



К 90-летию В.С. Ставинского (1931- 1990)

Кумулятивный эффект: вчера, сегодня, завтра

В.Т. Ким

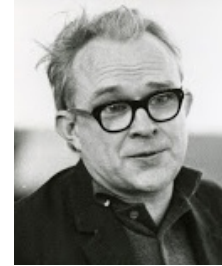
Петербургский институт ядерной физики
НИЦ Курчатовский институт

Процессы за пределами кинематики на свободном нуклоне

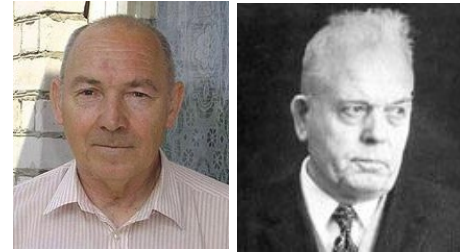
Синхроциклотронная Лаборатория -> ЛЯП ОИЯИ

Г.А. Лексин (1957)

Рассеяние на ядре за пределами кинематики свободного нуклона

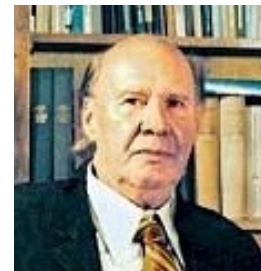


Ажгирей, Мещеряков и др. (58)



Д.И. Блохинцев (1958)

флуктуации ядерного вещества



Кумулятивный эффект: предсказание и открытие

SLAC (1968-69):

Партоны и масштабная инвариантность (скейлинг) в нуклонах

ЛВЭ ОИЯИ:

А.М. Балдин (1971)

