



ЕЖЕНЕДЕЛЬНИК

Электронная версия с 1997 года

Найти

[НА ГЛАВНУЮ](#) [СВЕЖИЙ НОМЕР](#) [АРХИВ](#) [О ГАЗЕТЕ](#) [РЕДАКЦИЯ](#)

2024:

1 2 3 4 5 6 7 8

2023:

1 2 3 4 5 6 7-8 9 10  
11 12 13 14 15 16 17  
18 19 20 21 22 23 24  
25 26 27 28 29 30 31  
32 33 34 35 36 37 38  
39 40 41 42 43 44 45  
46 47 48 49-50

2022:

1-2 3 4 5 6 7-8 9 10  
11 12 13 14 15 16 17  
18 19 20 21 22 23 24  
25 26 27 28 29 30 31-  
32 33 34 35 36 37 38  
39 40 41 42 43 44 45  
46 47 48 49 50-51

2021:

1-2 3 4 5-6 7 8 9 10  
11 12-13 14 15 16 17  
18 19 20 21 22 23 24  
25 26 27 28 29-30 31  
32 33 34 35 36 37 38-  
39 40 41 42 43 44 45  
46 47 48 49 50

Номер 7 (4705)

от 21 февраля 2024:

В лабораториях Института

## От первых наблюдений космических лучей к физике релятивистских ядер

- Награждены первые лауреаты премии OGANESSON
- Стартовала экспедиция на Байкале
- От редакции
- В профессии соединились все таланты
- Старт нового периода
- "Современная наука: социальное устройство её идеи"
- Посол Шри-Ланки в России посетила ОИЯИ
- От первых наблюдений космических лучей к физике релятивистских ядер
- В университете "Дубна"
- В Дубне отреставрировали мозаики Нади Леже

[№ 7 в формате pdf](#)

Ускорители частиц высоких энергий иногда образно называют "Пирамидами XX века". Эти крупнейшие инструменты познания микромира заслуживают такой высокой оценки не только за свои впечатляющие размеры, но и за значительный импульс, который дало их создание коллективному творчеству в науке и технике. Наша эпоха имеет шанс войти в историю человечества, как "культурный слой строителей синхротронов". В основе долголетия установок этого класса лежит возможность их качественного совершенствования по мере углубления проводимых на них фундаментальных исследований и развития прикладных разработок.

В 2023 г. Лаборатория физики высоких энергий имени В.И.Векслера и А.М.Балдина ОИЯИ отметила 70-летие своего основания. Несколькими поколениями ее сотрудников и коллег в странах-участницах ОИЯИ пройден славный и полный драматизма путь. Его этапами стали первые эксперименты на синхрофазотроне по физике частиц, становление исследований по релятивистской ядерной и поляризационной физике, создание специализированного синхротрона на основе сверхпроводимости - Нуклотрона. С начала 70-х гг. получили развитие эксперименты на передовых границах физики элементарных частиц в Институте физики высоких энергий (СССР), Национальной ускорительной лаборатории имени Э.Ферми (США) и Европейской организации ядерных исследований (ЦЕРН).

Долгосрочную перспективу в ЛФВЭ открывает реализация мегапроекта NICA для исследований кварк-глюонных степеней свободы ядерной материи на выведенных и встречных пучках тяжелых релятивистских ядер и поляризованных протонов с энергией несколько ГэВ на нуклон. поэтапное развитие проекта расширяет возможности экспериментов по ядерной физике и радиационной биологии, а также в смежных прикладных областях. Важным этапом проекта NICA в 2023 г. стало ускорение ядер ксенона до 3,8 ГэВ на нуклон. К настоящему времени ускорительный каскад включает в себя электронно-лучевой источник, новый линейный ускоритель тяжелых ионов NIIAS, новый бустер на основе сверхпроводимости и Нуклотрон с системами вывода пучка для экспериментов ЛФВЭ. Столь масштабное развитие вряд ли было бы возможно без материального и интеллектуального капитала, накопленного за предыдущие десятилетия. Этот капитал включает приоритетные физические результаты, полученные на развивавшейся ускорительной и экспериментальной базе. В его фундаменте лежат достижения в области физики космических лучей советского периода.

За организационное начало отсчета ЛФВЭ принимается образование в 1953 г. Электрофизической лаборатории Академии наук СССР (ЭФЛАН) на правах института в составе Отделения физико-математических наук для проведения исследований в области физики высоких энергий на строившемся синхрофазотроне. ЭФЛАН возглавил В.И.Векслер - признанный лидер в исследованиях космических лучей в 30-40-е гг., а также руководитель строительства первых синхротронов на основе открытого им принципа автофазировки. В 1956 г. ЭФЛАН вошла в ОИЯИ как Лаборатория высоких энергий (ЛВЭ). ЭФЛАН заменила собой ТДС - техническую дирекцию строительства, куда принимались будущие сотрудники ЛФВЭ. При объединении ЛВЭ с Лабораторией физики частиц в 2008 г. было дано наименование - ЛФВЭ.

