

## ПОЗДРАВЛЯЕМ!

4 июля 2012 года в ЦЕРНе объявлено об открытии бозона Хиггса в экспериментах на Большом адронном коллайдере. Наш институт внес большой вклад в это историческое событие.

## Команда, без которой нам не жить

*Весной этого года лаборатория 3 отметила пятьдесят лет со дня своего образования.*

В 1954 году в Курчатовском институте в Москве была организована лаборатория новых методов ускорения (ЛНМУ), сначала ее возглавлял А. А. Наумов, а потом — А. М. Будкер. Здесь работали такие уже известные физики, как Б. В. Чириков, Б. Г. Ерозолимский, Е. А. Абрамян. Они были лидерами работ, которые велись в лаборатории. Причем, несмотря на то, что сотрудников было мало, работ велось много; они были связаны либо с физикой плазмы, либо с ускорительной тематикой.

**А. Н. Скринский — академик, директор ИЯФ**

### В начале пути

*На юбилейный семинар в конференц-зале института собралась не только вся лаборатория, но и те, кто сейчас работает в других коллективах. С воспоминаниями выступили ветераны лаборатории, были показаны архивные видеозаписи с выступлениями А. М. Будкера и В. А. Сидорова.*

В 1956 году (в США) возникла идея осуществить электрон-электронные эксперименты на встречных пучках, которые были нужны для того, чтобы окончательно разобраться в том, что же означают опыты по электрон-протонному рассеянию, к чему отнести эту неточность зарядов — к электронам или к протонам. Большинство физиков в то время относили это явление к протонам, но это требовало экспериментального подтверждения.

*(Продолжение на стр. 2–3.)*



**А. Н. Скринский — академик, директор ИЯФ**

## В начале пути

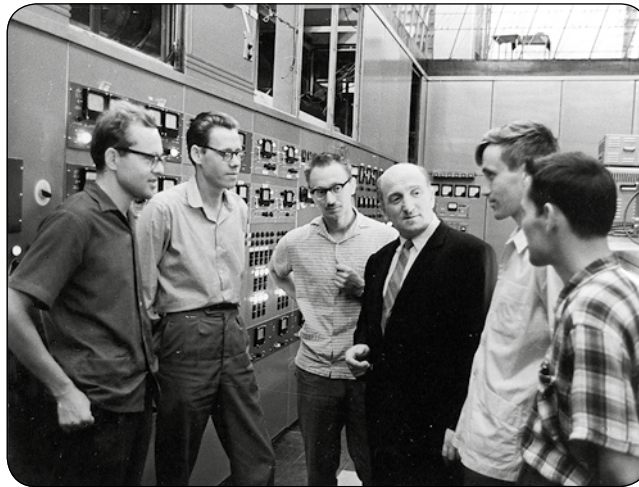
В 1957 году было опубликовано предложение Д. О'Нила (США, Принстонский университет) о практическом проведении экспериментов с встречными электрон-электронными пучками. Это вызвало большой интерес в лабораториях разных стран мира.

В 1957 году А. М. Будкер предложил тоже заняться электрон-электронными встречными пучками.

О том, что существует такая лаборатория в Курчатовском институте и о А. М. Будкере, я впервые услышал примерно за год до этого, во время учебы в Московском университете в конце третьего — начале четвертого курса. В августе 1957 года мы — нас было несколько человек с курса — пришли на собеседование в эту лабораторию. Так я первый раз попал в Курчатовский институт. Никого мы там не знали, но разговаривали «бойко». Целая компания, в ее составе были также Б. Г. Ерозолимский, Б. В. Чириков, проводила с нами собеседование. На какие-то вопросы я отвечал правильно, на какие-то — не очень. В итоге несколько человек, в том числе и меня, приняли на преддипломную практику — на полтора года. До января 1959 года мы должны были заниматься физикой, участвовать в работе лаборатории, написать дипломную работу.

Сначала меня определили в группу Б. В. Чирикова, а непосредственным руководителем был В. И. Волосов, который на год или два раньше закончил учебу в университете. К этому времени с нашего факультета там были также И. Протопопов, Г. Сильвестров, но они еще были студентами.

Вся наша лаборатория занимала помещение старой поликлиники, где было множество маленьких комнат, каких-то полузальчиков, там же было какое-то производство — стояли четыре-пять станков.



