

## 1. Введение

11 апреля 1957 года в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ на синхрофазотроне был получен пучок протонов, ускоренных до проектной энергии – 10 миллиардов электрон-вольт. До этого времени самым мощным ускорителем в мире был ускоритель “Бэватрон”, построенный американскими специалистами в Беркли.

Успешный запуск синхрофазотрона позволил ученым 12 стран-участниц ОИЯИ *впервые на равных* активно включиться в исследования по поиску новых элементарных частиц и неизвестных еще закономерностей микромира.

Открытие антисигма-минус гиперона было с большим вниманием встречено мировой научной общественностью, и оно хорошо вписывалось в атмосферу открытий того времени. А время это было насыщено бурным и стремительным развитием ядерной физики и физики высоких энергий.

Строчки советского поэта: «Что-то физики в почете, что-то лирики в загоне» - очень точно характеризовали то время.

И физики Дубны не были в стороне от всего этого....

## 2. Начало

В научных группах ЛВЭ подготовка к экспериментам на синхрофазотроне шла полным ходом. Но когда этот день наступил, первыми, кто был готов к работе на ускоренном до рекордных энергий пучке протонов, оказались группы ядерных фотоэмульсий. Сотрудники этих групп первыми облучили стопки фотоэмульсий на синхрофазотроне, затем обработали их в фотолаборатории и сделали отпечатки событий на фотобумаге. Именно представители этой группы принесли Владимиру Иосифовичу Векслеру еще не просохший от проявления отпечаток фотоснимка с первым изображением “звезды”, воспроизводящей столкновение 10-гэвного протона с ядром фото эмульсии, и увидели счастливую улыбку и неподдельную радость на лице основателя и первого директора Лаборатории высоких энергий.

Так начиналась регулярная, наполненная разными событиями, работа физиков на синхрофазотроне по накоплению уникальной научной информации в области энергий, где еще никто и никогда не работал.

Однако эта информация доставалась нелегко!

После запуска синхрофазотрона еще не все его узлы и системы работали, как надо. Не очень надежно и не всегда устойчиво работала и аппаратура физических установок.

Многое было новым, сложным и не знакомым!

М.И. Соловьев вспоминал в связи с этим:

«...Сложной проблемой стала обработка фотографий. Нам впервые пришлось решать проблему восстановления пространственных координат по измерениям точек на следах стерео снимков, сделанных в среде с показателем преломления больше единицы. В ЛЯПе в то время и даже много позже, использовался репроектор. В зарубежной литературе также публикаций по этому вопросу не было. Неоценимую помощь нам оказал А.А. Пугин из Ленинградского гидрологического института, ознакомив нас с разработанным им методом аэросъемок подводных объектов. Это послужило основой для создания программы обработки с пузырьковых камер. Камера была готова к работе в 1957 году. А первый пионный пучок для нее был создан при помощи М.Д. Шафранова».

Но все неприятности как - то утрясались, поломки на блоках аппаратуры устранялись, установки набирали статистику, а физики с утра до ночи обрабатывали полученный экспериментальный материал.

К этому времени улучшались и условия обработки отобранного материала. Так, например, ручные механические арифмометры уже были заменены электрическими машинами марки "Мерседес" и "Рейнметалл", совершенствовались и сама методика измерения и обсчет событий, монтировалась первая в ОИЯИ электронно-вычислительная машина "Урал"....

### 3. На подступах к открытиям

Первые экспериментальные данные групп ЛВЭ были доложены уже летом 1959 года на международной (рочестерской) конференции по физике высоких энергий, которая проходила в Киеве.

От группы 24 литровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ на конференции было сделано три коротких сообщения проф. Ван Ган-чаном и Дин Да-цао. Статистика изучаемых событий еще была не очень велика, но некоторые ранее не известные характерные свойства таких странных частиц как лямбда гипероны и нейтральные каоны, при рекордных в мире энергиях были уже обнаружены. В частности, впервые сообщалось об угловых характеристиках генерации этих частиц в с.ц.м. (было впервые установлено, что  $\Lambda^0$  гипероны летят преимущественно назад), о росте с энергией сечения рождения каонных пар по сравнению с сечением рождения лямбда гиперонов, а также - о наблюдении нескольких событий с образованием антипротонов.

Была и сенсация! Так, проф. Ван Ган-чан сообщил о наблюдении необычного события, которое можно было интерпретировать двояко: либо это открытие новой частицы  $d^+$  мезона с массой  $742 \pm 25$  Мэв, распадающаяся на нейтральный каон и положительный пион, либо это - результат перезарядки положительного каона в нейтральный каон на нуклоне ядра углерода с рождением положительного пиона и вылетом нейтрона с малой энергией.

Существование последнего явления могло бы указывать на сильное взаимодействие между каоном и пионом.



#### 4. Как это было?

Возможно, именно в это время проф. Л. Альварец и сотрудники его очень сильной научной группы из Беркли *впервые* осознали появление первого серьезного для себя конкурента в области физики высоких энергий со стороны Дубны.

Действительно, сектор 24-литровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ становился одним из сильнейших научных коллективов в ЛВЭ. Коллектив сектора был интернациональным. Его сотрудники представляли почти все страны-участницы ОИЯИ: НРБ, ВНР, СРВ, ГДР, КНР, КНДР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР. Научным руководителем сектора был Владимир Иосифович Векслер, начальником сектора – профессор Ван Ган-чан, а его заместителем – Михаил Иосифович Соловьев, под руководством которого и была создана 24 литровая пропановая пузырьковая камера.

