
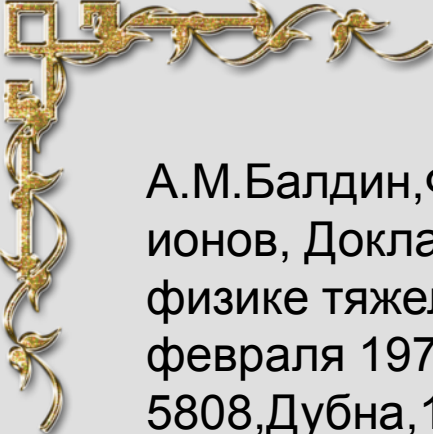


К 90-летию Академика
А.М.Балдина

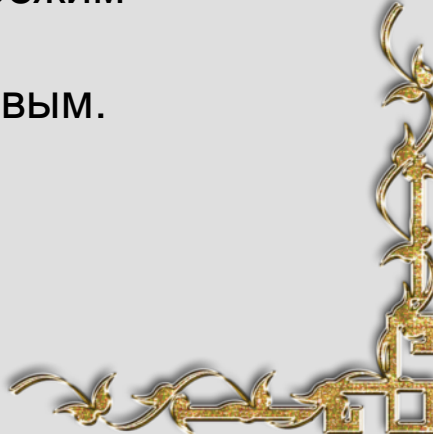
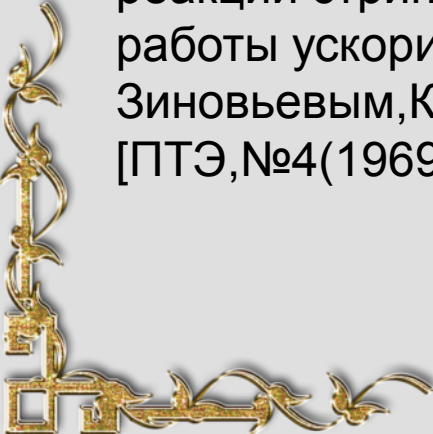
Кумулятивные процессы. Поиск и
изучение халогной сверхплотной
барьонной материи.


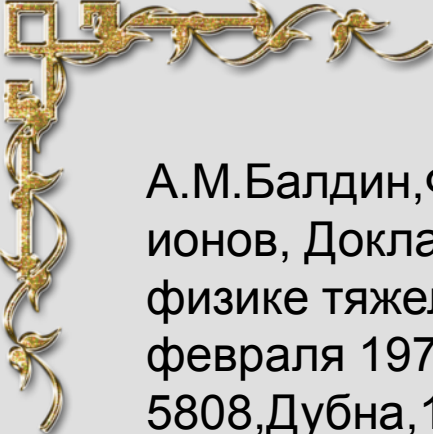
А.Ставицкий(ИТЭФ)



А.М.Балдин, Физика многозарядных ионов, Доклад на межд.конф.по физике тяжелых ионов(Дубна, 11-17 февраля 1971г.(ОИЯИ, Р7-5808, Дубна, 1971); Краткие сообщения по физике АН СССР, №1, январь 1971

«На синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ в августе 1970 г. был осуществлен режим ускорения дейтронов до импульса 11 ГэВ/с. Новый режим работы ускорителя открывает очень интересные перспективы использования **как пучков релятивистских дейтронов**, так и пучков моноэнергетических нейтронов, получаемых на основе реакции стриппинга... Предложение осуществить такой режим работы ускорителя было сделано Безногих, Зиновьевым, Казанским, Михайловым, Морозом и Павловым. [ПТЭ, №4(1969)стр.202]»





А.М.Балдин, Физика многозарядных ионов, Доклад на межд.конф.по физике тяжелых ионов(Дубна, 11-17 февраля 1971г.(ОИЯИ,Р7-5808,Дубна,1971); Краткие сообщения по физике АН СССР, №1, январь 1971