Одним из ключевых моментов в возникновении физики высоких энергий стало наблюдение в 1927 г. Д.В.Скобельцыным следов частиц с импульсами выше 20 МэВ/с в камере Вильсона, помещенной в магнит, которое указало на корпускулярную природу космической радиации. Исследование космических лучей продолжилось под руководством Д.В.Скобельцына в Лаборатории атомного ядра в Физическом институте Академии наук СССР. Для решения фундаментальных проблем требовались новые методы детектирования. Для изучения природы космических лучей в состав комплексной экспедиции АН СССР на Эльбрусе был привлечен В.И.Векслер, ставший признанным специалистом по счетчикам Гейгера. В 1937 г. советский физик Н.А.Добротин на II Всесоюзной конференции по атомному ядру (УФН, 1937 г.) отмечал следующее:

"В.И.Векслер доложил нам о применении к изучению космических лучей разработанной им оригинальной методики. Она состоит в использовании для счета частиц газовых пропорциональных усилителей, работающих по схеме совпадений. Это дает возможность определять не только число частиц, прошедших через эти счетчики, но и измерять создаваемую ими ионизацию. В.И.Векслер работал с такой установкой летом этого года во время экспедиции на Эльбрус. При этом оказалось, что на высоте 4200 м над уровнем моря имеются легко поглощаемые и сильно ионизируемые частицы. На уровне же моря число таких частиц заметно меньше, чем на высоте Эльбруса. Число их настолько мало, что эти наблюдения не могут быть согласованы с предположением о наличии в космических лучах интенсивной протонной компоненты. Кроме того, В.И.Векслером были получены указания на вторичный характер этих частиц. На существование таких

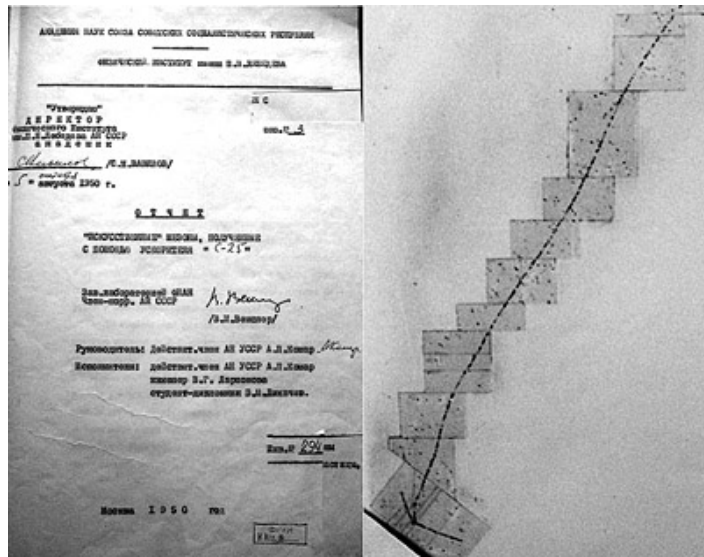
частиц ряд авторов указывал и раньше. Но с такой отчетливостью они были обнаружены впервые. Таким образом, уже первые опыты с пропорциональными газовыми усилителями дали очень ценные результаты. И можно не сомневаться, что дальнейшее применение этой методики позволит достигнуть весьма существенных успехов, как при изучении тяжелых частиц, так и ливней".

Исследования космических лучей были продолжены в экспедиции ФИАН на Памире, начавшейся по поручению советского руководства весной 1944 г. Д.В.Скобельцын в своем обзоре (УФН, 1946 г.) отмечал: "Открытие в ходе Памирской экспедиции электронно-ядерных ливней и выявление ядерно-каскадного процесса позволило вскрыть механизм, представляющий собой начальное звено в цепи космических лучей, развивающихся в атмосфере. Было показано, что электромагнитные каскадные процессы, с которыми до этого связывали сущность широких атмосферных ливней, являются лишь внешним проявлением ядерных взаимодействий, вызываемых частицами высокой энергии, такими как мезоны, протоны, более тяжелые атомы".

