

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

Б 339

P1-87-849

**ИЗУЧЕНИЕ ИНКЛЮЗИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
 $\bar{\nu}_e$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПРИ 12 ГэВ/с**

1987

Б.В.Батюня, И.В.Богуславский, Д.Брунцко, В.Врба, И.М.Граменицкий,
Р.Ледницки, К.С.Медведь, И.Б.Пустыльник
Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

К.Кока, Т.Понта
Центральный институт физики, Бухарест

Н.М.Агабабян, Н.Б.Дашьян, А.Р.Канемян, Э.А.Киракосян
Ереванский физический институт, Ереван

Л.К.Гладилин, О.В.Гришина, Р.К.Дементьев, Е.М.Лейкин,
Н.П.Новокшанов, Н.А.Пожидаева, В.П.Руковичкин, В.И.Рудь,
Л.А.Тихонова
Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ, Москва

В.Ф.Андреев, П.С.Баранов, С.В.Левонян
Физический институт им. П.Н.Лебедева АН СССР, Москва

П.Муринь
Институт экспериментальной физики САН, Кошице

З.Златанов, Х.Каназирски
Высший химико-технологический институт, София

Г.О.Кураташвили, Т.П.Топурия
Институт физики высоких энергий Тбилисского государственного
университета, Тбилиси

И.Геринек, М.Локайчек, Й.Ридки, П.Староба, В.Шимак
Институт физики Чехословацкой академии наук, Прага

Р.Лейтнер, М.Сук
Ядерный центр Карлова университета, Прага

1. ВВЕДЕНИЕ

В данной работе исследуются инклюзивные характеристики $\bar{d}d$ -взаимодействий при 12,2 ГэВ/с. Одна из задач состоит в изучении свойств многократных столкновений, присутствующих в $\bar{d}d$ -соударениях. В связи с этим в работе представлено сравнение полученных инклюзивных характеристик $\bar{d}d$ -взаимодействий с $\bar{N}N$ -процессами при $\sqrt{s} \approx 6,1$ ГэВ/с. Структура работы следующая: в первом разделе описана методика, позволяющая определить некоторые инклюзивные характеристики заряженных π -мезонов, барионов и антибарионов, образующихся в $\bar{d}d$ -соударениях. Во втором разделе представлены инклюзивные характеристики заряженных π -мезонов, барионов и антибарионов и приведено их сравнение с $\bar{N}N$ -данными при $\sqrt{s} \approx 6,1$ ГэВ. В заключении коротко сформулированы основные выводы работы.

Ранее в рамках данного $\bar{d}d$ -эксперимента изучались топологические сечения неупругих $\bar{d}d$ -столкновений^{1/}, сечения рождения нейтральных странных частиц и γ -квантов^{2/} и характеристики распределения по множественности $\bar{p}n$ -соударений при 6,1 ГэВ^{3/}.

2. МЕТОДИКА СЕПАРАЦИИ ВТОРИЧНЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Методика измерения $\bar{d}d$ -взаимодействий описана в работе^{4/}, программа геометрической реконструкции и кинематического анализа в работах^{5,6/} соответственно.

В $\bar{d}d$ -событиях существует большая доля ОС-фит каналов ($\sim 70\%$), присутствие которых не позволяет полностью решить проблему идентификации вторичных заряженных частиц на уровне кинематического анализа — например, помимо ОС-фит каналов с $\bar{p}n$ -парой, присутствует и большая часть каналов по крайней мере с двумя π^0 -мезонами (как показано в работе^{2/}, среднее число π^0 -мезонов в $\bar{d}d$ -взаимодействиях равно $4,69 \pm 0,07$). В связи с этим была использована следующая методика сепарации заряженных вторичных частиц.

Если значение модуля импульса p в лабораторной системе координат (л.с.к.) частицы меньше, чем $p_0 = 1,5$ ГэВ/с, то визуальная идентификация по плотности ионизации позволяет определить тип частицы. В случае, когда $p > p_0$, все заряженные частицы, образующиеся в $\bar{d}d$ -взаимодействиях, были лоренц-преобразованием переведены в систему центра масс (с.ц.м.) с массой, соответствующей заряженному π -ме-

