

НАБЛЮДЕНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ
ДИСКРЕТНОГО ИСТОЧНИКА ЛЕБЕДЬ X-3

*А.М.Гальпер, В.Г.Кириллов-Угрюмов, А.В.Курочкин,
Н.Г.Лейков, Б.И.Луцков, Ю.Г.Юркин*

Телескопом с искровыми камерами на высотных аэростатах в 1972, 1974 и 1976 г.г. измерены потоки γ -квантов с энергией больше 40 Мэв от дискретного источника Лебедь X-3. Наблюдается переменность излучения, период которой составляет 0,199686 дня и совпадает с периодом рентгеновского излучения. Регистрируемое γ -излучение сосредоточено в узком импульсе длительностью менее часа, возникающем вблизи минимума рентгеновского потока. Светимость источника Лебедь X-3 в γ -лучах составляет $\sim 10^{38}$ эрг/сек.

Космический объект, известный как рентгеновский источник Лебедь X-3, обратил на себя особое внимание в сентябре 1972 г., когда от него были зарегистрированы две мощные вспышки радиоизлучения [1, 2], продолжительностью несколько дней во время которых поток возрастал в $10^3 - 10^4$ раз. Позднее было зарегистрировано еще несколько вспышек [3 - 5]. Последующие наблюдения, проведенные в различных диапазонах электромагнитного спектра, выявили ряд интересных особенностей объекта. Кроме спорадических всплесков радио и инфракрасного [6] излучений наблюдались также регулярные колебания потоков в инфракрасном [6] и рентгеновском [7, 8] диапазонах с периодом $\sim 4,8$ час. Обнаруженный период является, скорее всего, периодом орбитального движения компонент тесной двойной системы. Благодаря найденной периодичности, источник Лебедь X-3 был отождествлен с инфракрасным объектом, находящимся на периферии галактического диска на расстоянии ~ 10 кпс от Солнца.

Для выяснения природы Лебеда X-3 большой интерес представляет исследование его γ -излучения. Сразу после сентябрьских вспышек 1972 г. из района Лебеда X-3 были обнаружены потоки γ -квантов в двух энергетических интервалах: $\gtrsim 10^8$ эв [9] и $\gtrsim 10^{12}$ эв [10]. Последующий анализ [11 – 13] выявил периодичность излучения в обоих интервалах с периодом 4,8 час. Это позволило надежно отождествить источник γ -излучения с объектом Лебедь X-3. Пересмотр данных американского спутника SAS-2 также обнаружил периодический поток γ -квантов с тем же периодом [14].

Настоящее сообщение посвящается результатам серии измерений γ -излучения от источника Лебедь X-3, проведенных на высотных аэростатах: 12 октября 1972 г., 10 июля 1974 г. и 5 июля 1976 г. Полеты проводились на географической широте 52° N. Высота дрейфа аэростата составляла 6 – 10 г/см² остаточной атмосферы.

Номер полета	Дата	Начало измерения UT	Число зарегистрированных γ -квантов	Число ожидаемых фоновых γ -квантов
1	12.10.1972	12 ^h 42 ^m	36	18,8
2	10.7.1974	22 ^h 30 ^m	29	28,3
3	5.7.1976	23 ^h 15 ^m	27	27,6

Широкоапертурный γ -телескоп с искровыми камерами [15] регистрировал γ -кванты с энергией больше 40 Мэв. Площадь телескопа составляла 250 см², а угол зрения $\sim 80^\circ$, что позволяло при ориентации телескопа в зенит каждый раз наблюдать источник в течение не менее пяти часов, т. е. заметить изменение потока за один период. Угловое разрешение прибора, усредненное по спектру регистрируемых γ -квантов, составляло $\sim 3^\circ$. В соответствии с угловым разрешением определялось число γ -квантов, попавших в круг радиусом $3,5^\circ$ около направления на Лебедь X-3. Кроме того из данных каждого полета было вычислено ожидаемое число γ -квантов атмосферного фона [16]. Результаты приведены в таблице. Только в первом полете за все время наблюдения был получен статистически значимый избыток – вероятность флуктуации не превышала $5 \cdot 10^{-5}$. В двух других полетах избытков γ -квантов, зарегистрированных за все время наблюдения, не было найдено. Однако они обнаружались в отдельные часы наблюдений, что видно из временных распределений зарегистрированных γ -квантов, показанных на рис.1. По оси абсцисс отложена фаза переменного рентгеновского излучения, которое по последним данным [17] характеризуется периодом $P_x = 0,1996814 \pm 5 \cdot 10^{-7}$ дня и начальной фазой $\phi_0 = 2440949, 9176 \pm 0,0024$ JD. На оси ординат приведена вероятность случайного появления избытка. Во всех измерениях наблюдаются статистически значимые избытки в интервале фаз от 0,9 до 0,2, вероятность случайного появления которых составляет $1,3 \cdot 10^{-5}$, $3 \cdot 10^{-3}$ и $1 \cdot 10^{-2}$ для первого, второго и третьего полетов соответственно. Период, определенный по наблюдаемым избыткам оказался равным $P_{\gamma 1} = 0,199686 \pm 5 \cdot 10^{-6}$ дня. Стрелками показаны