Предсказание: партоны в ядрах могут нести импульс нескольких нуклонов

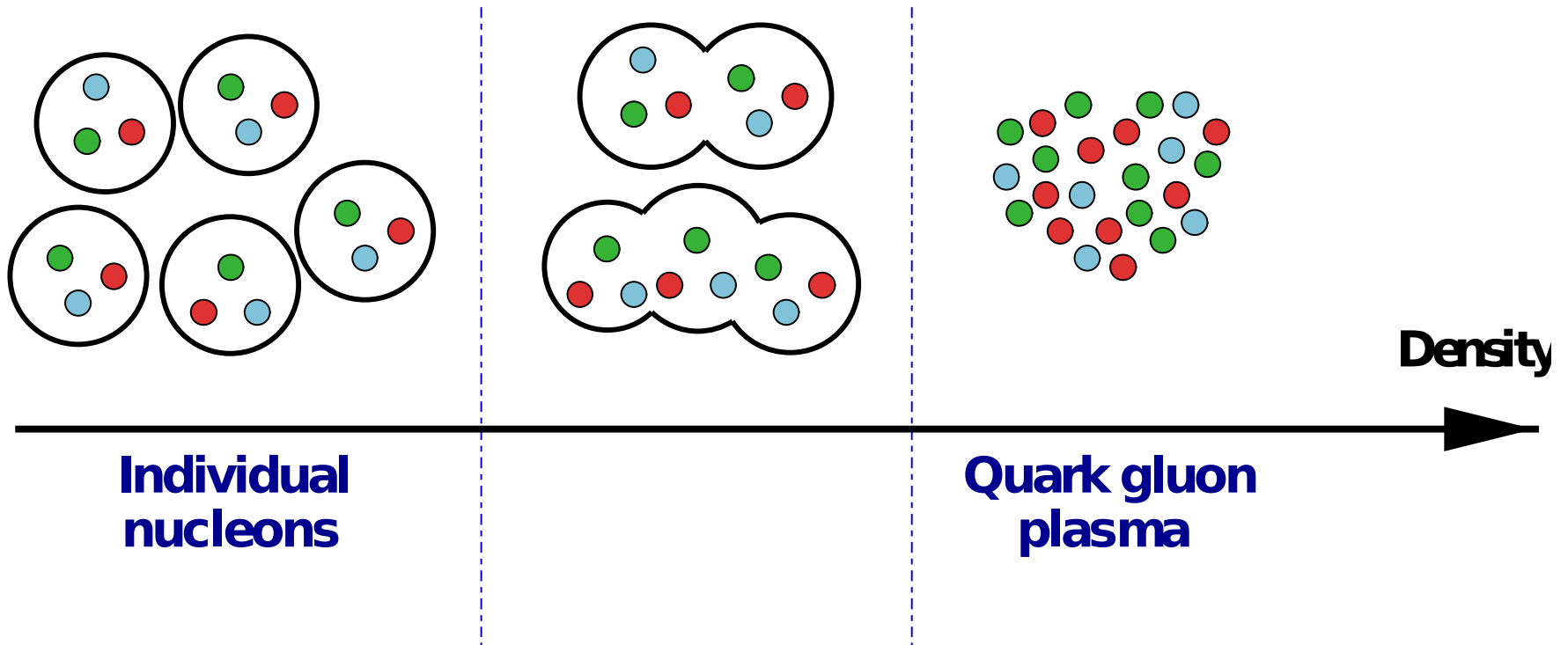


Группа В.С. Ставинского (1971)

Экспериментальное открытие кумулятивного эффекта



Холодная плотная ядерная материя



Кумулятивный скейлинг: переменная Ставинского

В.С. Ставинский (1976,1979)

**Переменная Ставинского:
минимальная масса мишени,
учитывающая массовые поправки на пороге**

Кумулятивные процессы: модели

А.В. Ефремов (1982)



«Холодные» модели:

- начальное состояние ядра (структурная функция ядра)
- локальность (малые расстояния - партоны)

«Горячие» модели:

- Файербол
- многократное перерассеяние
- образование промежуточных резонансов

«Холодное ядро»: Многокварковые Флуктоны

Многокварковые объекты:

А.В. Ефремов (1976,78)

В.В. Буров, В.К. Лукьянов, А.И. Титов (1976,77)

Р.Л. Джаффе (1977)

В.А. Матвеев, П. Сорба (1978)

Ю.Ф. Смирнов И.Т. Обуховский, В.Г. Неудачин,

Ю.М. Чувильский, Р. Тамагаки (1978)

...

Мало-нуклонные корреляции

М.И. Стрикман, Л.Л. Франкфурт (1977,81)

Кумулятивные процессы: определение

- **Процессы за пределами кинематики на свободном нуклоне**
 - **скейлинг**
- >

Кумулятивные процессы:

скейлинговые процессы на ядрах при $X > 1$

→ **«Холодные модели»**

Кумулятивный скейлинг: переменная Ставинского

В.С. Ставинский (1976,1979)

**Переменная Ставинского:
минимальная масса мишени,
учитывающая массовые поправки на пороге**

Nuclear structure functions at large X : multiquark fluctons for cumulative processes

Кварковые “флуктоны”

А.В. Ефремов (76,78)

В.В. Буров, В.К. Лукьянов, А.И. Титов (76,77)

$$F_A(y) = \sum_{k=1}^A P_k F_k(y)$$

$$F_k(y) = C_k y^{A_k} (k - y)^{B_k}$$

А.Б.Кайдалов, А.В.Ефремов, В.Т.Ким, Г.И.Лыкасов, Н.В.Славин (1988)

Дополнительное коллективное жесткое кварковое море имеет тот же наклон, что и валентные кварки:

$$O'_A \simeq \Delta_A \cdot T_A^{NS} \otimes V_N$$

**Это коллективное море мало при $x < 1$,
но доминирует над нуклонным морем при $x > 1$!**

Фрагментация многокварковых флуктонов

Фрагментация многокварковых флуктонов: Кумулятивные процессы в области фрагментации ядра

А.Б.Кайдалов, А.В.Ефремов, В.Т.Ким, Г.И.Лыкасов, Н.В.Славин (1988)

- Жесткое коллективное кварковое море $X > 1$: $S_A(x) \sim S_N(x) + \Delta_A V_A(x)$