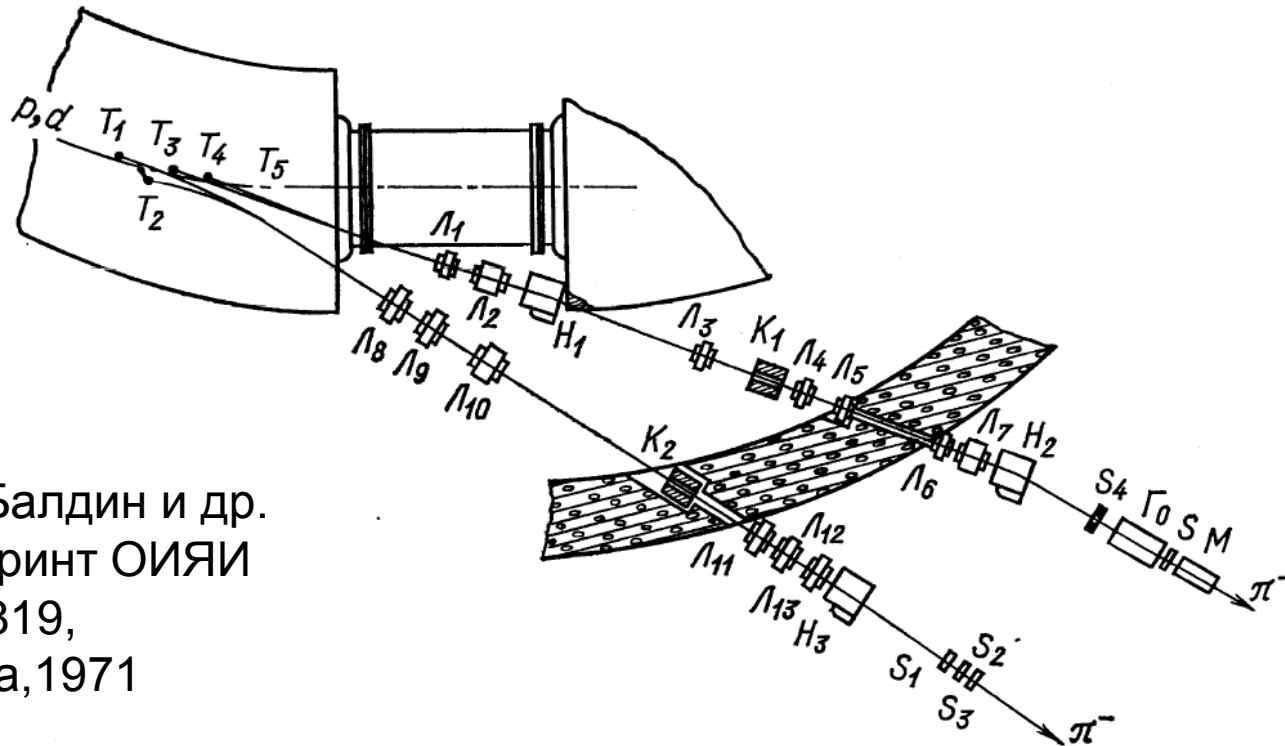
...«Сделаем крайнее предположение, что не только формфакторы, но и другие пространственные характеристики (например, среднее расстояние между нуклонами) не играют существенной роли при столкновении адронов и ядер при высоких энергиях. Наше предположение соответствует автомодельному характеру поведения решений некоторых задач гидродинамики (задача сильного точечного взрыва). Это предположение с успехом было применено к задаче глубоко неупругого рассеяния электронов на нуклонах [J.D.Bjorken 1969; В.А.Матвеев,Р.М.Мурадян,А.Н.Тавхелидзе, 1969]»...

Конкурирующие гипотезы:

- 1) Дифференциальное сечение упругого рассеяния протонов на ядрах экспоненциально зависит от квадрата переданного 4-импульса $d\sigma/dt \sim \exp(at)$, $a \sim R^2$, R - радиус ядра, $t = (P_1 - P_2)^2$, P_1 и P_2 - 4-импульсы протона до и после столкновения. Отсюда вероятность передачи энергии ~ 1 ГэВ порядка $\exp(-40)$.
- 2) Сечение определяется вероятностью попадания N нуклонов в область многочастичного взаимодействия $\sim (\rho_A/\rho_h)^N$. В силу большой компактности ядра He^4 , согласно этой гипотезе, можно рассчитывать на получение вторичных частиц с импульсом, близким к верхней границе для ядра, как целого, с интенсивностью всего лишь в **100 раз меньше**, чем при соударении протонов, имеющих ту же кинетическую энергию, что и ядра гелия.