*Мы были молоды в то время и очень хотели сделать свое открытие или обнаружить что-то такое, чего еще не наблюдали в других лабораториях. Поэтому все сотрудники лаборатории работали с полной отдачей сил, не считаясь ни со временем, ни с семейными делами.*

Главной научной задачей сектора пропановой пузырьковой камеры были поиск новых элементарных частиц и изучение новых свойств уже известных странных частиц, образующихся во взаимодействиях отрицательных пионов с атомами водорода и углерода. Поэтому приоритет при просмотре был отдан отбору событий, в которых присутствовала хотя бы одна нейтральная или заряженная странная частица, а также - поиску каких-либо необычных и загадочных звезд.

## 5. Открытие антисигма – минус гиперона

*Случай рождения и распада антисигма - минус гиперона был найден после просмотра 40 тысяч фотографий, на которых были зарегистрированы десятки тысяч других ядерных взаимодействий.*

Просмотр проводился в две смены на стерео-лупах, которые были сконструированы и изготовлены в мастерских лаборатории. Для исключения потерь событий при просмотре одни и те же пленки просматривались два, а иногда и три раза.

Каждый сотрудник внимательно просматривал кадр стереопары, находил нужное событие и затем аккуратно, и как можно точнее зарисовывал его в специальную тетрадь, отмечая все особенности события и возможную его физическую интерпретацию.

Просмотром фотопленок были заняты без исключения все сотрудники сектора - и начальник сектора проф. Ван Ган-чан, и его заместитель М.И.Соловьев, и научные сотрудники, и лаборанты...

Конечно, успеху дела способствовала слаженная работа группы лаборантов - измерителей а также группа инженеров, техников и механиков, обслуживавших пузырьковую камеру.

Без их помощи физики не смогли бы получить и быстро обработать такой большой материал.



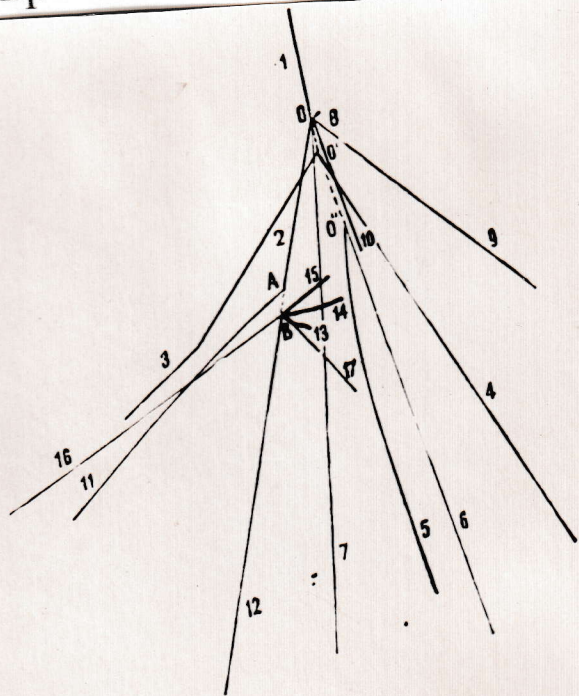




Произошло это все в большой рабочей комнате, которая находилась на первом этаже физического корпуса № 3. Сейчас там располагается химгруппа по обработке ядерных фотоэмульсий. По-видимому, это был один из выходных дней, потому что в комнате нас было только двое - В. Г. Иванов из ЛЯПа и я.

Мы сидели в разных концах комнаты, и каждый занимался своим делом - Влад что-то считал, а я просматривал оставленную мне от первой смены пленку. Должен сказать, что гипотеза наблюдаемого мною события как антисигма - минус гиперон пришла как-то сразу. Во-первых, картинка события - уж слишком характерным для гипотезы заряженного сигма гиперона был рисунок самого события! А во-вторых, предварительные измерения "динтыметром" импульсов заряженных частиц следа первичной звезды с изломом и следов заряженных частиц нейтральной звезды, "смотрящей" в точку излома также были в пользу выдвинутой гипотезы.

После этого я зарисовал в тетради просмотра вид звезды и записал свою интерпретацию...



В течение последующего времени объем работы сотрудников сектора по анализу события увеличивался и усложнялся. Делались повторные измерения треков события и их обсчет, искались всевозможные источники искажений характеристик наблюдаемых треков заряженных частиц в событии, вычислялась вероятность случайного совпадения нейтральной звезды и точки излома и т.д., и т.п. Была развита методика измерения ионизации для определения, какой заряженной частицей образован след в событии, и измерялась ионизация этих следов.

Все чаще и чаще в большую комнату "забегал" Владимир Иосифович Векслер и с каждым его приходом волнение и напряженность в группе возрастали...

Но в один прекрасный день с анализом все было покончено, и В.И. Векслер позвонил Д.И. Блохинцеву, чтобы сообщить ему об открытии в ЛВЭ новой частицы. Только после этого было получено "добро" на выступление на научном семинаре, на оформление публикации в научном журнале ЖЭТФ и на информацию всем желающим...





