в [2] способе наблюдения источников, находящихся на различных зенитных расстояниях при неизменном положении облучателя.

В [1] приведен частный случай ограниченного применения этого метода, указывающий на целесообразность его развития.

Эта задача, по-видимому, станет очень актуальной после освоения нового облучателя (тип V), в котором предусмотрен быстрый переход с радиальных путей на круговые.

У нового облучателя расстояние между передними двухребордными скатами и задним цилиндрическим колесом соответствует ширине круговой колеи 8.6 м. Если расположить круговые рельсы с радиусами, отличающимися на 8.6 м коаксиально, то n круговых рельсов образуют $n-1$ круговых путей.

Каждому из рельсовых путей соответствует зона изменений $z_0 - z_n$ зенитного расстояния источников, которые могут наблюдаться на этом пути.

При переходе облучателя с одних круговых путей на другие смещение фокуса облучателя будет отличаться от разности радиусов этих путей на величину разности длин стрелок круговых сегментов, образованных базой, соединяющей передние колеса облучателя. Эту разность (несколько миллиметров) можно компенсировать общим смещением отражателя.

При движении облучателя по круговым рельсовым путям расстояние от центра до его фокуса должно остаться постоянным и равным

$$C = R_0 - F_0 = R(z) - F(z), \quad (1)$$

где R_0 — начальное, а $R(z)$ — текущее значение расстояния от центра до вершины эллиптического профиля отражателя; F_0 — фокусное расстояние отра-

жателя в начале зоны, а $F(z)$ — текущее значение при $z > z_0$ (рис. 1). Так как

$$F(z) = P(z)/(1 + \sin z), \quad (2)$$

где параметр эллипса

$$P(z) = R(z) [1 - \sqrt{1 - [r/R(z)]^2 \sin z}], \quad (3)$$

а $r=287.5$ м — минимальное расстояние от центра до отражателя, допускаемое механизмами радиального перемещения отражающих элементов радиотелескопа [3], то на основании (1), (2) и (3) имеем:

$$R(z) = [(cb)^2 + r^2]/(2cb), \quad (4)$$

где $b=(1 + \sin z)/\sin z$.

Из (4) и (3) следует, что по мере увеличения z уменьшается $R(z)$, а параметр эллипса $P(z)$ растет.

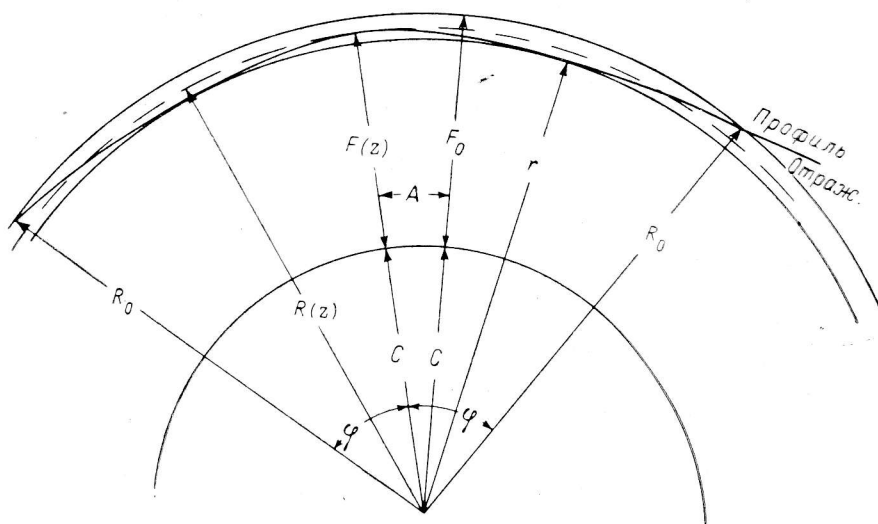


Рис. 1. Изменение эллиптического профиля отражателя при изменении зенитного расстояния и неизменности положения фокуса.

Эллиптический профиль отражателя своей вершиной касается окружности с радиусом $R(z)$, далее касается окружности с радиусом r и наконец пересекает окружность с $R_0=288.5$ м (рис. 1).

ТАБЛИЦА 1
Изменение профиля эллиптического отражателя при сопровождении в пределах зоны

Номер зоны	Радиус рельсовой колеи, м	Увеличение параметра эллипса P/P_0	Смещение к центру вершины эллипса, м	Уменьшение азимутальной апертуры, %	Границы зон z
1	127.17	1.049	0.981	29	43.33°
2	135.77	1.049	0.956	25	50.99
3	144.37	1.048	0.915	23	59.18
4	152.97	1.016	0.409	7.5	73.52
					85.00

ТАБЛИЦА 2
Азимуты источников на границах зон А

Номер зоны	Склонение δ								
	-40°	-30°	-20°	-10°	0°	$+10^\circ$	$+20^\circ$	$+30^\circ$	$+40^\circ$
1					0	49.30	71.42	90.36	105.32
2				0	40.18	62.67	80.68	97.16	111.06
3			0	32.33	55.75	73.35	90.98	103.96	117.87
4	0	0	39.43	58.03	73.79	88.24	102.18	116.17	130.00
	16.19	39.12	56.20	71.16	85.26	99.05	112.97	127.47	143.57

При таком профиле отражателя его азимутальная апертура из центра круга:

$$2\varphi = 2 \arccos \left[\frac{a - R(z)}{R_0} \operatorname{ctg}^2 z - \frac{1}{\sin z} \sqrt{\left(\frac{a - R(z)}{R_0} \right)^2 \operatorname{ctg}^2 z - \frac{a^2}{R_0^2} \cos^2 z + 1} \right], \quad (5)$$

где $a = P/\cos^2 z$ — большая полуось эллипса [4].