- Фрагментация флуктонов в модели кварк-глюонных струн

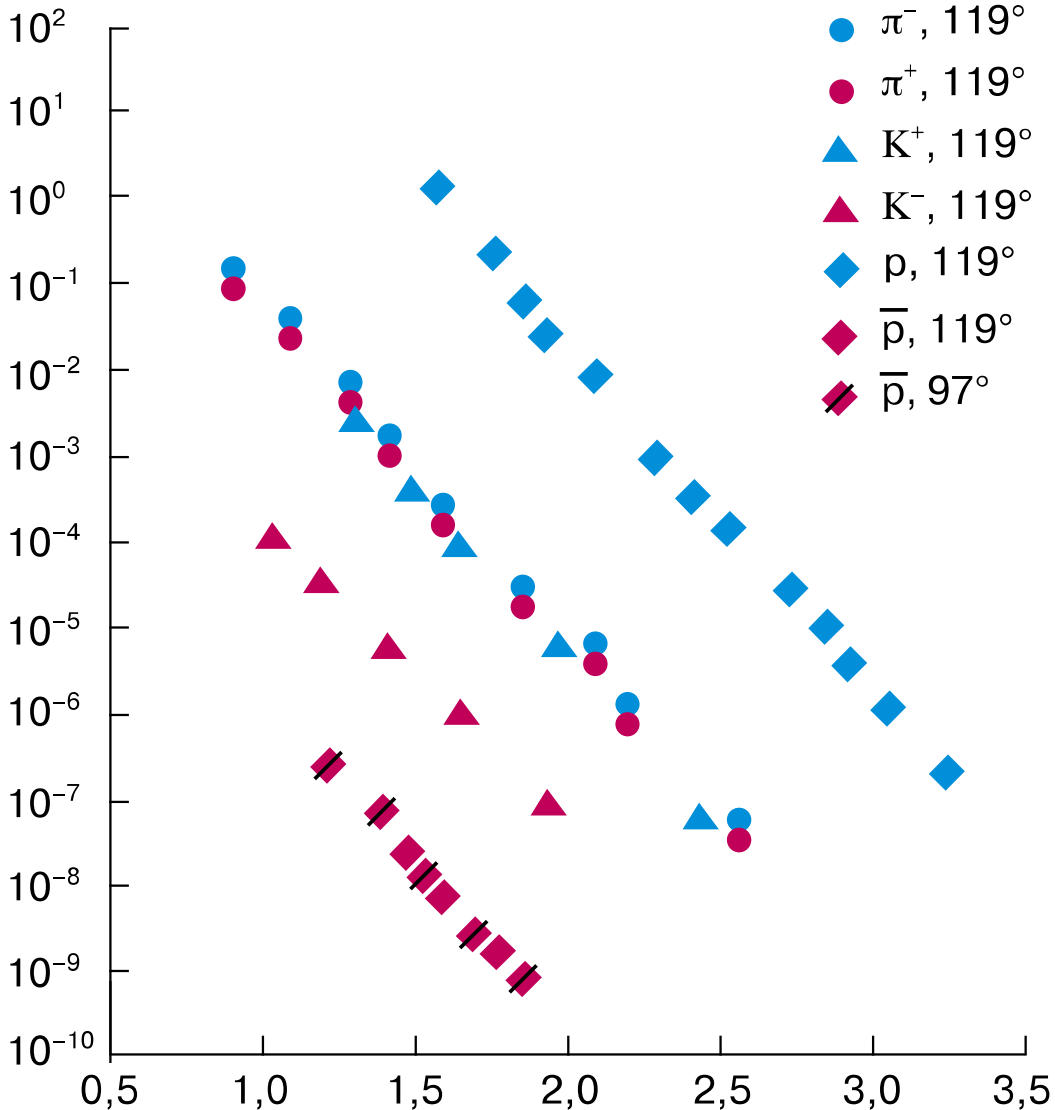
**Ядерные структурные функции при $X > 1$
в LO и NLO
ВК (1991, 2017)**

Малонуклонные корреляции: нет коллективного кваркового моря

Кумулятивные процессы: суперскейлинг



$Ed^3\sigma/d^3p$



**А.Б.Кайдалов, А.В.Ефремов,
В.Т.Ким, Г.И.Лыкасов,
Н.В.Славин (1988)**

**Предсказание таких же
наклонов спектров для
“морских” частиц:
K⁻
антипротон**

**Наклоны одинаковы:
суперскейлинг!
ИТЭФ: группа Лексина
Ю.Т. Киселев и др. (1989)**

X

Кумулятивные процессы при больших pT

В.В.Буров, Л.П. Катарь, А.И. Титов (1986)

