

мен, а также ряд др. признаков активности, по-видимому, явл. модель аккрецирующей (см. *Аккреция*) массивной чёрной дыры (ЧД). Эта модель привлекательна также тем, что ЧД устойчива и может существовать неограниченно долгое время (в отличие от сверхмассивной звезды, время жизни к-рой до потери устойчивости $\sim 10^3 - 10^6$ лет). Если предположить, что излучающий газ гравитационно связан с ЧД, то с учётом *вириала теоремы* (при ряде модельных предположений) по доплеровскому уширению разрешённых линий можно грубо определить массу ЧД.

В модели активного Я. г. как аккрецирующей ЧД важным вопросом является вопрос об образовании ЧД и об источниках аккрецирующего газа. Наиб. привлекательной представляется модель, в к-рой и массивная ЧД, и газ образуются из ядра. При этом в зависимости от параметров ядра (массы и радиуса) доминирующим является один из двух механизмов его разрушения: приливное разрушение звезд в поле ЧД либо разрушение звезд при их физ. столкновениях. Последний механизм оказывается эффективным в самых плотных и массивных ядрах. В этой модели предполагается, что активность возникает не во всех галактиках, а только в тех из них, к-рые имеют мощную сферическую составляющую с повыш. концентрацией звезд к центру и как следствие — массивный ядро. Если предположить, что в ядрах СГ (имеющих *красное смещение* $z \approx 0$) осн. роль в «подпитке» ЧД играют звезды ядра, то можно грубо оценить его массу по известной светимости ядра и времени его разрушения ($\sim 10^{10}$ лет).

Во мн. моделях активных Я. г. предполагается, что подпитка ЧД осуществляется за счёт газа, теряемого звёздами ядра, балджа или всей галактики. Иногда предполагают, что газ стекает с соседней галактики при взаимодействии галактик. В этих моделях важной проблемой является проблема потери угл. момента стекающим газом. Дело в том, что даже в галактиках с малым угл. моментом газ (без потери момента) должен оседать в диск с радиусом, значительно превышающим радиус ядра. Обсуждается механизм потери момента в результате интенсивного звездообразования в галактич. газовом диске, следствием к-рого являются усиленная турбулентность и ускоренное стекание газа к центр. областям галактики. Бароподобные структуры, часто наблюдаемые в Я. г., также, возможно, способствуют переносу газа из диска в ядро.

Происхождение Я. г. Существует ряд гипотез происхождения Я. г. В ранних гипотезах предполагалось, что Я. г. являются центрами формирования галактик. В последнее время преобладает противоположная точка зрения — галактика формируется из единого газа, облака, фрагментирующего на звёзды. Звездообразование, по-видимому, происходило постепенно. Часть газа сразу превратилась в звёзды, оставшийся газ постепенно охлаждался и сжимался, образуя всё более плотные подсистемы. К этому первичному газу присоединялся газ, сбрасываемый вновь образовавшимися массивными звёздами, к-рые успели прееволюционировать (см. *Эволюция звёзд*). В этой схеме легко объясняется тот факт, что содержание тяжёлых элементов растёт от периферии к центру Галактики. Однако трудности, связанные с потерей угл. момента, остаются и в этой схеме (если только не предполагать, что часть вещества $\sim 1\%$ в первонач. облаке имела предельно малый момент). Скорее всего, схема образования Я. г. более сложна, и эта задача требует дальнейшего решения.

Лит.: Воронцов-Вельяминов Б. А., Внегалактическая астрономия, 2 изд., М., 1978; Физика космоса (маленькая энциклопедия), под ред. Р. А. Сюняева, 2 изд., М., 1986, с. 766; Илларионов А. Ф., Романова М. М., Плотное звездное скопление — возможный источник газа в активных ядрах галактик и квазаров, «Астрономический журнал», 1988, т. 65, с. 682; Афанасьев В. Л. [и др.], Вращение внутренних областей спиральных галактик. III, «Астрофизика», 1988, т. 29, с. 155.

М. М. Романова.

ЯДРО АТОМНОЕ — центральная массивная часть атома, состоящая из протонов и нейтронов (нуклонов). В Я. а. сосредоточена почти вся масса атома (более 99,95%). Размеры ядер порядка $10^{-13} - 10^{-12}$ см. Ядра имеют положительн. заряд, кратный абс. величине заряда элек-

трона e : $Q = Ze$. Целое число Z совпадает с порядковым номером элемента в *периодической системе элементов*. Я. а. было открыто Э. Резерфордом (E. Rutherford) в 1911 в опытах по рассеянию α -частиц при прохождении их через вещество.

