АСТРОФИЗИКА

ТОМ 44 НОЯБРЬ, 2001 ВЫПУСК 4

УДК: 524.74

**Краткие сообщения**

# ОЦЕНКА МАССЫ И ВОЗМОЖНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЭМИССИОННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ В СПЕКТРЕ СЕЙФЕРТОВСКОЙ ГАЛАКТИКИ NGC4151

В работе [1] приведены значения лучевых скоростей $V_0$ для двух объектов, которые, как предполагается, движутся в поле тяготения центрального тела (ЦТ) сейфертовской галактики NGC4151. Лучевые скорости даны относительно центра самой галактики, погрешности при их определении составляют около 100 км/с (см. рис.1, 2). Ниже представлены результаты численной оценки массы ЦТ (черной дыры), удовлетворяющие наблюдениям в пределах ошибок. Расчеты проведены в предположении кеплеровского параболического движения, другие эффекты не учитывались.

Ось $Y$ направим по лучу зрения, ось $X$ - в плоскость предполагаемой орбиты. При таком выборе системы координат долготу восходящего узла можно принять равной нулю. Тогда лучевая скорость, вычисленная по формулам невозмущенного параболического движения, может быть определена выражением:

$$V_C = dy/dt = V_q \cos t\left[\cos\omega - \sigma\sin\omega\right]/\left(1+\sigma^2\right), \qquad (1)$$

где $V_q = 2qn = (2\mu/q)^{1/2}$ - модуль линейной скорости в перицентре, $q$ - расстояние до перицентра, $n = \left(\mu/2q^3\right)^{1/2}$, $\mu = 2q^3n^2$ - масса центрального тела, $i$ - наклон плоскости орбиты к лучу зрения, $\omega$ - аргумент перицентра, $\tau$ - момент прохождения через перицентр, а динамический параметр $\sigma$ определяется как решение уравнения

$$\sigma + \sigma^3/3 = n(t-\tau).$$

В формулу (1) входит 5 неизвестных параметров, в качестве которых мы возьмем следующие: $i, \omega, \tau, q, n$. Угол наклона $i$ из наблюдений только лучевых скоростей определить нельзя, можно лишь найти комбинацию типа $q^{\bullet}\cos i$, поэтому примем $i = 0$. Это означает, что в конечном итоге оценивается нижняя граница массы. Оставшиеся 4 параметра найдем из условия:

$$S(\omega, \tau, q, n) = \sum\left(V_{OK} - V_{CK}\right)^2 = \min \qquad (2)$$

$k = 1, 2, ..., N$ - индекс суммирования, для первого объекта $N = 4$, для второго $N = 9$.

На рис.1, 2 представлены некоторые характерные варианты расчетов, где $s = \sqrt{S/N}$ км/с, $q$ выражено в астрономических единицах (а.е.), $\omega$ - в градусах, $\tau$ - в сутках от первого момента наблюдений и $\mu$ дано в единицах массы Солнца.

*Выводы.*

1. Кеплеровская параболическая орбита вполне удовлетворяет исходным

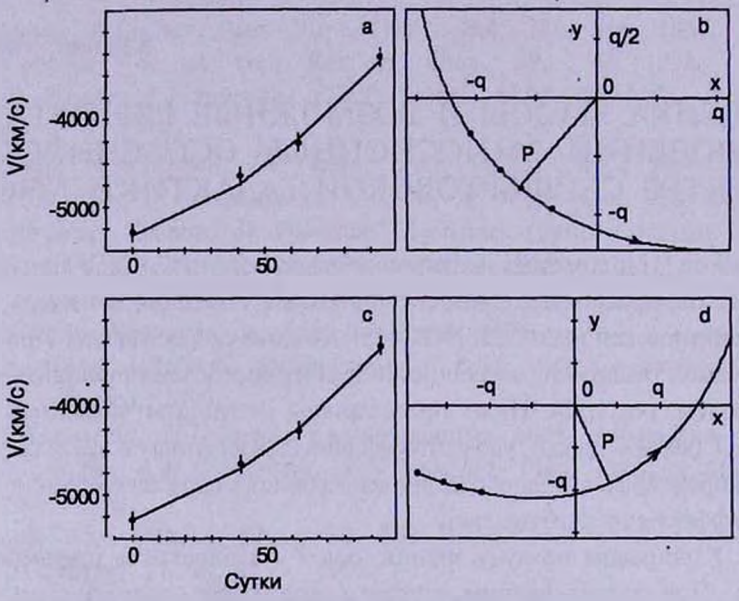


Рис.1. Объект 1. *a* и *c* - аппроксимация радиальной скорости; *b* и *d* - орбитальное положение. Параметры для *a* и *b*: $s = 51.1$, $q = 374$, $\omega = 230$, $\tau = 61.2$, $\mu = 9.3 \cdot 10^6$. Параметры для *c* и *d*: $s = 28.2$, $q = 1044$, $\omega = 294$, $\tau = 238.6$, $\mu = 2.47 \cdot 10^1$.