$$xT < xT_{\max} = 2$$

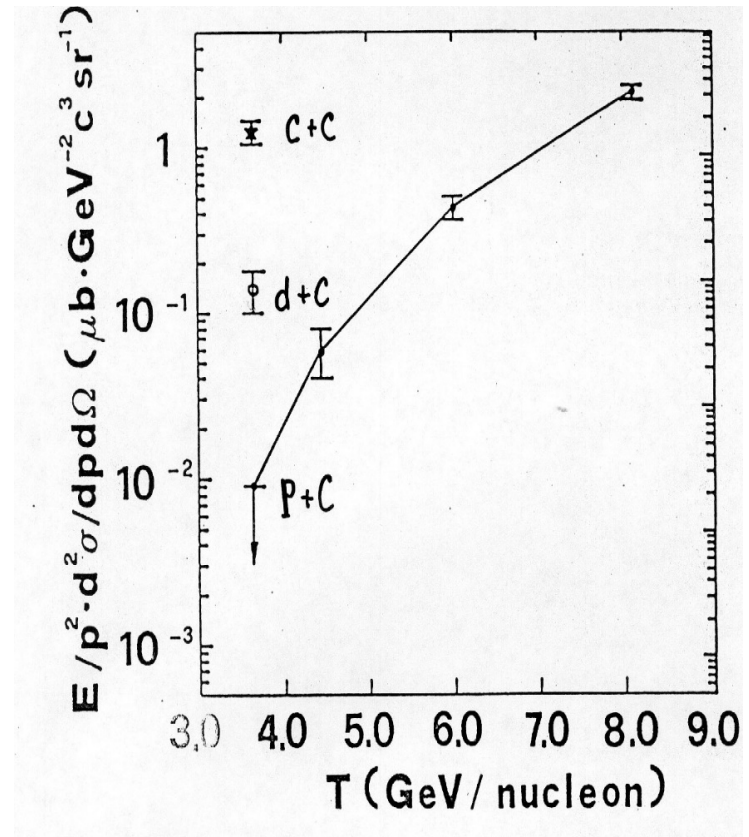
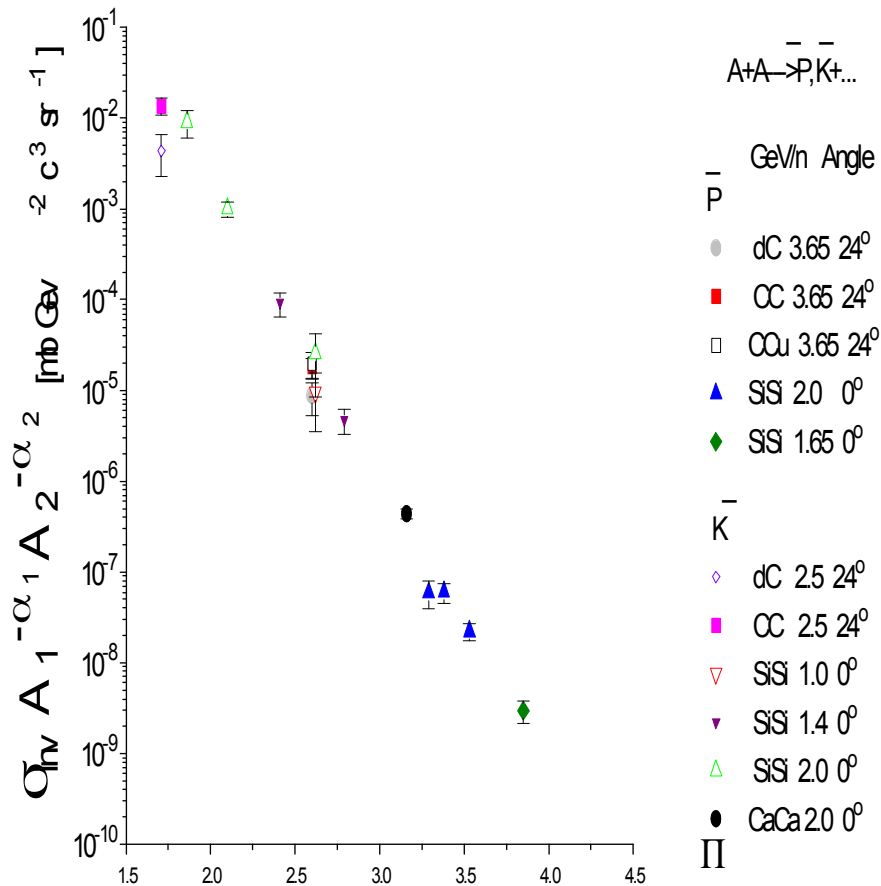
К рассеянию на флуктонах нужно учитывать процессы перерассеяния → нарушение скейлинга

