

**А. М. Балдин.** Атомные ядра как кварк-глюонные системы. Представление о ядре как о системе, состоящей из протонов и нейтронов, играет большую роль не только в науке, но и в практической деятельности человека. Однако с возникновением кварковой теории мате-

рии стало несомненным, что это представление является приближенным, ограниченным. В настоящее время мало кто сомневается в том, что кварки и глюоны являются «хорошими» квазичастицами, на основе которых следует описывать адроны на малых расстояниях. И более того, поскольку теория кварков и глюонов (квантовая хромодинамика — КХД) является фундаментальной, стоит грандиозная проблема объяснения на основе этой теории существования адронов и атомных ядер, построения теории кварк-глюонной материи, теории хромоплазмы. Основным источником информации о кварк-глюонном строении ядра является релятивистская ядерная физика<sup>1-3</sup>, т. е. область многобарионных явлений, задаваемая условием

$$b_{ik} = - \left( \frac{p_i}{m_i} - \frac{p_k}{m_k} \right)^2 \gg_0^4 1, \quad (1)$$

где  $p_i, p_k$  — четырехмерные импульсы частиц,  $m_i, m_k$  — их массы. Обозначим через I и II сталкивающиеся релятивистские ядра, а цифрами 1, 2, 3 и т. д. — частицы-продукты реакции:

$$I + II \rightarrow 1 + 2 + 3 + \dots$$

Разработанные в ЛВЭ ОИЯИ экспериментальные методы позволяют получать распределения вероятностей по величинам  $b_{ik}$  (т. е. по  $b_{11}, b_{12}, \dots, b_{12}, b_{13}, \dots, b_{111} \dots$ ).

Одно из основных утверждений, хорошо обоснованных экспериментально, состоит в том, что распределения вероятностей по  $b_{ik}$  довольно быстро убывают при возрастании  $b_{ik}$ . Это свойство распределений отражает фундаментальное свойство кварков, которое называется асимптотической свободой. Физический смысл этого утверждения и критерия  $b_{ik} \gg 1$  состоит в том, что взаимодействие кварков, входящих в частицу или ядро  $i$ , и кварков, входящих в частицу или ядро  $k$ , при  $b_{ik} \gg 1$  становится настолько слабым, что его можно рассматривать по теории возмущения КХД, иначе говоря, на уровне элементарных кварк-глюонных взаимодействий. При этом подразумевается, что 4-скорости движения кварков и глюонов внутри адронов  $i$  и  $k$  в среднем значительно меньше относительной скорости самих адронов  $i$  и  $k$ . Одним из наиболее важных результатов релятивистской ядерной физики является установление границы, начиная с которой кварки можно рассматривать как квазисвободные частицы<sup>4</sup>:

$$b_{ik} \gtrsim 5. \quad (2)$$

В области (2) основное понятие ядерной физики — нуклон (протон-нейтрон) — становится неадекватным, протон-нейтронная модель ядра — несостоятельной и явления необходимо рассматривать на кварковом уровне.

Основными объектами экспериментальных исследований являются распределения вероятностей по  $b_{ik}$  и релятивистски инвариантные корреляторы в том же пространстве 4-скоростей. Среди модельно независимых выводов этих исследований следует отметить вот что: корреляционная длина (расстояние в рассматриваемом пространстве, на котором коррелятор убывает в  $e$  раз) составляет всего 1—2, асимптотическая область ядерных взаимодействий, где кварковые явления (деконфайнмент цвета) играют определяющую роль, начинается при энергиях релятивистских ядер  $\sim 3,5 A$  ГэВ ( $A$  — атомный вес). Дубненский синхрофазотрон является уже около 15 лет единственным в мире ускорителем, обладающим энергией ядер выше этой границы.

Интерпретация экспериментально найденных распределений на основе партонной модели позволяет получить распределения кварков в ядрах (кварк-партонные структурные функции ядер)<sup>4</sup> и предсказать закономерности, часть которых получила подтверждения в глубоконеупругом рассеянии лептонов на ядрах (так называемый ЕМС-эффект). Один из наиболее

существенных выводов такой интерпретации: помимо протонов и нейтронов в ядрах возникают флуктуации кварк-глюонной плазмы. Ядра, видимо, являются гетерофазными системами<sup>5</sup>.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балдин А. М.— УФН, 1976, т. 120, с. 133.
2. Балдин А. М.— Физ. ЭЧАЯ, 1977, т. 8, с. 429.
3. Baldin A. M.— Nucl. Phys. Ser. A, 1985, v. 434, p. 695.
4. Балдин А. М., Панебратцев Ю. А., Ставинский В. С.— ДАН СССР, 1984, т. 279, с. 1352.  
Балдин А. М., Диденко Л. А.— Кр. сообщ. ОИЯИ, 1984, № 3-84, с. 5.
5. Балдин А. М. и др.— ДАН СССР, 1984, т. 279, с. 602.