зону. В дальнейшем было сделано следующее допущение: если в с.д.м. значение продольной компоненты импульса p_L^* оказалось отрицательным, то данная частица считалась π^- -мезоном. В работе^{/7/} для энергии 22,2 ГэВ показано, что таким образом из-за неправильной идентификации частиц возникает неопределенность порядка $\sim 10\%$. Поэтому можно предполагать для нашей энергии, что примесь, связанная с неправильной идентификацией, меньше 10%. Как показано в работах^{/1,8/}, значение примеси π^- -мезонов в пучке антинейтронов составило $\sim 30\%$. Для введения поправок на адронный фон пучка использовались данные по π^-d -взаимодействиям при 12 ГэВ/с, полученные в модели Монте-Карло генерации адрон-ядерных и ядро-ядерных взаимодействий^{/9/} (экспериментальные данные подобного типа в настоящее время отсутствуют). При этом в модели был введен учет ферми-движения ядерных нуклонов, которое было генерировано в соответствии с волновой функцией Хьюлтена^{/10/}. Процессы дифракционной диссоциации π^-d -взаимодействий в модели не заложены. Кратность взаимодействия определена в согласии с моделью Глаубера^{/11/}, в которой упругая адрон-нуклонная амплитуда параметризована в виде одной экспоненты с параметрами, взятыми из^{/12/}.

Значение миллибарн-эквивалента было определено в соответствии с работой^{/1/} и оказалось равным $\mu = (0,01894 \pm 0,00054)$ мб/событие.

На рис. 1. приведены p_T^2 -распределения всех отрицательных и положительных вторичных частиц ($c p_T^2 > 0,14$ (ГэВ/с)²), образующихся в $\bar{d}d$ -взаимодействиях, которые из-за С-симметрии $\bar{d}d$ -соударений должны совпадать. В области $p_T^2 \geq 0,14$ (ГэВ/с)² p_T^2 -распределения всех отрицательных и положительных частиц были параметризованы выражением

$$\frac{1}{\sigma} \frac{d\sigma}{dp_T^2} = \frac{1}{I} \exp(-bp_T^2), \quad (1)$$

где I — нормировочный интеграл, b — свободный параметр.

Рис. 1. p_T^2 -распределения всех отрицательных и положительных частиц ($c p_T^2 > 0,14$ (ГэВ/с)²), образующихся в $\bar{d}d$ -взаимодействиях при 12,2 ГэВ/с.

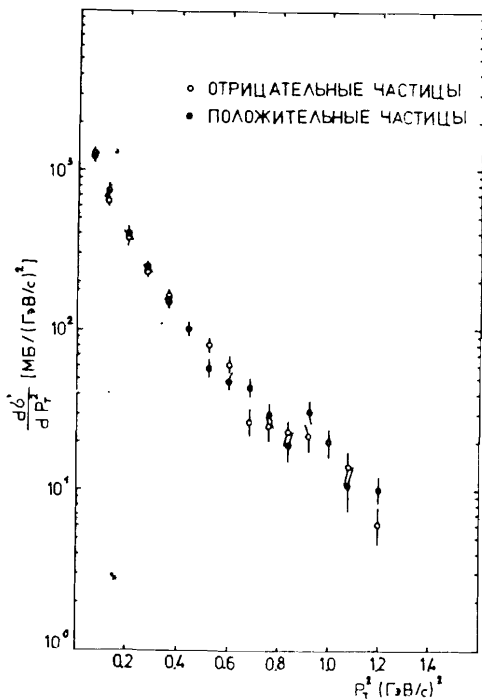


Таблица 1
Результаты аппроксимации p_T^2 -распределений заряженных вторичных частиц, образующихся в $\bar{d}d$ -взаимодействиях при 12,2 ГэВ/с

Формула	$\frac{1}{\sigma} \frac{d\sigma}{dp_T^2} = \frac{1}{I} \exp(-bp_T^2)$		$\frac{d\sigma}{dp_T^2} = A \exp(-b_1 p_T^2) + B \exp(-b_2 p_T^2)$		
Парам. Част.	b (ГэВ/с) ⁻²	$\frac{\chi^2}{NDF}$	b_1 [ГэВ/с] ²	b_2 [ГэВ/с] ²	$\frac{\chi^2}{NDF}$
Все отрицат.	$4,6 \pm 0,1$	0,7	—	—	—
Все положит.	$4,4 \pm 0,1$	1,3	—	—	—
π^-	$9,1 \pm 0,2$	5,2	30 ± 4	$6,3 \pm 0,3$	0,5
Антибар.	$8,4 \pm 0,6$	2,6	46 ± 18	$3,9 \pm 0,5$	0,4

Результаты фита представлены в 1-й и 2-й строке табл. 1 для отрицательных и положительных частиц соответственно. Из них следует, что требование С-симметрии выполнено и тем самым адронный фон вычтен удовлетворительным образом.

3. ИНКЛЮЗИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ $\bar{d}d$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Инклюзивные сечения образования π^- -мезонов и антибарионов оказались равны $(107,2 \pm 2,0)$ мб и $(64,7 \pm 3,1)$ мб соответственно. Приведенные здесь ошибки — статистические.

На рис. 2 приведены p_T^2 -распределения π^- -мезонов и антибарионов. В 3-й и 4-й строках табл. 1 представлены результаты параметризации последних распределений выражением (1) и

$$\frac{d\sigma}{dp_T^2} = A \exp(-b_1 p_T^2) + B \exp(-b_2 p_T^2), \quad (2)$$

где A, B, b_1, b_2 — свободные параметры. Значение параметра наклона b для π^- -мезонов оказалось в рамках ошибок равным соответствующему значению для NN -процессов при 6,1 ГэВ^{/3,13/}. Однако значение параметра наклона b_1 (см. формулу (2)) для π^- -мезонов и антибарионов оказалось приблизительно в два раза больше по сравнению с соответствующими значениями для NN -процессов при 6,1 ГэВ^{/13/}. Значения среднего поперечного импульса для π^- -мезонов и антибарионов равны

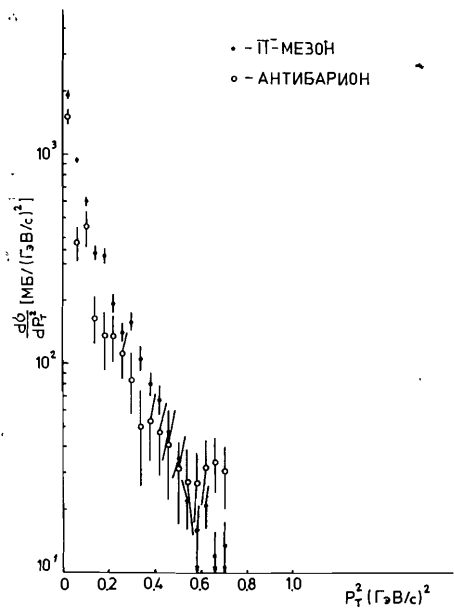


Рис. 2. p_T^2 -распределение π^- -мезонов и антибарионов.

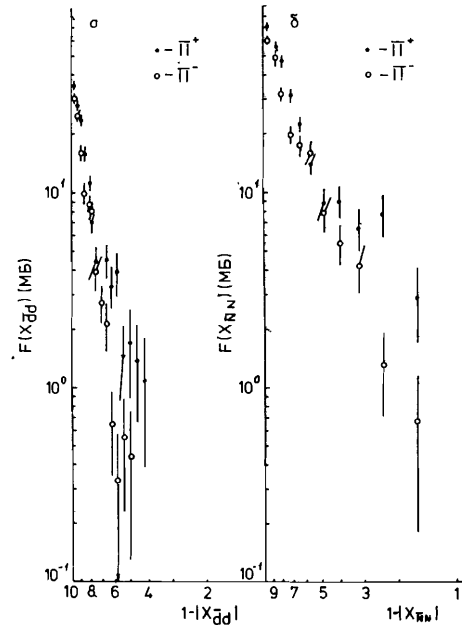


Рис. 3. $F(x)$ -распределение π^+ -мезонов; а - в $\bar{d}d$ -системе, б - в $\bar{N}N$ -системе.

($0,300 \pm 0,004$) ГэВ/с и ($0,128 \pm 0,004$) ГэВ/с соответственно. Сравнение $\langle p_T \rangle_{\pi^-}$ с соответствующими значениями для $\bar{N}N$ -процессов показывает их совпадение в пределах ошибок. В отличие от πN^- , $N N^-$ и $\bar{N}N$ -процессов $\langle p_T \rangle_{\pi^-}$ для антибарионов в $\bar{d}d$ -взаимодействиях ниже $\langle p_T \rangle_{\pi^-}$. Эта разница связана с преимущественным вкладом однократных $\bar{N}N$ -процессов в $\bar{d}d$ -взаимодействиях $^{1,11/}$, и с тем, что среднее значение $\langle p_T \rangle_{\pi^-}$ для быстрых антипротонов-спектаторов равно $\sim 0,090$ ГэВ/с.