А.В. Ефремов, В.Т. Ким, Г.И. Лыкасов (1986)

ФОДС, Р.М. Суляев и др. (1984)

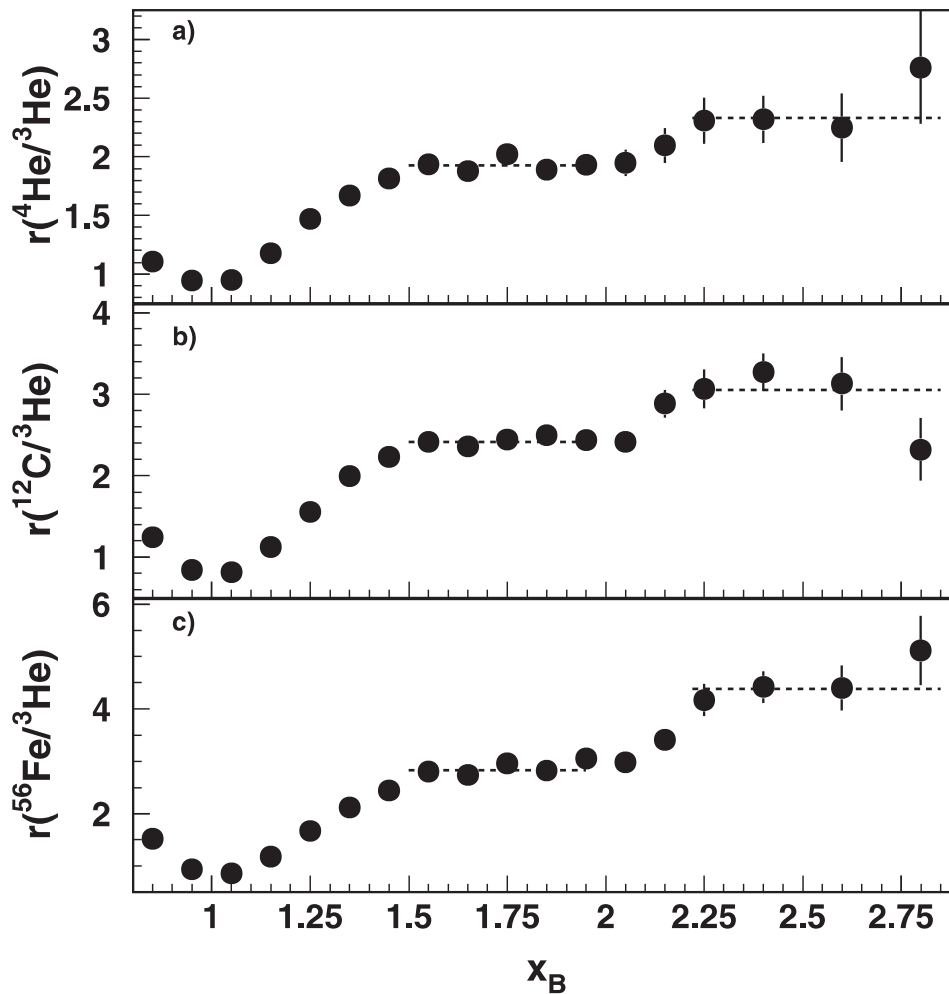
В.Т. Ким, П.И. Зарубин (1986)

Глубокоподпороговое образование антипротонов в АА-соударениях



J.Carroll Nucl. Phys. A488 (1989) 2192.
 A.Shor et al. Phys. Rev. Lett. 62 (1989) 2192.
 A.A.Baldin et al. Nucl. Phys., A519 (1990) 407.
 A.A.Baldin et al. Rapid Communications JINR, 3-92 (1992) 20.

