

А. Д. КУЗЬМИН, Б. Я. ЛОСОВСКИЙ
**ИЗМЕРЕНИЯ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ СПУТНИКА
ЮПИТЕРА КАЛЛИСТО**

(Представлено академиком Н. Г. Басовым 26 X 1972)

Современный уровень техники радиоастрономии позволяет начать исследования радиоизлучения нового широкого класса объектов Солнечной системы — спутников планет. Весьма интересными объектами этого класса и вместе с тем наиболее удобными для радиоастрономических исследований являются галилеевы спутники и, в первую очередь, Каллисто.

Первая попытка измерения радиоизлучения Каллисто была предпринята С. Горголевски (¹) на волне 3,5 мм с помощью 11-метрового радиотелескопа обсерватории Китт-Пик. Однако определенная по его измерениям яркостная температура более чем в два раза превышает равновесную температуру 100–130° К (²). Для объяснения столь высокой яркостной температуры радиоизлучения Каллисто А. Д. Кузьмин и Б. Я. Лосовский (³) предложили модель ледяной поверхности этого спутника. В этом случае ожидаемая яркостная температура составляет 200–220° К и не зависит от длины волны.

Для получения данных о спектре радиоизлучения и проверки гипотезы ледяной поверхности нами были проведены измерения радиоизлучения Каллисто на более длинной волне 8,2 мм. Измерения проводились 9 и 18 IV, 5, 13 и 29 V и 7 VI 1971 г., а также 30 IV и 7 VI 1972 г. на 22-метровом радиотелескопе Физического института АН СССР (⁴) с помощью высокочувствительного радиометра с квантовым парамагнитным усилителем (⁵). Чувствительность радиометра составляла 0,04° К при постоянной времени $\tau = 8$ сек. Наблюдения проводились только в ясную погоду по методу наведения — отведения с помощью оптического гида-телескопа. Юстировка электрической оси радиотелескопа выполнялась по Юпитеру и повторялась перед каждой серией измерений Каллисто.

В связи с большим отрицательным склонением Юпитера наблюдения проводились на малых высотах ($h = 10\text{--}16^\circ$ в 1971 г. и $h = 10\text{--}12,5^\circ$ в 1972 г.), где полное поглощение в атмосфере Земли составляло около 30%. Для уменьшения влияния поглощения измерения производились сравнением с опорным источником, в качестве которого также использовался Юпитер. При высотах менее 10° измерения не производились.

Основная трудность проведения эксперимента заключалась в том, что спутник находился на малом угловом расстоянии от Юпитера, а интенсивность его радиоизлучения на 3 порядка меньше интенсивности самой планеты. В этих условиях радиоизлучение Юпитера, попадающее в боковые лепестки диаграммы направленности радиотелескопа, может исказить результаты измерения радиоизлучения спутника. С целью уменьшения мешающего влияния радиоизлучения Юпитера измерения Каллисто проводились лишь в дни максимальных элонгаций спутника ($8\text{--}10^\circ$), а отведение радиотелескопа для измерения радиоизлучения соседних со спутником участков неба производилось по углу места, т. е. в направлении наименьшего градиента диаграммы направленности радиотелескопа.

Всего было проведено примерно 350 отведений и наведений длительностью около 2 мин. каждое. При обработке выходное напряжение радиометра усреднялось за 2 мин. через интервалы времени 8 сек. и определя-

лась разность, соответствующая измерениям радиоизлучения спутника и фона неба. По полученным данным были определены средние за день наблюдения антенные температуры Каллисто и дисперсии этой величины. Затем измерения были приведены к геоцентрическому расстоянию Юпитера, соответствующему 28 V 1971 г. Средневзвешенная по всем дням наблюдений антенная температура получилась равной

$$T_{\text{ак}} = 0,012 \pm 0,003^{\circ} \text{ К.}$$

Для проверки корректности принятой методики нами были проведены специальные контрольные измерения мешающего влияния радиоизлучения Юпитера в боковые лепестки диаграммы направленности антенны радиотелескопа. Контрольные измерения производились по такой же программе, как измерения Каллисто, и на таких же позиционных углах и угловых расстояниях от планеты, но в дни наименьших элонгаций и элонгаций противоположного знака.