Все данные об изменениях профиля отражателя в четырех зонах по зенитному расстоянию представлены в табл. 1. Уменьшение апертуры относится к концу зоны. Среднее значение этой величины существенно меньше.

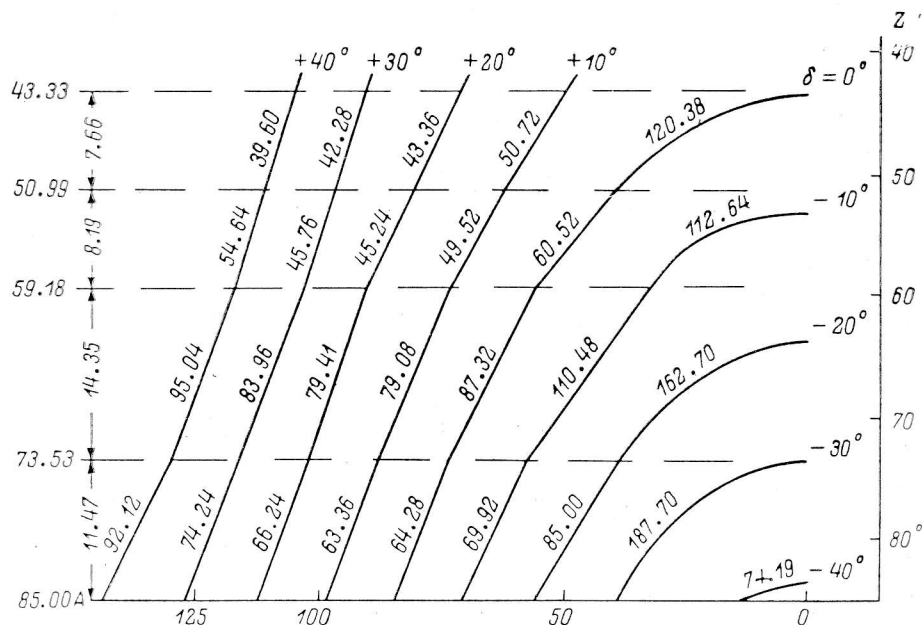


Рис. 2. Траектории источников с различными склонениями в координатах зенитное расстояние—азимут.

Вдоль участков траекторий в границах зон показано максимальное время сопровождения в минутах.

Как видно из таблицы, увеличивать число круговых путей сверх четырех не имеет смысла, так как дальнейшее уменьшение радиуса колеи повлечет за собой существенное сокращение апертуры.

Значения азимутов источников со склонениями от -40 до $+40^\circ$ на границах зон даны в табл. 2, а возможные времена сопровождения источников в пределах зон представлены в табл. 3.

Траектории источников со склонениями $-40, -20, -10, 0, +10, +20, +30, +40^\circ$ в координатах зенитное расстояние—азимут изображены на рис. 2. Вдоль участков траекторий в границах зон написано максимальное время возможного сопровождения в минутах.

Т А Б Л И Ц А 3
Время сопровождения источников в пределах зон τ^m

Номер зоны	Склонение δ								
	-40°	-30°	-20°	-10°	0°	+10°	+20°	+30°	+40°
1					120.38	50.72	43.36	42.28	39.60
2				112.64	60.52	49.52	45.24	45.76	54.64
3			162.70	110.48	87.32	79.08	79.41	83.96	95.04
4	74.19	187.60	85.00	69.92	64.28	63.36	66.24	74.24	92.12

Рис. 2 относится к западной ветви траектории, зеркально симметричная картина будет наблюдаться на восточной ветви, так что общее время сопровождения в сутки может быть удвоено.

Если конструкция облучателя позволяет быстро переходить из одной зоны в следующую, через пересечение с радиальными путями, то общее время экспозиции в сутки может достичь нескольких часов.

Сопровождение источников потребует автоматизированной установки отражателя по обычным программам, но с учетом увеличения параметра $P(z)$ и уменьшения радиуса $R(z)$. Облучатель при движении по круговой колее должен отслеживать азимут источника.

Длительное сопровождение должно выявить множество предельно слабых точечных источников и способствовать их отождествлению с видимыми объектами.

Для определения двумерного распределения яркости протяженных источников их необходимо многократно наблюдать в разных азимутах, при их прохождении через диаграмму направленности антенны, и при обработке результатов наблюдений использовать метод азимутального апертурного синтеза.

Предложенный метод не только может дать увеличение чувствительности, но и позволяет осуществить азимутальный апертурный синтез вследствие возможности существенного изменения азимута наблюдений и, следовательно, позиционного угла светила при наблюдениях на восточной и западной ветвях траектории, а также на радиальном меридианном пути.

Литература

1. К а й д а н о в с к и й Н. Л. Новый метод длительного сопровождения источников на радиотелескопе РАТАН-600. — *Астрофиз. исслед.* (Изв. САО), 1985, 21, с. 73—74.
2. С о б о л е в а Н. С., Ш и в р и с О. Н. О возможности наблюдений на антеннах переменного профиля источников с различными высотами при неподвижном облучателе. — *Сообщ. САО*, 1974, 12, с. 51—64.
3. А м с т и с л а в с к и й А. З., К о п ы л о в А. И., П р о с м у ш к и н М. И. Конструкция отражающих элементов и облучателя РАТАН-600. — *Изв. ГАО АН СССР*, 1972, 188, с. 89—96.
4. К а й д а н о в с к и й Н. Л. О возможности расширения наблюдаемой области неба при использовании специального зенитного облучателя РАТАН-600. — *Астрофиз. исслед.* (Изв. САО), 1982, 16, с. 100—107.

Поступила в редакцию 12.04.85