положения импульсов сверхжестких γ -квантов ($E \geq 10^{12}$ эв), период которых по наблюдениям, проведенным в КраО, составляет $P_{\gamma_2} = 0,199684 \pm 2 \cdot 10^{-6}$ дня [18]. (Все три периода ($P_x, P_{\gamma_1}, P_{\gamma_2}$) совпадают между собой в пределах ошибок измерения. Приведенная картина убедительно доказывает периодичность γ -излучения источника Лебедь X-3.

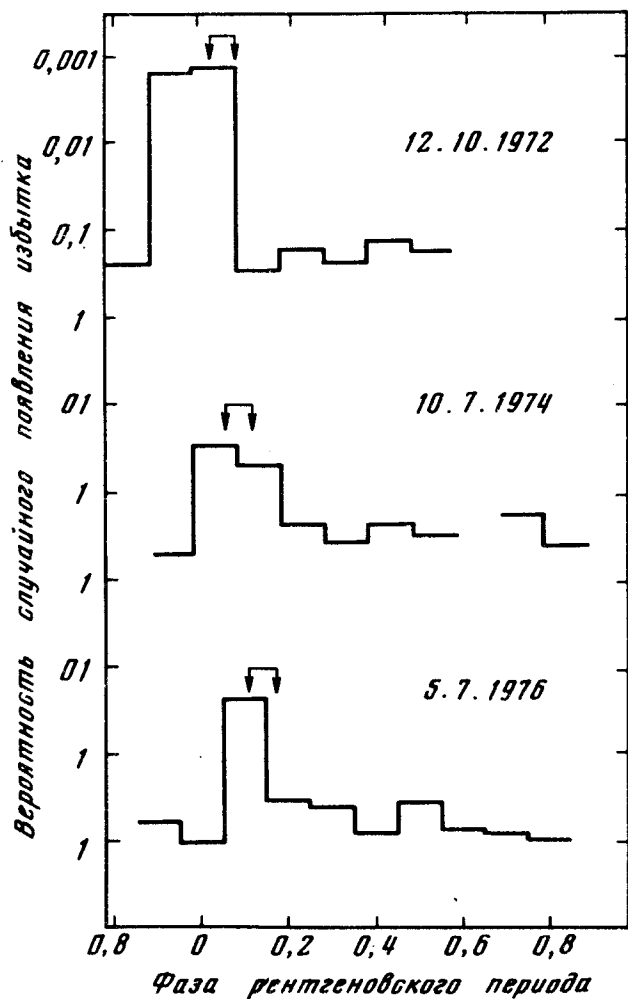


Рис.1. Временные распределения зарегистрированных γ -квантов

Как видно на рис. 1, все излучение сосредоточено в узком импульсе длительностью менее часа вблизи минимума рентгеновского излучения. Наблюдаются небольшие фазовые смещения импульсов, которые приводят к уширению фазового распределения, просуммированного по всем трем полетам (рис. 2). Хотя форма суммарного импульса качественно совпадает с распределением, полученным в работе [14] путем наложения 50-и периодов, между ними существует сдвиг по фазе на $\sim 0,4$ периода. Кроме того поток, найденный в [14], в несколько раз меньше потоков, определенных по результатам наших наблюдений: $(11 \pm 3) \cdot 10^{-5}$, $(6 \pm 3) \cdot 10^{-5}$ и $(8 \pm 6) \cdot 10^{-5}$ ($\text{см}^2 \cdot \text{сек})^{-1}$ для трех полетов соответственно.

Причина указанных различий сейчас не ясна. Возможно, источник Лебедь X-3 имеет более сложную природу, в частности, его излучение может обладать сильной амплитудой модуляции. Об этом свидетельствуют исследования [19 – 21], в которых пульсирующее излучение не было найдено.