	$a_{2N}, \%$	$a_{3N}, \%$	$(a_{2N})^2, \%$
^3He	8.0 ± 1.6	0.18 ± 0.06	0.64
^4He	15.4 ± 3.3	0.42 ± 0.14	2.4
^{12}C	19.3 ± 4.1	0.55 ± 0.17	3.7

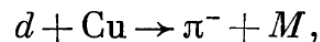
$^4\text{He}: (a_{2N})^3 \sim 0.4\%$,
K.S.Egiyan et al., (CLAS collab.JLAB)
Phys.Rev.Lett.96,082501(2006)



А.М.Балдин и др.
 Препринт ОИЯИ
 Р1-5819,
 Дубна, 1971

Рис. 1. Схема эксперимента, в котором был обнаружен кумулятивный эффект

При ускорении дейтронов до импульса 10 ГэВ/с регистрировались пионы реакции



причем энергия пионов существенно превышала кинематический предел, возможный во взаимодействии отдельных нуклонов уско-

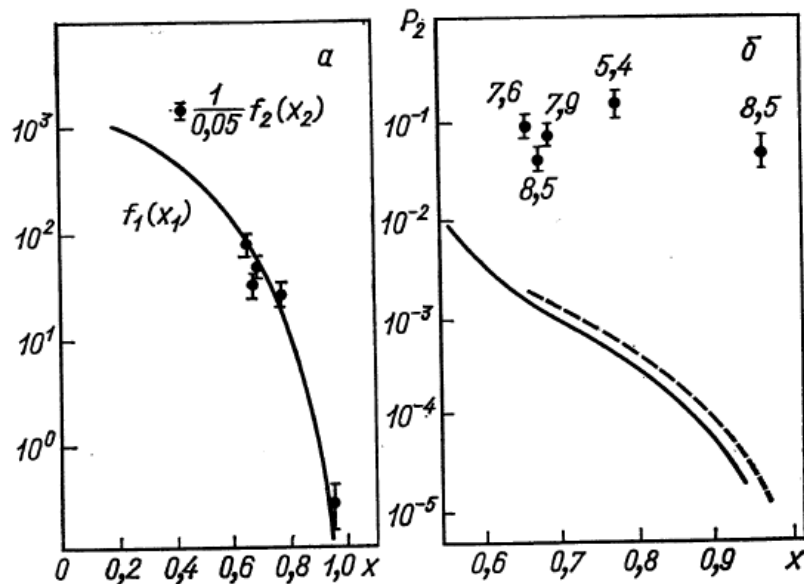


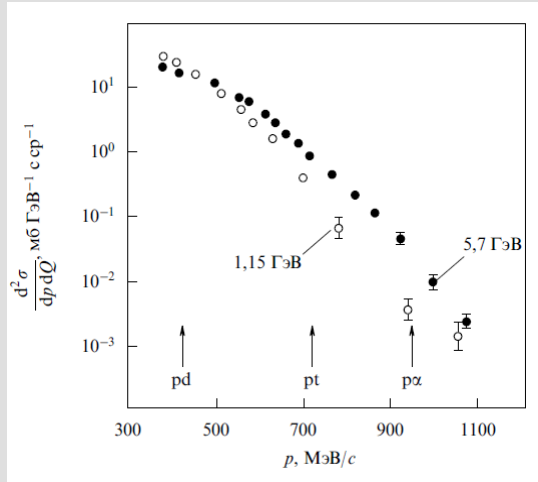
Рис. 2. Высокоэнергетический выход пионов в dCu -взаимодействии:
 а — сравнение зависимости от x pCu (—) и dCu (●)-взаимодействий; б — отношение вероятности рождения пиона дейтоном как целым к вероятности рождения отдельным нуклоном. Показан возможный вклад модели ферми-движения (без кора — и с кором — — —). Около экспериментальных точек указана кинетическая энергия ускоренных дейтонов

участия во взаимодействии двух нуклонов ядер дейтерия не зависит от превышения энергии рожденного мезона над кинематическим пределом ($x \geq 0,5$), соответствующим взаимодействию совершенно свободных нуклонов дейтерия. Следует отметить, что эта вероятность [коэффициент P_2 в соотношении (8)] предсказывалась до эксперимента как вероятность нахождения двух нуклонов ядер дейтерия, в соответствии с волновой функцией, в некотором характерном для мезонообразования объеме ($r \approx 0,7$ ферми):

$$P_2 \approx (r/r_D)^3 \approx 5 \cdot 10^{-2}.$$

А.М.Балдин и др.
 Препринт ОИЯИ
 Р1-5819,
 Дубна, 1971

ИТЭФ (Г.А.Лексин и др.)