На рис. 3 а, б приведены зависимости инвариантных x -распределений π^+ -мезонов

$$F(x) = \frac{\sqrt{s}}{2\pi} \int E^* \frac{d\sigma}{dx dp_T^2} dp_T^2 \quad (3)$$

от $1 - |x|$, рассчитанных в $\bar{d}d$ - и $\bar{N}N$ -системе соответственно, т.е. для \sqrt{s} , соответствующего значению полной энергии $\bar{d}d$ - и $\bar{N}N$ -системы соответственно. Эти распределения аппроксимировались выражением

$$f(x) = A(1 - |x|)^n,$$

где A, n — свободные параметры. Для $\bar{d}d$ -системы аппроксимация за-

Таблица 2
Показатель степени падения n структурных функций $f(x) = A(1 - |x|)^n$ π^\pm -мезонов в $\bar{d}d$ -взаимодействиях, рассчитанных в $\bar{d}d$ - и $\bar{N}N$ -системе соответственно. Приведены (в последних трех строках) и значения n для $\bar{N}N$ -процессов при энергии $\sim 6,1$ ГэВ/с

	$\bar{d}d$ -система		$\bar{N}N$ -система	
	π^+	π^-	π^+	π^-
n	$6,7 \pm 0,5$	$7,4 \pm 0,5$	$2,15 \pm 0,27$	$2,29 \pm 0,24$
A	$44,2 \pm 4,1$	$35,2 \pm 3,7$	$57,5 \pm 8,3$	$46,4 \pm 6,8$
χ^2/NDF	8,5/12	5,6/10	7,2/7	2,5/7
$n_{\bar{p}p}$	—	—	$2,83 \pm 0,07$	$3,13 \pm 0,09$
$n_{\bar{n}n}$	—	—	$3,9 \pm 0,5$	$2,7 \pm 0,5$
$n_{\bar{n}p}$	—	—	$2,48 \pm 0,18$	$4,36 \pm 0,41$

хватывала полный интервал x $\bar{d}d$, в случае $\bar{N}N$ -системы, для дальнейшего сравнения с $\bar{N}N$ -данными, мы ограничились интервалом $-0,78 < x < -0,24$. Результаты аппроксимации приведены в табл.2, где представлены и значения параметра наклона n для разных $\bar{N}N$ -процессов при 6,1 ГэВ/с $^{3,13,15/}$. Как следует из табл.2, присутствие многократных процессов уменьшает значение наклона n .

На рис. 4 приведена зависимость инвариантной функции $(1/\pi)(d\sigma/du^*)$ от значений быстроты u^* в с.д.м. для π^- -мезонов. Значение $(1/\pi)(d\sigma/du^*)$ при нулевой быстроте u^*

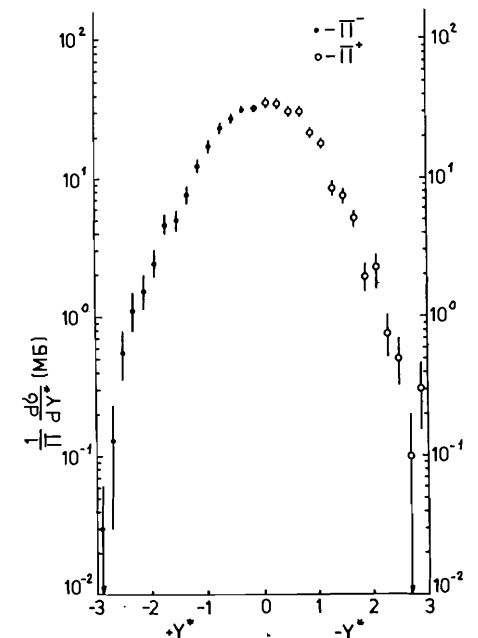


Рис. 4. $(1/\pi)(d\sigma/du^*)$ — распределение π^- -мезонов.