Ранним утром 24 марта 1960 года по просьбе академика В.И. Векслера я выехал из Дубны в Москву для того, чтобы срочно доставить в редакцию научного журнала ЖЭТФ рукопись будущей нашей статьи «Рождение антисигма – минус гиперона отрицательно заряженными пионами с импульсом  $8,3 \text{ BeV}/c$ ». Номер журнала уже был сверстан для печати, но редакция по просьбе Д.И. Блохинцева (в то время директор ОИЯИ) не отправляла его в печать, ожидая текст нашей рукописи. В жизни редакции научного журнала это было неординарное событие. Основной причиной этого было то, что в привезенной мною рукописи впервые сообщалось об открытии физиками Дубны элементарной частицы, существование которой хотя и предсказывалось теоретиками, но ее еще никто не наблюдал в эксперименте.

*Так день 24 марта 1960 года стал в истории ядерной физики официальной датой открытия новой частицы!*

Среди многочисленных научных достижений ОИЯИ открытие антисигма-минус гиперона, пожалуй, было одним из самых ярких и желаемых. Именно это открытие было *первым значительным результатом* успешной работы недавно введенного в строй самого мощного в мире ускорителя частиц – синхрофазотрона и *первым заметным достижением* научной деятельности интернационального коллектива 12 стран-участниц недавно созданного ОИЯИ.

*Как видите, произошло это событие буднично как, наверное, происходят и все открытия.*

## 6. А что дальше?...

На следующую рочестерскую конференцию 1960 года в Беркли (США) нашим сектором был представлен обширный (по объему) доклад, позволивший М.И. Соловьеву сделать обзор полученных нами данных. Наши данные впервые наиболее полно отображали общую картину процессов образования странных ( $\Lambda^0$ ,  $K^0$ ,  $\Sigma^\pm$  и  $\Xi^-$ ) частиц в пион - нуклон взаимодействиях при самых высоких в то время энергиях, рассказывали об открытии антисигма - минус гиперона, о первом наблюдении множественного (более двух) рождения странных частиц, об обнаружении быстрого роста сечения генерации каскадных кси - минус гиперонов с энергией. Кроме того, в докладе М.И. Соловьева сообщалось о подтверждении ранее установленного нами впервые общеизвестного сейчас закона инерции барионного заряда и давалась информация о последних результатах по  $d^+$  - мезону.

А на конференцию по физике высоких энергий 1962 года в ЦЕРНе от нашего сектора было представлено три больших сообщения, которые были доложены Нгуен Дин Ты и В.И. Векслером.

В первом из них, сообщались новые данные о результатах исследования лямбда гиперонов и нейтральных каонов в пион-нуклонных и пион - углеродных взаимодействиях при энергии 7 - 8 ГэВ. Там, в частности, впервые говорилось об установлении существования двух пиков в импульсном распределении лямбда гиперонов, о более высокой степени центральности рождения каонных пар по сравнению с рождением пионов и лямбда гиперонов и об отсутствии поляризации лямбда гиперонов.

Во втором, сообщалось об изучении свойств рождения лямбда - каон и каон - антикаон пар в пион- водород и пион-углерод взаимодействиях при энергии 7 - 8 ГэВ. А в третьем, рассказывалось о наблюдении возможных резонансов, в распаде которых присутствуют странные частицы.

Как и следовало ожидать, наибольший интерес на конференции был вызван сообщением Нгуен Дин Ты о наблюдении нами пика в спектре эффективных масс двух нейтральных короткоживущих каонов.

*Сегодня, обнаруженный нами в спектре эффективных масс системы  $K^0_1 K^0_1$ -мезонов резонанс, носит название  $f^0(980)$ – мезона и входит в таблицы мировых данных со ссылкой на нашу работу (опубликованную в ЖЭТФ), в которой впервые было экспериментально доказано существование этой частицы.*

## 7. Заключение

Сегодня мы отмечаем 45 летнюю годовщину запуска Синхрофазотрона, а в следующем году будем праздновать 50-летие со дня рождения Лаборатории высоких энергий! Охватывая взглядом эти годы, можно смело сказать, что эксперимент академика В.И. Векслера, начатый им полвека назад с молодыми физиками, инженерами, техниками, лаборантами и рабочими, прошел успешно и дал целый ряд научных результатов исключительно важных для развития теории сильных взаимодействий и построения современной теории атомного ядра. Многие из этих результатов высоко оценены научной общественностью мира и вошли в таблицы мировых данных.