На рисунках приведены спектры протонов, измеренные на ускорителе ИТЭФ под углом 137° в реакции $p+C \rightarrow p+X$ [2]. Стрелки показывают положения ожидавшихся квазиупругих максимумов для рассеяния на многонуклонных кластерах типа d, t, He . Присутствие в спектре частиц, за пределами ограничений кинематики pp взаимодействия ясно видно. Это были первые измеренные спектры протонов в кумулятивной области при начальных энергиях несколько ГэВ.

Баяков и др., Изв. АН СССР т.30, 1966, с.521

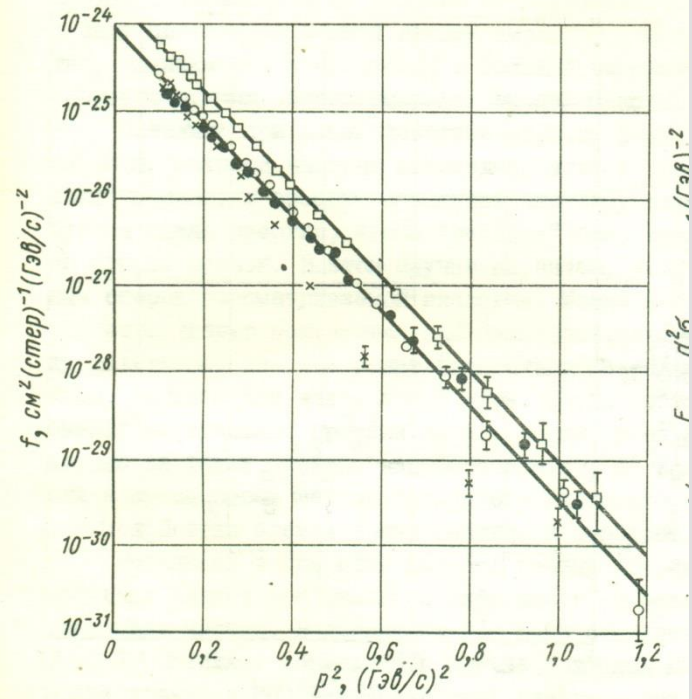
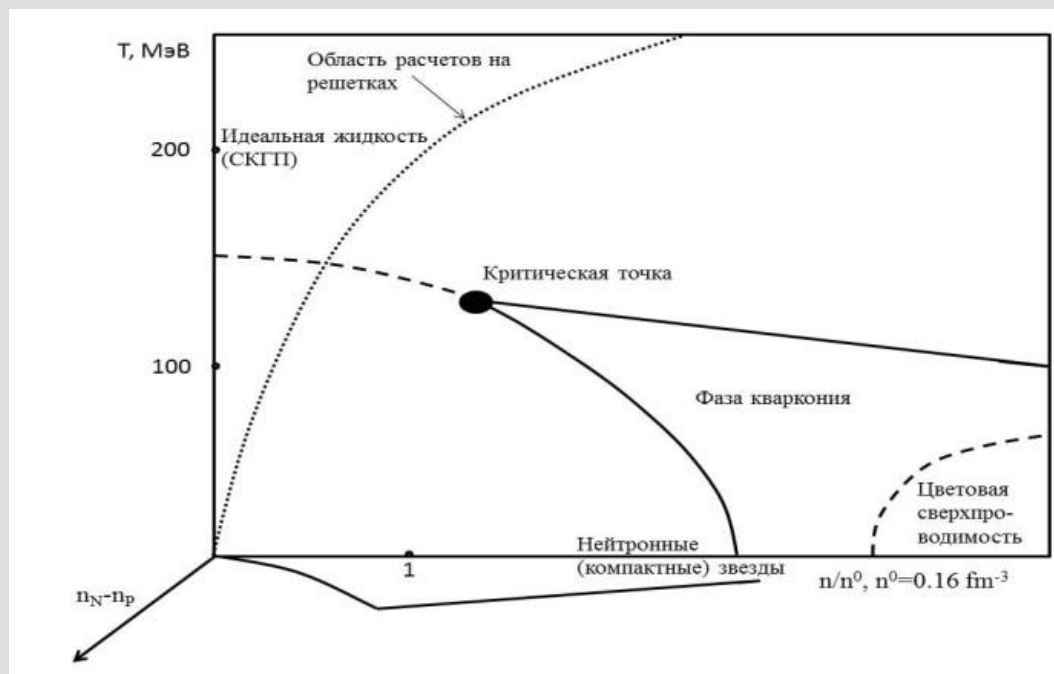