Nuclear structure function ratio in lepton DIS at $X > 1$

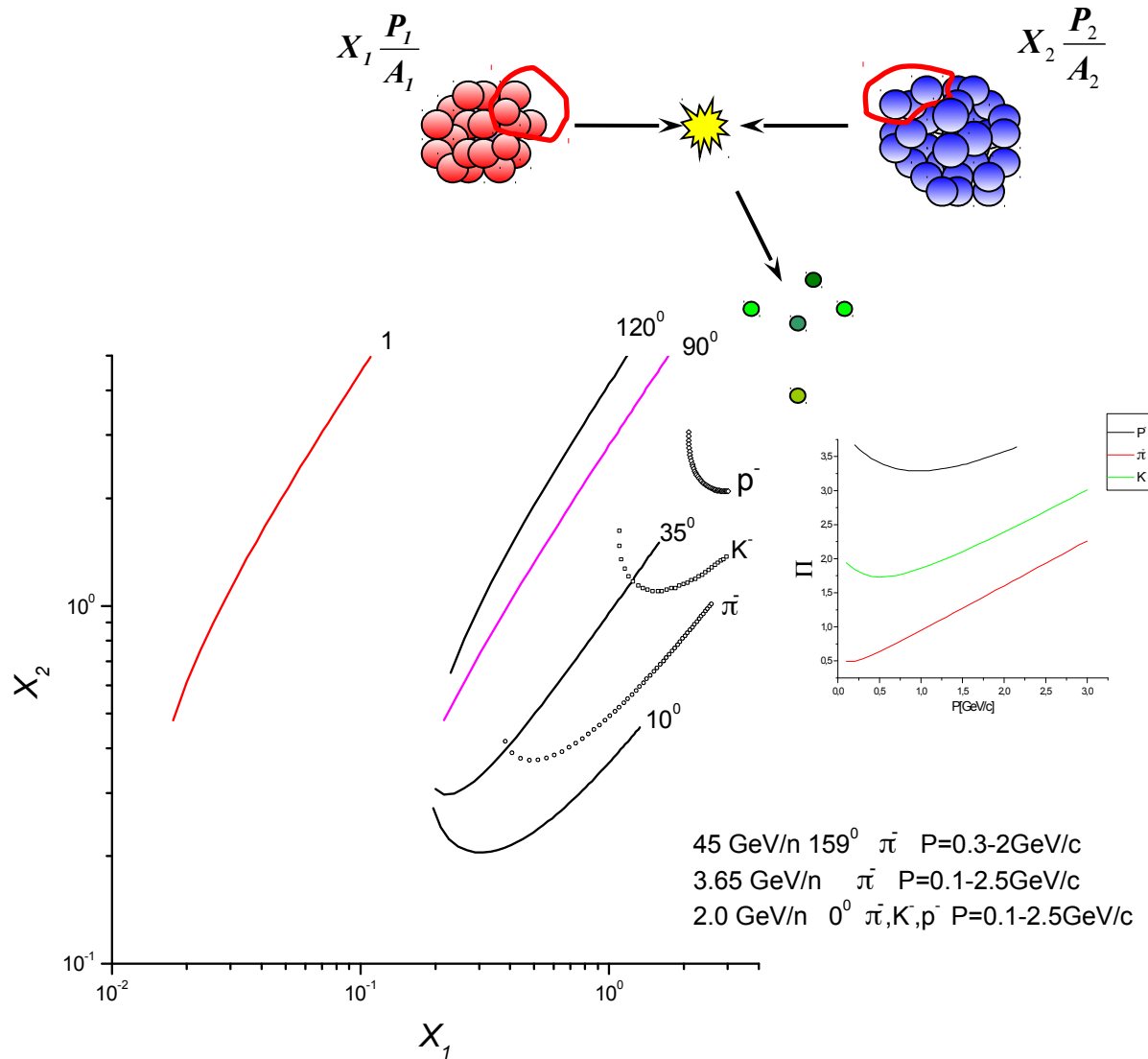


JLAB CLAS Coll., K. Egiyan et al. (06)

H. Pirner, J. Vary (86)

N.P. Zotov, V.A. Saleev (88)