***Сотрудникам Лаборатории высоких энергий есть, чем гордиться не только в прошлом, но и в будущем!***







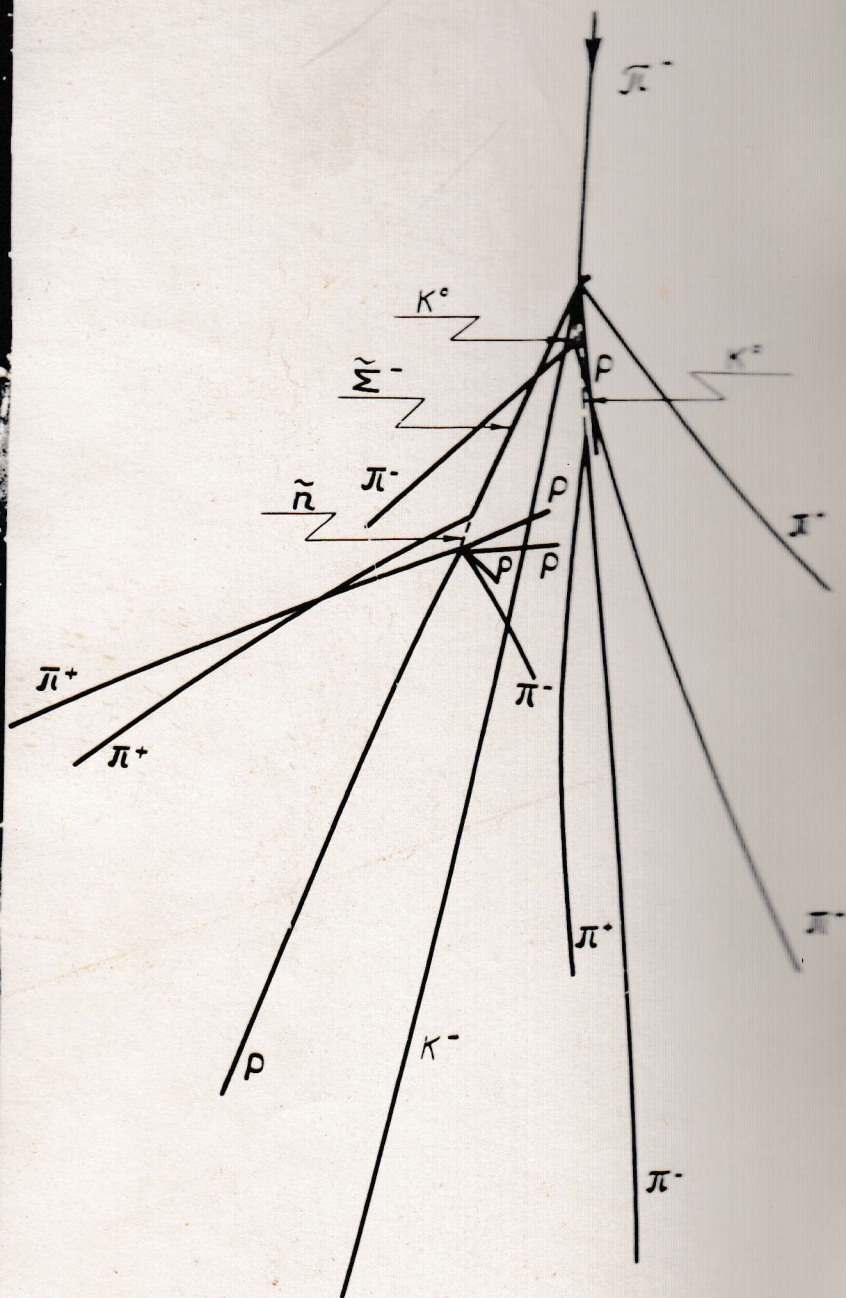
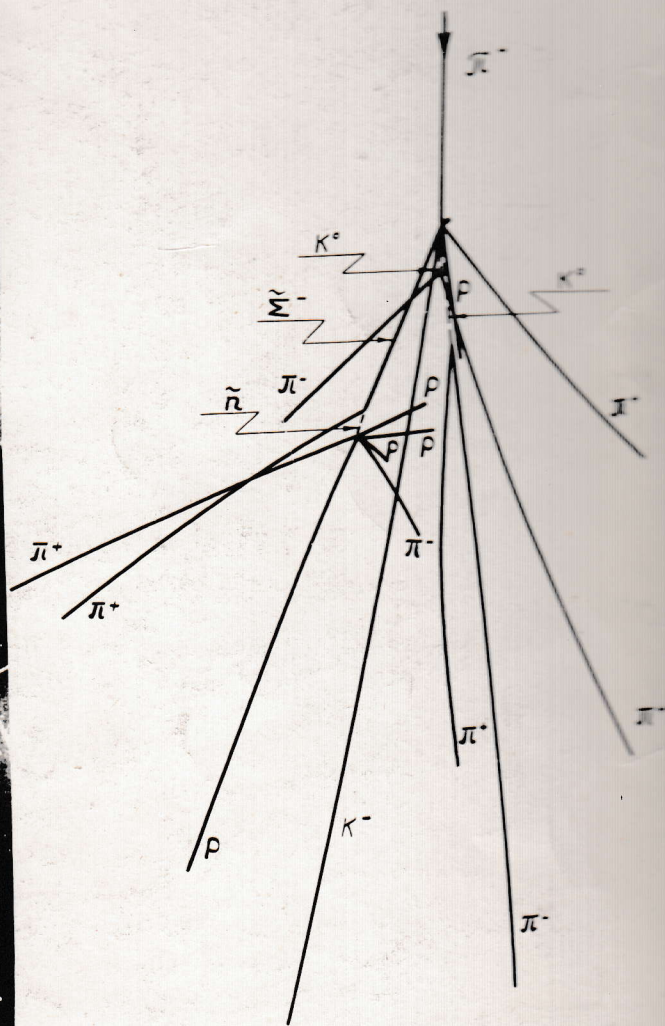


Рис.56. ФОТОГРАФИЯ И СХЕМА ОБРАЗОВАНИЯ И РАСПАДА  $\tilde{\Sigma}^-$ -ГИПЕРОНА.



