

СВЕРХСВЕТОВЫЕ СКОРОСТИ в астрофизике. Теория относительности предполагает существование макс. скорости движения физ. объектов (распространения сигналов), равной скорости света в вакууме. Однако изменение положения в пространстве точек, выделенных по тем или иным признакам, может происходить и с большими скоростями. Подобные кажущиеся сверхсветовые движения нередко наблюдаются в активных ядрах галактик.

Краткая предыстория их обнаружения такова. Известно, что яркостная температура T_j некогерентных источников синхротронного излучения (в частности, радионисточников, связанных с активными ядрами галактик) не может превышать теоретич. предел $\sim 10^{12}$ К. Большим темп-рам соответствует столь высокая плотность энергии синхротронного излучения, что происходит катастрофически быстрая потеря энергии релятивистских электронов из-за обратного комптоновского рассеяния синхротронных фотонов (см. *Комптона эффект*). Однако наблюдения перем. внегалактич. радионисточников часто дают $T_j > 10^{12}$ К, если их размеры d оценивать из очевидного соотношения $d \leq ct$, где t — характерное время переменности (изменения потока излучения). (Непосредств. измерения размеров этих радионисточников, расположенных в ядрах галактик, невозможны из-за недостаточного угл. разрешения обычных радиотелескопов.) Чтобы объяснить этот факт, предлагалось отказаться от некогерентного синхротронного механизма, к-рый успешно применялся для интерпретации остальных особенностей радиоизлучения квазаров и радиогалактик. В 1966 М. Рис показал [1], что преодолеть указанное затруднение можно, если предположить, что излучающая плазма движется с релятивистской скоростью под небольшим углом к лучу зрения. Тогда наблюдаемая яркостная темп-ра может превышать собственную (в системе покоя плазмы) яркостную темп-ру в γ^3 раз, где γ — фактор Лоренца. Так возникла идея о выбросе вещества из ядер галактик с релятивистскими скоростями. В нач. 1970-х гг. М. Коэн, А. Мофсет (A. Moffet) и др. [2, 3] действительно обнаружили быстрые перемещения компонент ра-

дионисточников. Причём проекция их линейной скорости на небесную сферу даже превышала скорость света. Благодаря развитию техн. базы и методов обработки данных радиointерферометров со сверхдлинными базами удалось построить качественные изображения радионисточников в ядрах галактик. На рис. 1(a, б) представлены карты (радиоизофоты) радионисточника в ядре радиогалактики 3C120, полученные для двух разл. моментов времени [4]. (Расстояние в 2 меск дуги соответствует 1 парсеку $= 3 \cdot 10^{18}$ см.) Источник имеет типичную для ядерных радионисточников структуру ядро — струя. Ядро — яркий точечный источник с координатами (0, 0); струю, имеющую здесь проекционный линейный размер ≈ 50 пк, удаётся проследить (с помощью др. радиотелескопов) вплоть до расстояний ≈ 100 пк, что гораздо больше размеров галактики. Затем она «вливается» в протяжённую компоненту радионисточника 3C120, т. н. радиоуху. Полный размер радионисточника ≈ 400 пк, причём протяжённая структура содержит два «радиоуха», расположенные по разн. стороны от галактики. Сравнивая положение отд. «пятен» на рис. 1(a, б), нетрудно заметить их смещение в сторону от ядра. Угл. скорость смещения $\approx 2,5$ меск дуги в год соответствует линейной скорости $\approx 4c$. Объяснение этого явления состоит в следующем. Рассмотрим нек-рое физ. образование, перемещающееся вдоль струи со скоростью v_n под углом ϕ к лучу зрения (рис. 2). Проекция его скорости на небесную сферу $v_t = v_n \sin \phi$. Однако чем дальше оно продвигается вдоль струи, тем меньше времени требуется испущенным им фотонам, чтобы достигнуть наблюдателя. Из-за этого наблюдаемая скорость перемещения пятна в картинной плоскости

$$v_{t, \text{наб}} = \frac{v_n \sin \phi}{1 - v_n \cos \phi/c}$$

На рис. 3 представлена зависимость $v_{t, \text{наб}}$ от ϕ при разл. значениях v_n . Видно, что при релятивистских значениях v_n наблюдаемая скорость $v_{t, \text{наб}}$ может превышать c .

Т. о., и высокие яркостные темп-ры, и «сверхсветовые» перемещения «пятен» можно объяснить, если радиоизлучающая плазма выбрасывается из ядра галактики с релятивистскими скоростями. Другое важное свойство, имеющее естеств. объяснение в рамках такой интерпретации, — асимметрия ядерных радионисточников. Внеш. «радиоухи» с примерно одинаковыми характеристиками расположены по обе стороны от ядра галактики. А струя, к-рая, по совр. представлениям, обеспечивает их существование непрерывной передачей им энергии из ядра галактики, наблюдается лишь в направлении одного из них. (Такая асимметрия сохраняется и за пределами ядра.) Частота и излучат. способность (см. *Излучение плазмы*) в системе отсчёта наблюдателя (ν, ϵ_n) и в системе отсчёта движущейся (со скоростью V) плазмы струи (ν', ϵ_n') связаны следующим обра-

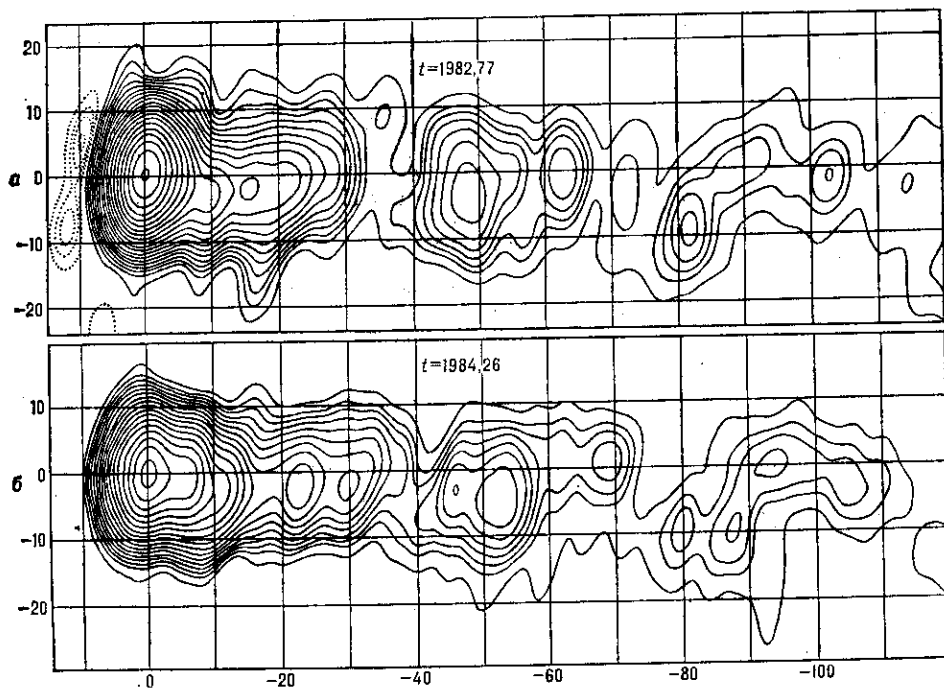


Рис. 1. Радиокарта источника 3C120; t — время в годах; $\Delta\delta$ — расстояние от ярчайшей точки вдоль оси склонений в 0,001"; $\Delta\alpha$ — расстояние от ярчайшей точки вдоль оси прямых восхождений в 0,001".