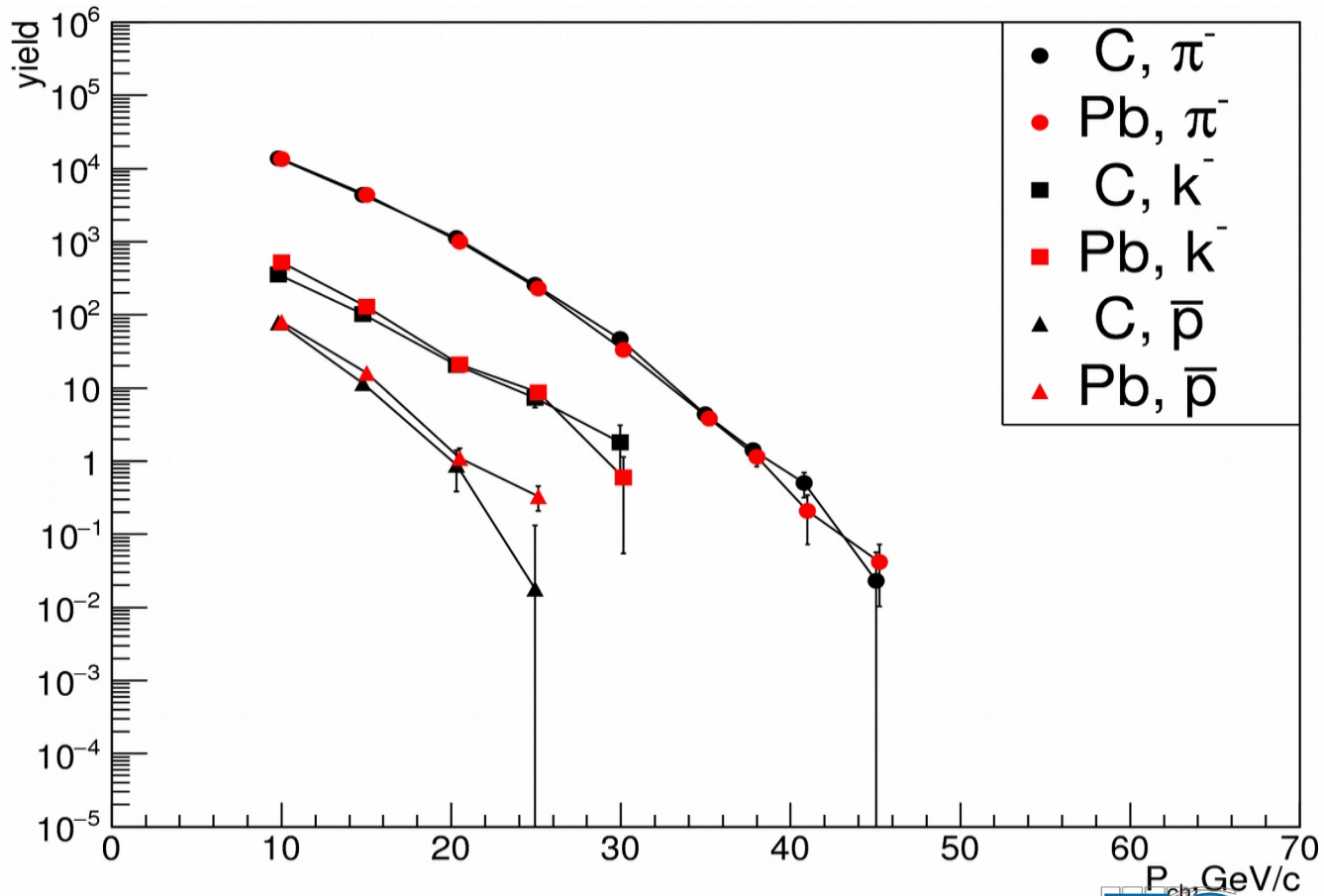
Двойные кумулятивные процессы КАСПИЙ, МАРУСЯ



Cumulative processes (direct nucleus fragmentation): Carbon beam @ NRC KI - IHEP (Protvino)

пучок: C^{12} 20 GeV/N фрагментация вперед
мишени: C^{12} , Pb^{207}

ФОДС-2, Боголюбский и др. (2017)