ФОТОГРАФИЯ И СХЕМА ОБРАЗОВАНИЯ И РАСПАДА  $\tilde{\Sigma}^-$ -ГИПЕРОНА.

ИЗУЧЕНИЕ РОЖДЕНИЯ ПАР  $\Lambda K^0$  И  $K^0\bar{K}^0$   
 В  $\pi^-p$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ ИМПУЛЬСЕ  $\pi^-$ -МЕЗОНА 7—8 BeV/c

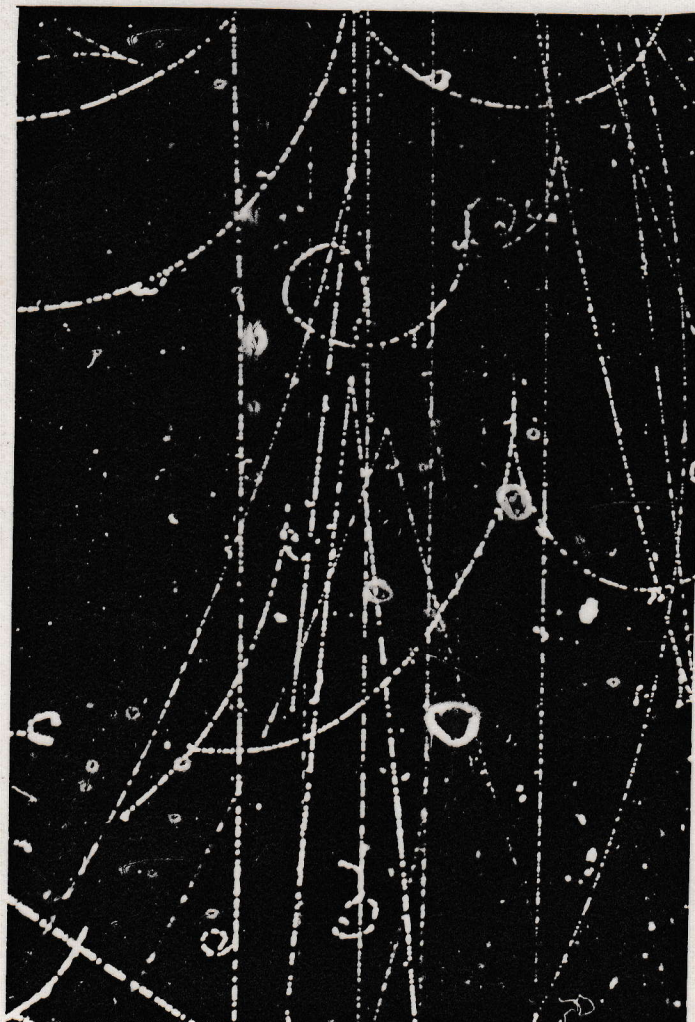
Ван Юн-чан, В. И. Векслер, Ду Юань-цай, Е. Н. Кладницкая,  
 А. А. Кузнецов, А. Михул<sup>1)</sup>, Гзун Дин Ты, В. Н. Пенев,  
 Е. С. Соколова, М. И. Соловьев,

В работе изучается рождение пар  $\Lambda K^0$  и  $K^0\bar{K}^0$  в  $\pi^-p$ -взаимодействиях при импульсе  $\pi^-$ -мезонов 7—8 BeV/c. Приводятся угловые и импульсные характеристики  $\Lambda$ - и  $K^0$ -частиц (в с.ц.м.  $\pi^-p$ ) от пар  $\Lambda K^0$  и  $K^0\bar{K}^0$ , а также угловые и импульсные распределения  $\pi^\pm$ -мезонов, сопровождающих рождение пар  $\Lambda K^0$ . Кроме того, приводятся данные по величине  $Q$  для изучаемых пар.

В нас  
 $K^0\bar{K}^0$ -пар  
 7 ÷ 8 BeV/c  
 Работ  
 камеры  
 рации ст  
 методы п  
 а также  
 При с  
 фий. Пос  
 но 52 соб  
 события  
 под  $\Lambda$ - и  
 оценок<sup>2)</sup>  
 $\Lambda$ -частиц

А. Ра  
 на рис.  
 регистра  
 спектр  $\Lambda$   
 дущей р  
 обладаю  
 импульс  
 $K^0\bar{K}^0$ -пар  
 Б. Н  
 $\Lambda K^0$ -пар  
 регистра  
 видно с

<sup>1)</sup> Сов  
<sup>2)</sup> Этс  
 ризации /



о  $\Lambda K^0$ - и  
 $\pi^-$ -мезона

рьковой  
 ию гене-  
 а пучка,  
 оправок,  
 2, 5].  
 фотогра-  
 5 отобра-  
 $K^0$  и два  
 ходили и  
 ным ряда  
 ставляют

показаны  
 ороятность  
 импульсный  
 в преды-  
 $\Lambda$ -частиц,  
 значение  
 eV/c, а от  
 частиц из  
 ороятность  
 ределений