*В. А. Сидоров, И. Я. Протопопов, С. Г. Попов, А. М. Будкер, А. Н. Скринский, В. В. Петров.*

Сентябрь и октябрь 1957 года я занимался экспериментами по созданию «виртуального катода» в системе с продольным магнитным полем, в которой хотелось получить очень большие токи, в итоге она должна была служить сильной электронной линзой для пролетающих поперек протонов. Очень много разных интересных, но не удавшихся экспериментов тогда начиналось. Это нормально: малая

доля от того, что задумывается, потом приносит плоды.

И вдруг меня приглашает Андрей Михайлович и предлагает перейти на встречные электрон-электронные пучки. Меня это очень заинтересовало и вдохновило. О встречных пучках заговорили уже в начале 1957 года, но это было в стороне от меня, а тут вдруг приглашают на самую интересную, с моей точки зрения, работу. Этим начали заниматься Б. Г. Ерозолимский, А. А. Наумов, Л. Бондаренко, А. Кадымов, Ю. Глаголев (он потом был руководителем моего диплома). Наша задача состояла в том, чтобы на базе придуманного в ЛНМУ и реализованного бетатрона Б-2 с энергией 2 МэВ создать ускоритель Б2-С, который будет давать 100 МэВ и 100 Ампер. Казалось, что при таких условиях все будет великолепно. Посчитали, какая при этом будет статистика (слова «светимость» тогда не было), сколько будет событий — таких параметров заведомо хватало.

И мы начали заниматься этой работой: нужно было понять, как создать достаточно большое поле, как ускорять. Это же был бетатрон, а там только спиральное накопление и дальше — поднятие магнитного поля и уменьшение орбиты пучка, а нужно было, удерживая на постоянной орбите (43 см — радиус и около 3 метров — длина орбиты), перевести ускоритель в синхротрон-



ный режим. Совсем небольшая машина, диаметром меньше метра, но в ней нужно было получить ток 100 Ампер и 100 МэВ.

В этой работе активное участие принимало много людей. Пучковой и магнитной частью в основном занимались мы, нужно было суметь этот пучок вывести (периметр — 10 наносекунд) так, чтобы передним фронтом не «размазать» его, а потом еще и инжектировать в будущие накопители (2 дорожки!). Это и было самым трудным — впустить и накопить электроны на обеих дорожках. Задача казалась почти невыполнимой, и только такие «странные» люди, как теоретик Будкер, и зеленые студенты вроде меня, могли вкладываться в решение этой задачи с утра до ночи.

Параллельно шло конструирование и изготовление элементов накопителя ВЭП-1. Основные части накопителя были заказаны на Новосибирском турбогенераторном заводе. Когда наиболее крупные части накопителя были сделаны, его перевезли в Москву. А. М. Будкер сумел убедить А. А. Нежевенко, который был директором Турбинки, перейти к нему заместителем по производству. И на первых десяти годах жизни нашего института это было чрезвычайно важно. А. А. Нежевенко — опытный инженер и организатор, был прекрасным руководителем производства.

Нужен был руководитель лаборатории встречных пучков — и это была непростая задача. Как раз в это время, в 1959 году, из Копенгагена вернулся В. А. Сидоров. Там, в лаборатории Н. Бора он проработал год, где ставил очень интересные и важные эксперименты. Будкер встретился с Сидоровым после его возвращения одним из первых, рассказал ему о встречных пучках. Нужно сказать, что к

тому времени уже были предложены и встречные электрон-позитронные пучки. Андрей Михайлович предложил Сидорову заниматься электрон-электронными пучками — тогда планировалось, что в Новосибирске электрон-позитронными пучками будет заниматься Б. Г. Ерозолимский. На что В. А. Сидоров ответил, что хочет заниматься только электрон-позитронными пучками — это действительно интересно и перспективно. А когда же окончательно стало понятно, что Ерозолимский не поедет в Новосибирск, вся тематика была включена в лабораторию встречных пучков, ее руководителем был назначен В. А. Сидоров, и тогда же эта лаборатория (в то время части ЛНМУ назывались не лабораториями, а секторами) получила номер три, который сохраняет и сегодня. Заместителем заведующего лабораторией тогда назначили меня. Это было в октябре 1961 года, а 15 января 1962 года мы с Сидоровым полетели в Новосибирск.

Это было самое начало нашего института, шло большое строительство. У третьего блока (предназначенного для встречных пучков) были только стены и крыша, больше ничего не было — начинать нужно было практически с нуля. Первые два-три месяца мы жили в пристройке к производству.