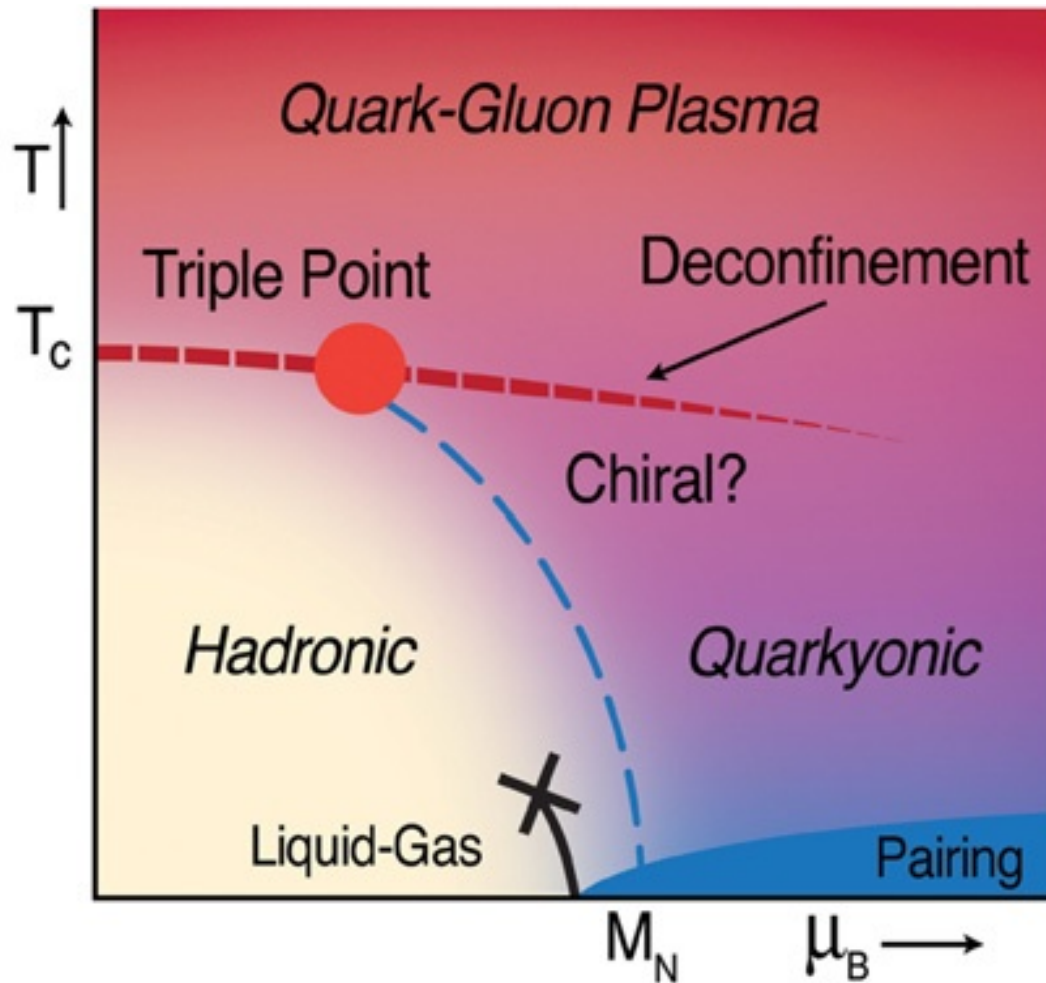
НИЦ КИ - ИФВЭ: СПИН/ФЛУКТОН

ИФВЭ Аммосов, Гапиенко, Шиманский и др. (2015-17)

Кумулятивные процессы с большими pT

ИТЭФ, А.В. Ставинский и др. (2008-10) Глубокоподпороговые процессы

Cold Superdense Baryon Matter



L.McLerran & L.McLerran & R. Pisarski (2007)
V. Braguta et al. (2016), ...

Холодная сверхплотная ядерная материя

- **Флуктоны и Холодная сверхплотная ядерная материя:**
- **- фазовый переход**
- **- химический потенциал**
- **- изоскалярная доминантность**
- **- кваркионная фаза**
- **- нейтронные звезды**
-
-

НИКА и ?

BM@N: МНК, флуктоны

FITNEX(?):

Мюонные пары -> глубокоподпороговые J/Psi

SPD легкие ядра

NA61/SHINE (?) - CERN

CBM, PANDA (?) — FAIR, GSI

Заключение

Кумулятивный эффект, предсказанный А.М. Балдиным и открытый группой В.С. Ставинского 50 лет назад является актуальной тематикой и имеет новые перспективы для нового поколения экспериментов и теоретических подходов