Рис.6. Зависимость инвариантной функции от квадрата импульса вторичного протона, вылетающего из меди, облученной протонами с энергией 3,66 ГэВ ϕ ; из углерода, облученного протонами с энергией 1,15 ГэВ * ; 3,66 ГэВ ϕ и 5,7 ГэВ ϕ

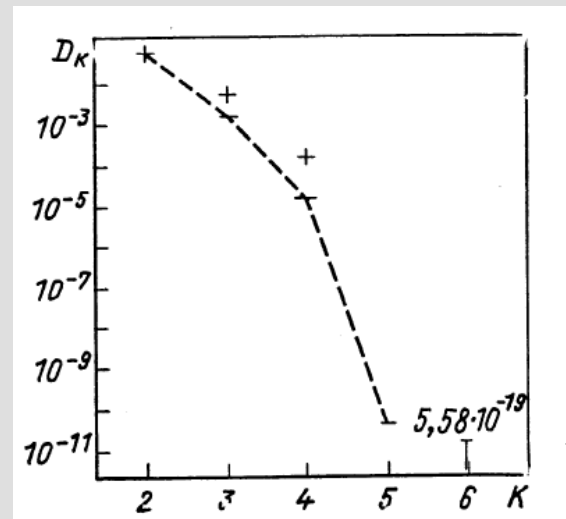
ЯФ т.18, с.1246, 1973

Суть обнаруженного эффекта, опуская детали, состоит в том, что взаимодействие частицы с ядром, хотя и редко, кинематически выглядит как взаимодействие с объектом, в несколько раз тяжелее нуклона. Полученные закономерности позволяют утверждать, что в структуре ядер обнаружены локальные многонуклонные конфигурации, для которых Д.И.Блохинцевым было введено понятие «флуктон» - это флуктуация плотности ядерной материи. Флуктоны по ряду причин могут рассматриваться, хотя и с существенными оговорками, как вкрапления холодной плотной барионной материи в ядерном веществе, занимающей на фазовой диаграмме ядерной материи (рис.1) примерно ту же область, что и известные в астрофизике нейтронные звезды.



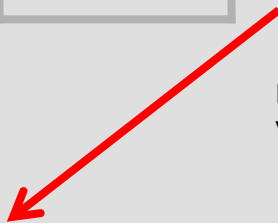
Why AA ?

	$a_{2N}, \%$	$a_{3N}, \%$	$(a_{2N})^2, \%$
${}^3\text{He}$	8.0 ± 1.6	0.18 ± 0.06	0.64
${}^4\text{He}$	15.4 ± 3.3	0.42 ± 0.14	2.4
${}^{12}\text{C}$	19.3 ± 4.1	0.55 ± 0.17	3.7

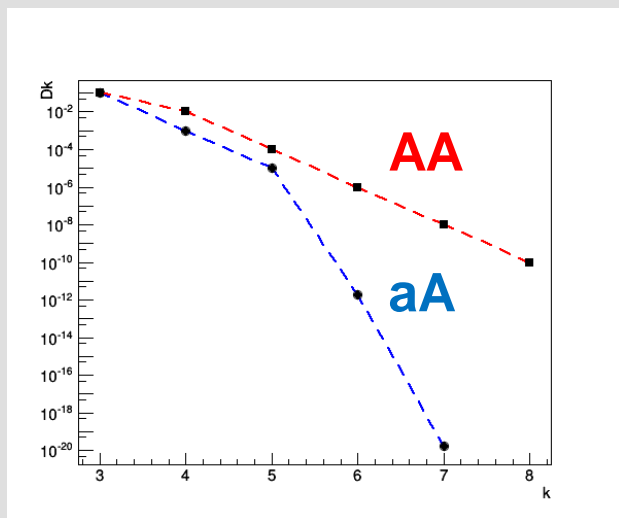


Flucton probability as a function of number of nucleons.