чению поля-

К статье Ван Ган-чина, Ван Цу-цзена, Н. М. Логисова, Дин Да-цао, Ким Хи Инна, Е. Н. Кладницкой, А. А. Кузнецова, А. Михула, Нгуен Дин Ты, А. В. Никитина, М. И. Соловьева «Рождение  $\Xi^-$ -гиперонов  $\pi^-$ -мезонами с импульсом 7 и 8 BeV/c»

8 BeV/c

Хи Ин,  
ин Ты,

ванмодей-  
лучено 11  
и  $\tau_0$  (2) и

ическ  
ванным  
 $\Xi^-$ -ги-  
ителях  
BeV/c  
мпуль-

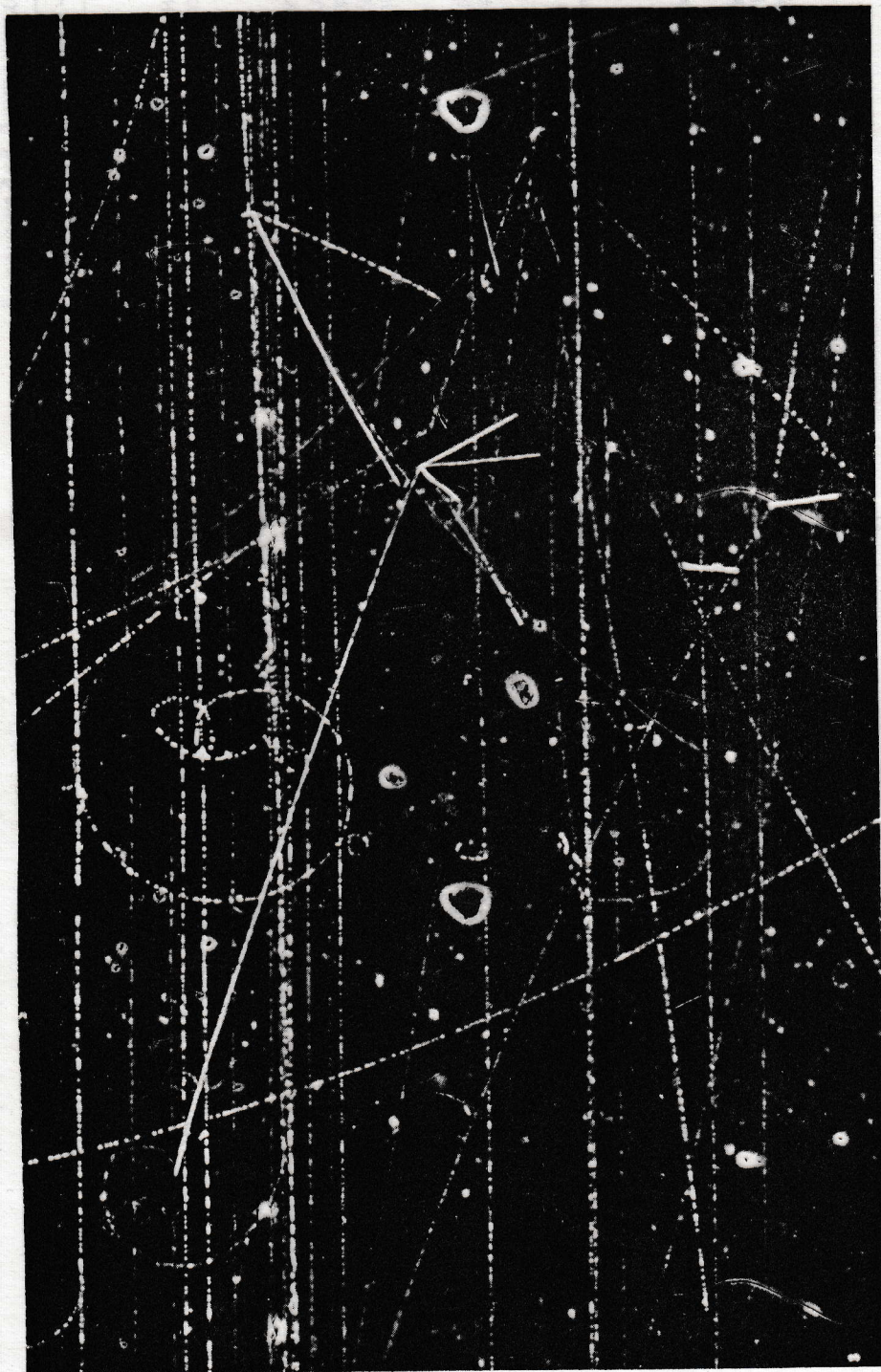
нялась  
ановая  
е маг-  
блуча-  
ульса-  
а эк-  
Было  
с им-  
V/c и  
льсом  
ались.  
два  
При  
я, ко-  
есен  
схеме  
имер,  
чные  
кото-  
обра-

кро-  
ения  
на  
зме-  
ную  
ко-  
в и  
им-  
ме-  
ме-  
но-



Рис. 1

К статье Ван Ган-чан, Ван Цу-цзэн, В. И. Векслер, Н. М. Вирясов, И. Врана,  
Лин Да-цао, Ким Хи Ин, Е. П. Кладницкая, А. А. Кузнецов, А. Михул,  
Нгуен Дин Ты, А. В. Никитин, М. И. Соловьев «Рождение  $\Sigma^-$ -гиперона отри-  
цательными  $\pi^-$ -мезонами с импульсом 8,3 BeV/c»



ОНАМИ

рyсов,  
. Куз-  
ловьев

с  $\pi^-$ -мезонов  
де [1] с по-

ния и рас-  
какже его  
ряженных.