В это время развертывалась борьба по поводу ВЭП-1 и ВЭПП-2. Те, кто оставался в Москве, настаивали на том, чтобы ВЭП-1 остался там. Похоже, что решающим фактором стало то, что Андрей Михайлович поклялся на ученом совете Курчатова института, что на будущий год в Новосибирске на ВЭП-1 будут получены пучки.

Работа предстояла огромная. В Москве, в бывшей поликлинике Курчатова института



*В. А. Сидоров.*

та, стоял «голый», собранный из «железок», с совершенно неправильными полями ВЭП-1, а в Новосибирске еще ничего не было. Прошло несколько месяцев, перевозкой всего комплекса электрон-электронных пучков руководил Г. И. Димов, и летом всё перевезли сюда. Примерно в сентябре-октябре 1962 года было принято решение о том, что сектор будет разделен на две части. Сектор 3, которым руководил В. А. Сидоров, стал развивать детекторные проблемы встречных пучков, заниматься постановкой экспериментов, а ускорительные дела — ВЭП-1 и ВЭПП-2 — отошли к сектору 14, начальником которого назначили меня, ближайшим помощником был С. Г. Попов. Потом присоединились В. Л. Ауслендер, Г. М. Тумайкин, а ещё раньше — С. И. Мишнев, а дальше — многие другие, постепенно становившиеся ведущими сотрудниками многих секторов.

Все развивалось достаточно интенсивно. ВЭП-1, Б-2С собрали очень быстро и уже в том виде, как это было необходимо. Когда мы начали поднимать магнитное поле в Б-2С, то на одном из промежуточных этапов внутренности установки были испорчены, но, несмотря на это, мы все очень быстро починили и в 1963 году получили первый пучок на верхней дорожке ВЭП-1.



## Итоги конкурса молодых ученых ИЯФа

### ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

1. **Леонид Васильевич Кардапольцев:** «Измерение сечения процесса  $e^+e^- \rightarrow \omega\pi^0 \rightarrow \pi^0\pi^0\gamma$  в области энергии 1,05–2,0 ГэВ на детекторе СНД».

2. **Василий Евгеньевич Шебалин:** «Csl калориметр детектора КМД-3».

2. **Евгений Михайлович Громов:** «Измерение сечения электрон-позитронной аннигиляции в пару протон-антипротон на детекторе КМД-3».

3. **Карина Александровна Мартин:** «Исследование системы аэрогелевых черенковских счетчиков детектора СНД».

3. **Сергей Георгиевич Сальников:** «Исследование

взаимодействия антипротонов с дейтронами при низких энергиях с помощью нейменского потенциала».

3. **Дмитрий Николаевич Шемякин:** «Изучение процесса  $e^+e^- \rightarrow K^+K^-\pi^+\pi^-$  с детектором КМД-3 на коллайдере ВЭПП-2000».

### ФИЗИКА УСКОРИТЕЛЕЙ

1. **Ярослав Владимирович Гетманов:** «Продольная устойчивость ускорителя-рекуператора с двумя ускоряющими структурами».

2. **Александр Юрьевич Власов:** «Система коррекции выпуска пучка для импульсных линейных ускорителей электронов».

2. **Сергей Александрович Глухов:** «Создание программ-

ного кода для моделирования эффекта IBS».

3. **Ваагн Варданович Гамбарян:** «Кикеры для высоко-точных электронных пучков».

3. **Артем Викторович Зорин:** «Быстрое измерение деформации лайнера ёмкостным методом».

3. **Эрика Сергеевна Казанцева:** «Особенности настройки и магнитных измерений квадрупольных линз основного кольца источника СИ NSLS-II».

### СИНХРОТРОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЛСЭ

1. **Артем Викторович Зорин:** «Быстрое измерение деформации лайнера ёмкостным методом».

Фото Н. Купиной





2. **Ярослав Владимирович Гетманов:** «Продольная устойчивость ускорителя-рекуператора с двумя ускоряющими структурами».

3. **Михаил Рудольфович Машковцев:** «Изготовление фильтров для мягкого рентгеновского диапазона».

#### ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

1. **Виктор Викторович Куркуचेков:** «Эксперименты по инъекции длинноимпульсного электронного пучка на установке ГОЛ-3».

1. **Дмитрий Иванович Сковородин:** «Неустойчивость потока плазмы в многопробочной ловушке».

2. **Константин Владимирович Зайцев:** «Магнитные измерения на установке ГДЛ».

3. **Антон Вячеславович Судников:** «Исследование МГД-активности плазмы в установке ГОЛ-3».