В 1971 г. контрольные измерения проводились по Юпитеру. В 1972 г. контрольные измерения были проведены по Венере, которая в это время была более интенсивным источником радиоизлучения, чем Юпитер. В результате контрольных измерений получена антенная температура

$$T_{\text{а}} = 0,003 \pm 0,004^{\circ} \text{ К,}$$

т. е. с точностью ошибок измерений мешающего влияния радиоизлучения Юпитера не обнаружено. С учетом ошибки $\Delta T_{\text{а}}$ контрольных измерений антенная температура Каллисто

$$T_{\text{ак}} = 0,012 \pm 0,005^{\circ} \text{ К.}$$

Яркостная температура Каллисто определена нами сравнением с Юпитером:

$$T_{\text{як}} = \bar{T}_{\text{я}2_{\text{л}}} \frac{T_{\text{ак}}}{T_{\text{а}2_{\text{л}}}} \cdot \frac{\Omega_{2_{\text{л}}}}{\Omega_{\text{К}}} \cdot \frac{1}{g_{2_{\text{л}}}},$$

где $T_{\text{я}2_{\text{л}}}$ — осредненная по диску яркостная температура Юпитера; $T_{\text{а}2_{\text{л}}}$ — измеренная антенная температура Юпитера, $T_{\text{а}2_{\text{л}}} = 5,9^{\circ} \text{ К}$; $\Omega_{2_{\text{л}}}/\Omega_{\text{К}}$ — отношение телесных углов Юпитера и Каллисто; $g_{2_{\text{л}}}$ — коэффициент, учитывающий соизмеримость телесных углов Юпитера и диаграммы направленности антенны радиотелескопа на волне 8,2 мм, $g_{2_{\text{л}}} = 1,044$.

Принимая угловой диаметр Каллисто равным $1'',26$ на расстоянии 5 а.е. ⁽⁶⁾ и $\bar{T}_{\text{я}2_{\text{л}}} = 157 \pm 8^{\circ} \text{ К}$ ⁽⁷⁾, находим $\Omega_{2_{\text{л}}}/\Omega_{\text{К}} = 0,912 \cdot 10^3$ и $T_{\text{як}} = 280 \pm 120^{\circ} \text{ К}$.

Полученное нами значение яркостной температуры радиоизлучения Каллисто на волне 8,2 мм практически совпадает с яркостной температурой $250 \pm 80^{\circ} \text{ К}$, следующей из измерения Горголевски на волне 3,5 мм. Это подтверждает высокую яркостную температуру радиоизлучения Каллисто и указывает на тепловой механизм этого излучения. Согласие с точностью ошибок измеренной яркостной температуры с расчетной для модели ледяной поверхности Каллисто ⁽³⁾ является доводом в пользу гипотезы ледяной поверхности.

В подготовке аппаратуры и проведении измерений принимали участие В. А. Дмитриев, Н. Ф. Ильин, Л. М. Нагорных, А. В. Сорокин и С. К. Паламарчук, которым авторы выражают благодарность.

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР
Москва

Поступило
20 X 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ S. Gorgolevski, *Astrophys. Lett.*, 7, № 1, 37 (1970). ² J. S. Lewis, *Icarus*, 15, № 2, 174 (1971). ³ А. Д. Кузьмин, Б. Я. Лосовский, *Астрон. вестн.*, 6, № 3, 177 (1972). ⁴ Л. Д. Бахрах, М. И. Григорьева и др., *Изв. высш. учебн. завед., Радиофизика*, 12, № 8, 1115 (1969). ⁵ В. И. Загатиц, Г. С. Мисежников и др., *Приборы и техн. эксп.*, № 5, 118 (1968). ⁶ В. В. Шаронов, *Природа планет*, М., 1958. ⁷ C. T. Wrixon, W. I. Welch, D. D. Thornton, *Astrophys. J.*, 169, pt. 1, 171.