зики

Вып. 2(8)

ВОНАМИ

ана,  
лихул,  
ч-янь

оценка вели-  
ей 7—8 BeV

нимодест-  
р-события,  
импульса  
или равен

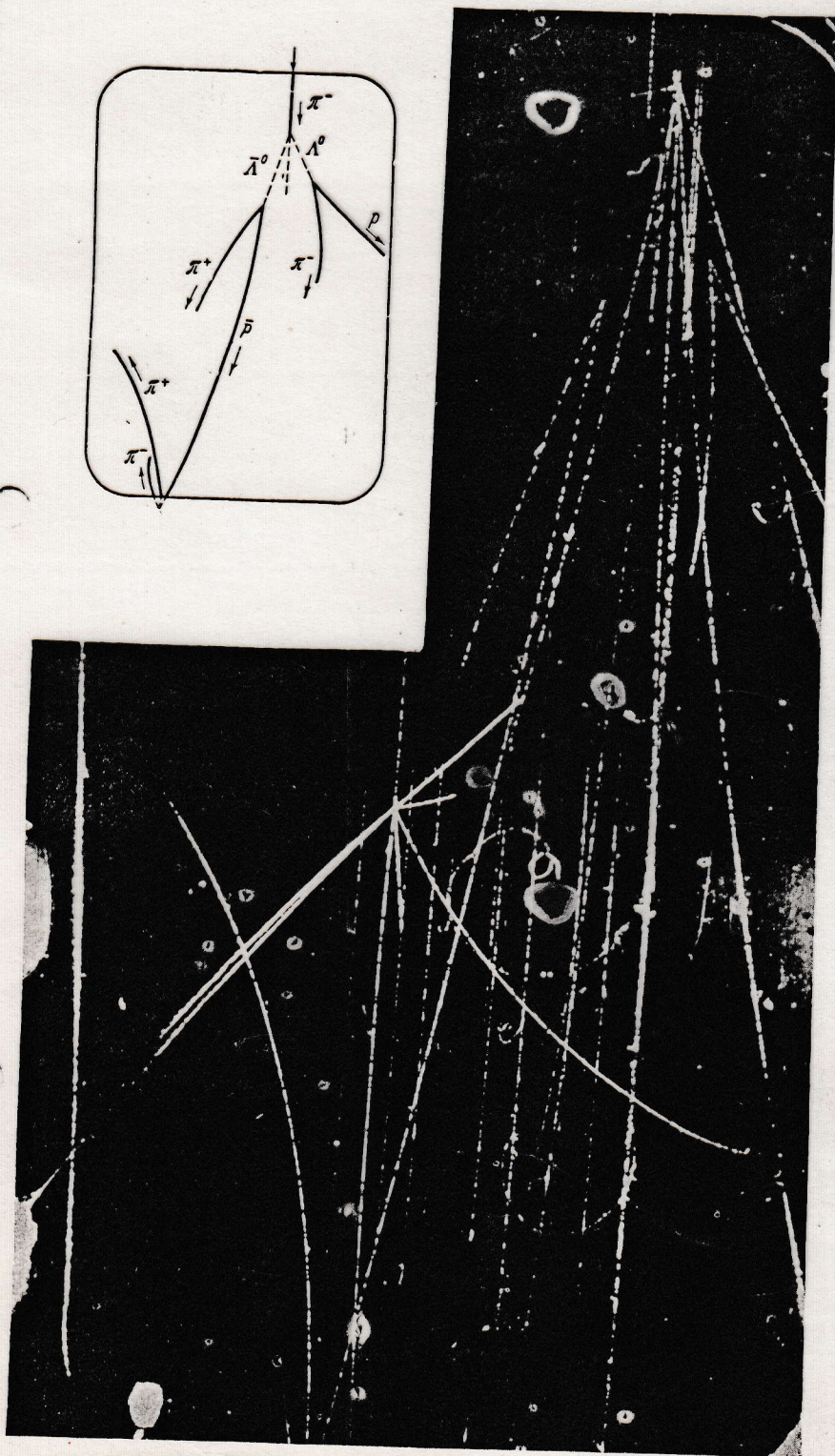
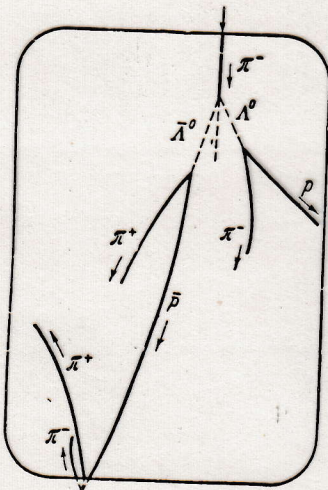
$K^0$ -мезо-  
ния пони-  
щатель-  
а девять

$\Lambda + n$   
ется.