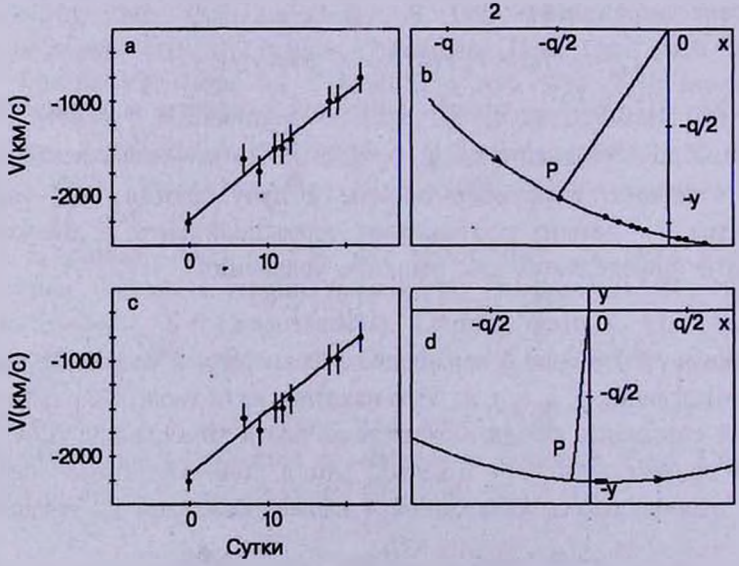


Рис.2. Объект 2. *a* и *c* - аппроксимация радиальной скорости; *b* и *d* - орбитальное положение. Параметры для *a* и *b*: $s = 71.0$, $q = 81$, $\omega = 240$, $\tau = -0.5$, $\mu = 9.44 \cdot 10^5$. Параметры для *c* и *d*: $s = 68.0$, $q = 22000$, $\omega = 265$, $\tau = 69.6$, $\mu = 26.3 \cdot 10^{10}$.

данным, усложнять эту модель, по-видимому, не имеет смысла.

2. При выбранном наборе искомых параметров (и использованных данных) функционал (2) имеет ярко выраженную овражную структуру, что затрудняет поиск глобального минимума.

3. Исходные данные по количеству и по качеству недостаточны для надежной оценки массы ЦТ, особенно это касается расчетов второго объекта, для которого интервал наблюдений слишком мал. Можно лишь достаточно уверенно утверждать, что искомая масса лежит в пределах от $10^7$ до $10^{10}$ масс Солнца.

Можно предположить, что источник излучения эмиссионных линий с переменной длиной волны представляет собой достаточно компактное облако, образовавшееся, например, после взрыва Сверхновой. Наблюдаемое явление сравнимо с прохождением кометы в солнечной системе. Движение исследуемого объекта (облака), кроме гравитационного взаимодействия с ЦТ, зависит также от сопротивления среды, давления излучения ЦТ и т.п.

При наличии большого объема наблюдательных данных в широком интервале времени можно получить достоверную информацию о физических характеристиках и массе ЦТ. Особое внимание должно быть уделено временно́му смещению яркостных изменений объекта по отношению к ЦТ. В этом случае мы будем иметь разницу расстояний между ЦТ и излучающим объектом в абсолютных единицах, что позволит определить наклон плоскости орбиты к лучу зрения. Следует заметить, что угловые размеры подобных орбит характеризуются величиной $10^{-3}$-$10^{-5}$ сек. дуги.

Очевидно, что случаи появления быстро движущихся эмиссионных объектов в NGC4151 или же в другой галактике, должны быть исследованы в кооперации с разными обсерваториями и, при возможности, также орбитальными телескопами.

*Estimations of mass and possible results of observations of emission features in spectrum of seyfert galaxy NGC4151.* Results of observations of emission features with variable wavelengths in the spectrum of NGC 4151 were used to show an evidence of study of several physical parameters of nuclei and nearby regions of Sy galaxies. Dense compact gaseous clouds moving around Central body are accepted to be the sources of these observable emissions. Calculations of such model show that the mass of Central body is within $10^7$-$10^{10}$ $M_\odot$.

25 октября 2000
Астрофизический институт
им. Фесенкова, Казахстан

Б.Демченко
B.Demchenko
Е.Денисюк
E.Denissyuk

## ЛИТЕРАТУРА

1. *E.K.Denissyuk*, Astron. Astrophys Transactions, **10**, 279, 1996.