Прошли школу Векслера в Памирской экспедиции будущие профессора ЛВЭ К.Д.Толстов, А.Л.Любимов, М.И.Подгорецкий, возглавившие первые научные коллективы на синхрофазотроне. Задачи послевоенного восстановления и обороны страны не располагали к академическим тратам в суровой обстановке 40-х гг. Однако благодаря тому обстоятельству, что невоенный характер этой области был неочевиден на начальном этапе, фундаментальные исследования в этом направлении получили беспрецедентную поддержку в рамках Атомного проекта СССР. Сама же логика исследования требовала лабораторных условий для целенаправленного изучения рождения частиц, выявления их внутренней структуры, поиска неизвестных частиц и античастиц. Эпохальный принцип автофазировки, независимо предложенный В.И.Векслером в 1944 г. и Э.Макмилланом в 1945 г. в США, решал проблему создания ускорителей в космическом масштабе энергии.

В конце 40-х гг. под руководством В.И.Векслера были созданы электронные синхротроны: на 30 МэВ для исследований фотоядерных реакций (С-3, "тройка") и на 250 МэВ (С-25). Диссертация И.В.Чувило, посвященная образованию нейтронов  $\gamma$ -квантами, стала первой на С-3. На С-25 с помощью ядерной эмульсии Ильфорд было открыто рождение  $\omega$ -мезонов  $\gamma$ -квантами. Тем самым было положено начало физике электромагнитных взаимодействий адронов, образно именовавшейся тогда "ядерными свойствами света". Основными направлениями стало изучение образования заряженных и нейтральных мезонов на нуклонах, поляризуемости (деформируемости) нуклонов в комптоновском рассеянии  $\gamma$ -квантов. В целом эксперименты продемонстрировали возможность описания адронной физики на основе квантовой теории поля.

На С-25 начинали работу молодые физики, занявшие впоследствии лидирующие позиции в научных центрах: М.И.Адамович, А.М.Балдин, А.С.Белоусов, Б.Б.Говорков, В.И.Гольданский, А.Н.Горбунов, Ю.М.Адо, С.П.Денисов, Р.М.Лебедев, М.Ф.Лихачев, В.И.Мороз, А.П.Онучин, Л.Н.Струнов, Е.И.Тамм, И.В.Чувило, Л.Н.Штарков. Почти наверняка этот список не полон. Освоение инжекции и ускорения медленных протонов потребовало создания модельного синхротрона МКМ (руководители В.А.Петухов и Л.П.Зиновьев), на котором были ускорены протоны до 160 МэВ. Отмечая этот успех, В.И.Векслер заявил, что синхрофазотрон "на Волге" точно заработает. Позже МКМ был переделан в ускоритель электронов С-60 и служил в ФИАН как источник синхротронного излучения до демонтажа в 2000-х гг.



Титульная страница отчета ФИАН и фотография извилистого следа  $\omega$ -мезона, захваченного ядром эмульсии с образованием двух фрагментов (предоставлено С.П.Харламовым)



Синхротрон МКМ в ФИАН. 2007 г.

В Лаборатории имени Лоуренса в Беркли (США) под руководством Э.Макмиллана создавался слабофокусирующий синхротрон для ускорения протонов до 6 ГэВ. Благодаря разработкам, которые велись в лабораториях под руководством В.И.Векслера и А.Л.Минца, советским ответом американцам стал запуск синхрофазотрона на энергию протонов 10 ГэВ весной 1957 года. Физическое обоснование технического проекта разрабатывалось в 1950 г. группой В.И.Векслера, в составе которой были А.М.Балдин, А.А.Коломенский, А.П.Комар, В.В.Михайлов, М.С.Рабинович. Стоит отметить, что, опираясь на свой опыт исследований, "фиановцы" во главе с М.А.Марковым настаивали на электронном варианте, который и состоялся в 60-х годах под руководством Е.И.Тамма как С-25Р в отделе физики высоких энергий ФИАН в Троицке. В случае синхрофазотрона победила точка зрения физиков, связанных с Лабораторией №2 И.В.Курчатова, выступивших за протонный вариант. Этот выбор определил научную судьбу ЛВЭ спустя 20 лет: возникновение на базе синхрофазотрона релятивистской ядерной физики.

Так стартовала эпоха мирного соревнования в физике микромира. Вскоре она позволила создать наукограды и ускорительные центры в СССР, США и Западной Европе, уже открытые для самого широкого международного сотрудничества. Их можно считать общими вехами прогресса человечества за прошедшие десятилетия. Осенью того же года был запущен первый искусственный спутник - *piccola luna russa* ("маленькая русская Луна"), согласно одному из газетных заголовков за рубежом, как вспоминал А.М.Балдин.

*Продолжение следует*

**Павел ЗАРУБИН,**  
начальник сектора обработки толстослойных эмульсий ЛВЭ