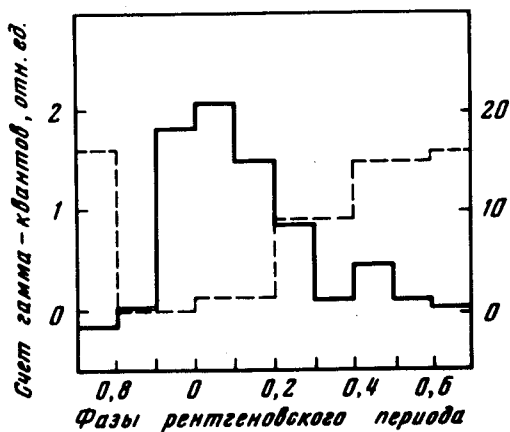


Рис.2.Форма суммарного импульса; пунктир — работа [14]

Светимость источника в γ -лучах, если принять его излучение изотропным, составляет $L_{\gamma} (\geq 40 \text{ Мэв}) \approx 10^{38} \text{ эрг/сек}$, что совпадает с его рентгеновской светимостью и на несколько порядков превышает светимости других дискретных источников γ -квантов.

Московский
инженерно-физический институт

Поступила в редакцию
13 июля 1977 г.

Литература

- [1] P.C.Gregory, P.P.Kronberg, R.R.Seaquist, V.A.Hughes, A.Woodsworth, M.R.Viner, D.Retallack, R.M.Hjellming, B.Balick. *Nature Phys. Sci.*, 239, 114, 1972.
- [2] H.Aller, P.Hodge. *Nature Phys. Sci.*, 245, 40, 1973.
- [3] K.A.Narsh, C.R.Purton, P.A.Feldman. *Nature*, 248, 319, 1974.
- [4] E.R.Seaquist, P.C.Gregory, R.A.Parley et al. *Nature*, 251, 394, 1974.
- [5] T.Daishido, N.Kawano, N.Kawajiri, M.Inoue, M.Konno. *Nature*, 251, 36, 1974.
- [6] E.E. Becklin, F.J.Hawkins, K.O.Mason, K.Matthews, G.Neugebauer, D.Packman, P.W.Sanford, B.Schupler, A.Stark, G.G.Wynn-Williams, *Astrophys. J. Lett.*, 192, L 119, 1974.
- [7] C.R.Canizares, J.E.McClintock, G.W.Clark, W.H.G.Lewin, H.W.Schnopper, G.F.Sprott. *Nature. Phys. Sci.*, 241, 28, 1973.

- [8] R.W.Leach, S.S.Murray, E.J.Schreier, H.D.Tonanbaum, M.P.Ulmer, D.R.Parsignault. *Astrophys. J.*, 198, 184, 1975.
- [9] А.М.Гальпер, В.Г.Кириллов-Угрюмов, А.В.Курочкин, Б.И.Лучков, Ю.Т.Юркин. *Письма в ЖЭТФ*, 18, 217, 1973.
- [10] Б.М.Владимирский, А.А.Степанян, В.П.Фомин. *Proceed. 13-th Intern. Confer. on Cosmic Rays, Denver, I*, 456, 1973.
- [11] Б.М.Владимирский, А.М.Гальпер, В.Г.Кириллов-Угрюмов, А.В.Курочкин, Б.И.Лучков, Ю.И.Нешпор, А.А.Степанян, В.П.Фомин, Ю.Т.Юркин. *Письма в АЖ*, 1, 25, 1975.
- [12] В.П.Фомин, Ю.И.Нешпор, Б.М.Владимирский, А.А.Степанян. *Изв. АН СССР, сер. физ.* 40, 526, 1976.
- [13] А.М.Гальпер, В.Г.Кириллов-Угрюмов, А.В.Курочкин, Н.Г.Лейков, Б.И.Лучков, Ю.Т.Юркин. *Письма в АЖ*, 2, 524, 1976.
- [14] R.C.Lamb, C.E.Fichtel, R.C.Hartman, D.A.Kniffen, D.J.Thompson. *Astrophys. J. Lett.*, 212, L63, 1977.
- [15] А.М.Гальпер, А.В.Курочкин, Н.Г.Лейков, Б.И.Лучков, Ю.Т.Юркин. *ПТЭ*, №1, 50, 1974.
- [16] А.В.Курочкин, Б.И.Лучков, Ю.Т.Юркин. *Космические исследования*, 12, 486, 1974.
- [17] D.R.Parsignault, E.Schreier, J.Grindlay, H.Gursky. *Astrophys. J.Lett.*, 209, L73, 1976.
- [18] А.А.Степанян, Б.М.Владимирский, Ю.И.Нешпор, В.П.Фомин. *Изв. Крым. астрофиз. обсерватории*, 55, 157, 1976.
- [19] M.Campbell, J.Alexander, S.E.Bell, K.Greisen, D.Koch, V.McBreen. *Astrophys. J.*, 196, 593, 1975.
- [20] S.P.Kechnie, K.E.Mount, D.Ramsden. *Astrophys. J.Lett.*, 207, L151, 1976.
- [21] K.Bennett, G.Bignami, W.Hermsen, H.A.Mayer-Hasselwander, J.A.Paul, L.Scarsi. *Preprint ESA*, 1977.
-