мезоны  
объеме

рожде-

К статье В. А. Белякова, В. И. Векслера и др. «Рождение  $\bar{\Lambda}$ -гиперонов отрицательными  $\pi$ -мезонами с энергией 7—8 BeV на водороде»



Фотография события, на которой виден случай рождения и распада  $\bar{\Lambda} + \Lambda$ -гиперонов и схема события

## РОЖДЕНИЕ АНТИПРОТОНОВ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ $\pi^-$ -МЕЗОНОВ С НУКЛОНАМИ

Ван Ган-чан, Ван Цу-цзен, Дин Да-цао, В. Г. Иванов,  
Е. Н. Кладницкая, А. А. Кузнецов, Нгуен Дин-ты, А. В. Никитин,  
С. З. Отвиновский, М. И. Соловьев

До сих пор, по-видимому, не наблюдалось непосредственного рождения антипротонов в  $\pi N$ -взаимодействии. Нами найдено несколько случаев рождения антипротонов  $\pi^-$ -мезонами на нуклонах; в этом письме мы сообщаем о двух случаях.

Работа выполняется на синхрофазотроне ОИЯИ с помощью пропановой пузырьковой камеры [1] в постоянном магнитном поле 13 700 Г.

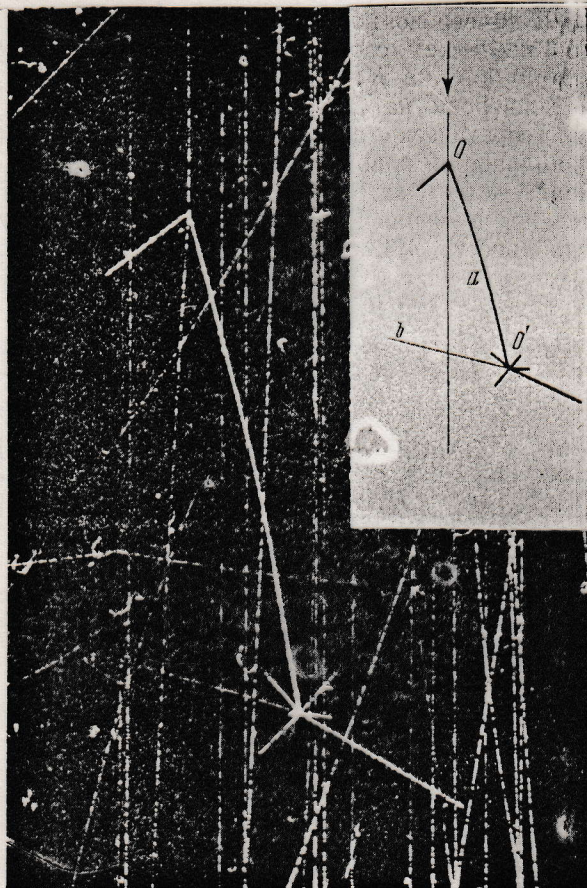


Рис. 1.

1.  $\pi^\pm$ -мезоны ( $f$  и  $g$ ) по реакции 1 не могут образоваться по энергетическим соображениям. Вывод не меняется, если будем считать, что  $K^-$ -мезон взаимодействует налету, потому что угол между  $a$  и  $f$  в  $O$  больше, чем  $90^\circ$ , а угол между  $a$  и  $g$  близок к  $90^\circ$ .

2. Реакция 2 также не допускается сохранением энергии, если даже допустить, что один из  $\gamma$ -квантов от распада  $\pi^0$ -мезона сразу же дает позитрон, а электрон совсем не получает энергии.

На рис. 1 показан случай, где первичный  $\pi^-$ -мезон с энергией около 7 BeV вызывает в точке  $O$  звезду с четырьмя лучами. Луч  $a$  однозначно определяется как антипротон. От точки  $O$  после пролета 2,3 см луч  $a$  испытывает рассеяние примерно на  $5^\circ$  и летит еще 3,3 см, после чего останавливается в точке  $O'$ , где он аннигилирует, по-видимому, с протоном, образуя, кроме нейтральных, две заряженные частицы  $f^-$  и  $g^+$ . Импульс частицы  $f$ :  $138 \pm 6$  MeV/c, импульс частицы  $g$ :  $170 \pm 12$  MeV/c. Угол между  $f$  и  $g$ :  $126 \pm 1^\circ$ . Нужно подчеркнуть, что звезда  $O'$  не может быть вызвана каким-либо другим процессом, кроме аннигиляции.

Рассмотрим возможные реакции:

1.  $K^- + p \rightarrow \Lambda^0 + \pi^+ + \pi^-$  (для свободного и связанного  $p$ );
2.  $K^- \rightarrow \pi^- + \pi^0 + \pi_0$ ;
3.  $K^- \rightarrow \pi^- + \pi^0$ ;
4.  $\bar{p} + p \rightarrow \pi^+ + \pi^- + (n \pi^0)$ .

3. Если импульс 2 жителя на  $\gamma$ -кванта  $\pi$  имеет 4. Остатки рождены лянции.

На рис. 1  $\pi^-$ -мезон 8 BeV.  $\pi^-$  действует рода и в вает трехл Частица  $f$  ричательн одит в  $O'$  остан: лирует с ре углер звезду и три из в минималь цию.

След  $f$  лучей с ионизаци ный полс стицей,  $566 \pm 34$  является

Этот тверждае а есть ал менее вер как ни  $f$  известны  $f$  при зовать л большим пульсы этой зве быть изм верной как они объема.

Механ рождени подробнс

Оцен 7—8 BeV

Объед

[1] В. а н