равно $(34,2 \pm 3,0)$ мб, значение асимметрии, определенной выражением

$$A = \frac{N_+ - N_-}{N_+ + N_-},$$

где N_+ , N_- — число событий с $y^* > 0$ и $y^* < 0$ соответственно, равно $0,09 \pm 0,03$, что не противоречит ожидаемой симметрии спектров.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе изучены инклюзивные характеристики $\bar{d}d$ -взаимодействий при 12 ГэВ/с. Сравнение полученных экспериментальных результатов с соответствующими характеристиками NN -процессов при ~ 6,1 ГэВ/с указывает на присутствие многократных столкновений в $\bar{d}d$ -соударениях, которое в более яркой форме выражается в инвариантном x -распределении π^\pm -мезонов, образующихся в $\bar{d}d$ -взаимодействиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батюня Б.В. и др. ОИЯИ, P1-87-523, Дубна, 1987.
2. Батюня Б.В. и др. ОИЯИ, P1-87-802, Дубна, 1987.
3. Батюня Б.В. и др. ОИЯИ, P1-87-792, Дубна, 1987.
4. Батюня Б.В. и др. ОИЯИ, P1-85-476, Дубна, 1985.
5. Артеян А.С. и др. ОИЯИ, 10-84-450, Дубна, 1984.
6. Батюня Б.В. и др. ОИЯИ, P1-85-711, Дубна, 1985.
7. Boos E.G. et al. NPВ174, 45, 1980.
8. Vautinya V.V. et al. — Czech. J. of Phys., В36, 1986, p.1273.
9. Задорожный А.М. и др. ОИЯИ, P2-86-361, Дубна, 1986.
10. Hulthen L., Sugawara M. In: Structure of Atomic Nuclei, Encyklopedia of Physics. Springer Verlag, v.39, 1957.
11. Franco V., Glauber R. — Phys. Rev., 1966, 142, p.1195.
Franco V. — Phys. Rev., 1968, 175, p.1376.
Задорожный А.М. и др. — ЯФ, 1984, т.39, с.1155.
12. Foley K.J. et al. PRL, 1967, 19, p.193.
13. Батюня Б.В. и др. ОИЯИ, P1-87-22, Дубна, 1987.
14. Барашенков В.С., Славин Н.В. — ЭЧАЯ, 1984, т.15, вып.5, с.997.
15. Patel G.D. et al. — Zeit. für Phys., 1982, С12, p.189.

Рукопись поступила в издательский отдел
1 декабря 1987 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р.55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р.00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р.50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р.30 к.
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р.50 к.
D10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программирования и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983.	3 р.50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р.75 к.
D11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.00 к.
D13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна, 1985.	4 р.80 к.
D4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1985.	3 р.75 к.
D3,4,17-86-747	Труды V Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1986.	4 р.50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984. /2 тома/	13 р.50 к.
D1,2-86-668	Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1986. /2 тома/	7 р.35 к.
D9-87-105	Труды X Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1986. /2 тома/	13 р.45 к.
D7-87-68	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Дубна, 1986	7 р.10 к.
D2-87-123	Труды Совещания "Ренормгруппа-86". Дубна, 1986	4 р.45 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79. Издательский отдел Объединенного
института ядерных исследований.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Батюня Б.В. и др.

P1-87-849

Изучение инклюзивных характеристик $\bar{d}d$ -взаимодействий при 12 ГэВ/с

Изучаются инклюзивные характеристики $\bar{d}d$ -взаимодействий при 12 ГэВ/с. Приведены p_T^2 -распределения всех отрицательных и положительных частиц, p_T^2 -, x - и y^* -распределения π^- -мезонов и антибарионов. Полученные характеристики сравниваются с соответствующими величинами в NN -процессах при 6,1 ГэВ/с с целью изучения свойств многократных процессов в $\bar{d}d$ -взаимодействиях. Показано, что в более яркой форме присутствие многократных соударений выражается в инвариантном x -распределении π^+ -мезонов, образующихся в $\bar{d}d$ -взаимодействиях.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.
Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой

Batyunya B.V. et al.

P1-87-849

The Study of Inclusive Characteristics of $\bar{d}d$ -Interactions at 12 GeV/c

The inclusive characteristics of the $\bar{d}d$ -interactions at 12 GeV/c are studied. The p_T^2 -distributions of all negative and positive particles, as well as the p_T^2 -, x and y^* -distributions of π^- -mesons and antibaryons are demonstrated. In order to study multiscattering processes in $\bar{d}d$ -interactions the obtained characteristics are compared with the corresponding ones in NN -processes at 6.1 GeV/c. At best the existence of the multiscattering processes in the invariant x -distributions of the π^+ -mesons from $\bar{d}d$ interactions is manifested.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987