V.K.Luk'yanov, A.I.Titov,
PEPAN, 1979, vol.10(4), p.815

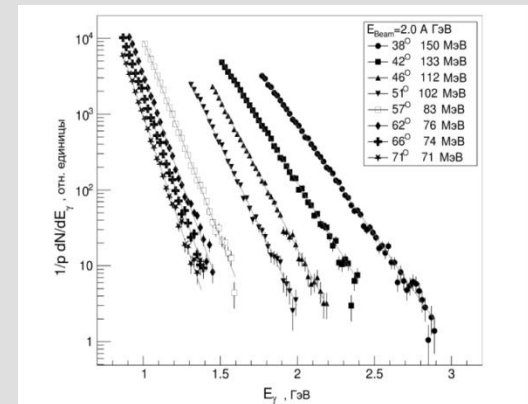
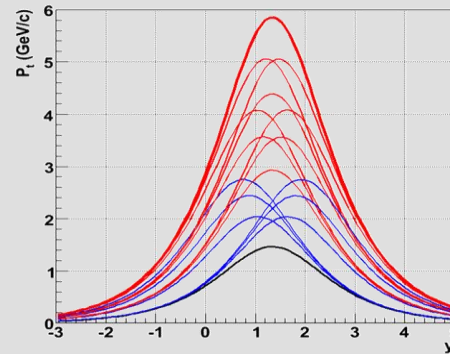
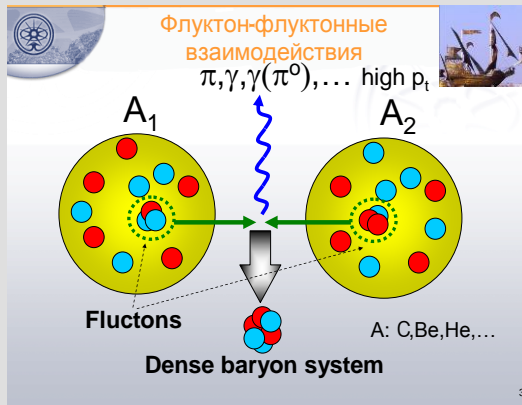


dramatic decreasing
of the cross sections with N:
----> max N~4



Flucton+flucton probability as a function of total number of nucleons.

Возможен сценарий, при котором многонуклонные конфигурации при столкновении сливаются и образуют единую многокварковую систему [8]. Этот сценарий соответствует квазибинарному процессу и является наиболее выгодным с кинематической точки зрения для образования многонуклонной конфигурации в качестве объекта отдачи в области больших p_T (рис.5). В начале XXI века в ИТЭФ была создана экспериментальную установку ФЛИНТ (FLuctonINTeraction) для поиска и изучения свойств сверхплотной холодной материи в соответствии с приведенным выше сценарием [8]. Первой целью было с помощью специальных (кинематических) критериев отобрать экстремально редкие взаимодействия ядер с ядрами, в которых доля флуктон-флуктонных взаимодействий должна быть на несколько порядков выше, чем в обычных ядро-ядерных взаимодействиях. Вследствие этого ожидаемые капли сверхплотной холодной материи в системе отдачи должны стать доступными экспериментальному исследованию. Флуктон-флуктонное взаимодействие, которое предлагал искать и изучать Г.А.Лексин, играло в этой программе роль инструмента для отбора редких (на уровне нанобарн) ядро-ядерных взаимодействий, в которых в конечном состоянии флуктоны трансформируются в «капельку» реальной сверхплотной ядерной материи.



I.G.Alekseev et al. (FLINT), ЯФ 71(2008)1; A.Stavinskiy, EPJ Web Conf. 71 (2014) 00125;
K.R. Mikhailov et al., Phys.Atom.Nucl. 77 (2014) 576, ЯФ 77 (2014) 610