Состав ядра. Вскоре после открытия нейтрона Дж. Чедвиком (J. Chadwick, 1932), Д. Д. Иваненко и В. Гейзенбергом (W. Heisenberg) независимо было высказано фундам. предположение о том, что Я. а. состоит из протонов (p) и нейтронов (n). Общее число нуклонов в Я. а. наз. *массовым числом* A , число протонов в ядре равно заряду ядра Z , число нейтронов $N = A - Z$. Ядра с одинаковыми зарядами Z и разным числом нейтронов наз. *изотопами*, ядра с разными Z и одинаковыми N — *изобарами*, ядра с одинаковыми A и разными Z и N — *изобарами*. По совр. представлениям, протон и нейтрон состоят из *кварков* и *глюонов* и Я. а. — сложная система из большого кол-ва кварков, глюонных и мезонных полей, взаимодействующих друг с другом. Последовательное описание Я. а. должно достигаться в рамках *квантовой хромодинамики*. Однако в силу своей сложности эта задача ещё не решена.

Составная природа нуклонов проявляется лишь в столкновениях с большой передачей импульса и энергии. При небольших энергиях возбуждения такие столкновения в ядре редки. Поэтому при описании Я. а. и *ядерных реакций*, происходящих при не слишком больших энергиях (≤ 1 ГэВ на нуклон), в первом приближении можно считать, что ядра состоят из вполне определённого числа нуклонов, движущихся с нерелятивистскими скоростями ($v^2/c^2 \sim 0,1$). Кварки «заперты» каждый в своём нуклоне. Нуклоны не теряют своей индивидуальности и обладают примерно такими же свойствами, как и в свободном состоянии (за нек-рыми исключениями, см. ниже). Протонно-нейтронная картина строения Я. а. является приближённой и нарушается при высоких энергиях возбуждения и в процессах с большой передачей импульса и энергии.

В обычных условиях отклонения от протонно-нейтронной модели, связанные с составной природой нуклонов и кварк-глюонной структурой Я. а., невелики и заключаются в следующем. 1) В результате взаимодействия между нуклонами последние могут существовать в Я. а. не только в основном, но и в возбуждённых состояниях, наз. *нуклонными изобарами*. Низшим из них по энергии является т. н. Δ -изобара (см. *Резонансы*). Часть времени ($\sim 1\%$) нуклоны в ядре могут пребывать в виде нуклонных изобар. 2) Запирание кварков в нуклонах не является абсолютным, в ядре могут на короткое время образовываться сгустки кварк-глюонной материи (*флуктоны*), состоящие из 6, 9 и т. д. кварков (см. *Кварк-глюонная плазма*). 3) Свойства нуклонов, связанных в ядре, могут отличаться от свойств свободных нуклонов. Как показывают эксперименты по глубоко неупругому рассеянию (см. *Глубоко неупругие процессы*) *лептонов* на ядрах, структурные ф-ции нуклонов в ядре, характеризующие распределение кварков по импульсам в нуклоне, отличаются от структурных ф-ций свободных нуклонов (эффект ЕМС — Европейской Мюонной Коллаборации, ЦЕРН, 1982). Одно из возможных объяснений эффекта ЕМС основано на гипотезе об увеличении радиуса нуклона в ядре по сравнению со свободным нуклоном. 4) В ядрах периодически на время $10^{-23} - 10^{-24}$ с появляются (виртуальные) *мезоны*, в т. ч. *пи-мезоны*. Исследование ненуклонных степеней свободы ядра — осн. предмет совр. исследований в *релятивистской ядерной физике*.

Ядерные силы. Нуклоны являются *адронами*, т. е. принадлежат к числу частиц, испытывающих *сильное взаимодействие*. Взаимодействие между нуклонами, удерживающее их в ядре, т. е. *ядерные силы*, возникает в результате взаимодействия между составными частями (кварки, глюоны), к-рые образуют нуклоны. Теория ядерных сил на основе кварковых представлений находится в стадии становления и пока не завершена.

Традиционная мезонная теория ядерных сил основана на идее, предложенной в 1935 г. Юкавой (H. Yukawa). Согласно мезонной теории, взаимодействие между нуклонами