3. **Евгений Сергеевич Гришняев:** «Разработка малогабаритного генератора нейтронов».

3. **Екатерина Александровна Пурьга:** «Измерительный комплекс для томсоновского рассеяния на основе регистратора ADC12500».

#### ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА

1. **Светлана Владимировна Иваненко:** «Система регистрации данных диагностики томсоновского рассеяния дивергентной зоны ИТЭР».

2. **Ставро Евгеньевич Гаязов:** «Система распределён-



## Поздравляем!

Ученая степень кандидата физико-математических наук присуждена

### Александру Алексеевичу Листопаду

ной обработки данных детектора КМД-3».

2. **Степан Александрович Анохин:** «Система быстрого анализа данных детектора КМД-3».

#### РАДИОФИЗИКА

1. **Владимир Викторович Орешонок:** «Проект модернизации фазовых измерений ВЧ для форинжектора ВЭПП-5».

2. **Алексей Сергеевич Стюф:** «Новая электроника системы измерения положения пучка в линейном ускорителе инжекционного комплекса».

2. **Роман Владимирович Вахрушев:** «Система управления источника питания дипольных магнитов синхротрона».

3. **Руслан Адипович Кадьров:** «Разработка и создание системы контроля и диагностики бустерного синхротрона NSLS-II».

3. **Глеб Георгиевич Китушин:** «ВЧ генератор для плазменного эмиттера».

3. **Дмитрий Алексеевич Зверев:** «Блок «TIMER»-90MHz для микротрона ЛСЭ».

## Итоги конкурса молодых ученых СЦСТИ

1. **Евгений Петрович Якимчук:** «Изучение структурных особенностей формирования активного компонента каталитических наносистем, содержащих благородные металлы».

2. **Алексей Георгиевич Лемзяков:** «Рентгенолитографический метод формирования глубоких микроструктур с произвольной топологией».

3. **Юлия Юрьевна Чопорова:** «Эллипсометрия и голография с использованием излучения ЛСЭ».

3. **Тимур Николаевич Иргалин:** «Запись и восстановление осевых голограмм в ТГц диапазоне».



## А. П. Онучин — д. ф.-м. н., главный научный сотрудник лаб. 3 Первое поколение детекторов в ИЯФе

Зимой 1957–58 года А. М. Будкер сделал семинар на физфаке МГУ, в конце он рассказал, что организует Институт ядерной физики в Новосибирске, и что там будут проводиться эксперименты на встречных пучках. Я в это время находился на дипломной практике в ФИАНе, в лаборатории П. А. Черенкова. Выступление Будкера меня очень заинтересовало, и я отправился на собеседование. Со мной разговаривали Б. В. Чириков и Б. Г. Ерозолимский. Когда они выяснили, что тема моей дипломной работы — черенковские счетчики, то сказали, что им как раз такие специалисты и нужны. Вопрос о приеме был решен.

1 марта 1959 года я впервые вошел в Институте ядерной физики, который в то время находился на территории современного Института атомной энергии имени Курчатова. На проходной меня встретил Борис Григорьевич Ерозолимский, он рассказал о статусе ВЭП-1. В это время шло изготовление установки в Новосибирске. Система регистрации (так называли тогда детектор) была в производстве на заводе в Москве. Он также рассказал, что у нас очень сильный конкурент в США, поэтому работы на ускорителе идут почти круглые сутки. Тогда же состоялась моя первая встреча с А. М. Будкером и А. А. Наумовым.

Через несколько месяцев произошло важное событие — рождение идеи встречных электрон-позитронных пучков. Я в то время сидел в одной комнате с В. Н. Байером. Однажды Андрей Михайлович показывал И. Я. Померанчуку институт, потом он зашел к нам и с огор-

чением сказал, что Померанчука не заинтересовала идея встречных пучков. На что Байер заметил, что на электрон-электронных пучках можно только электродинамику проверять, а вот если бы электрон-позитронные пучки...

Вот с этого все и началось. Появился проект, который И. В. Курчатов послал на экспертизу трем ведущим физикам страны. Все трое дали отрицательные отзывы. В них говорилось: это фантастика — нет еще встречных электрон-электронных пучков, но идея важная. Однако Курчатов принял решение в поддержку проек-

та. Начались работы по созданию комплекса ВЭПП-2.

А я изучал проект детектора для ВЭП-1. Он состоял из системы черенковских счетчиков. Я написал формулу, по которой можно рассчитать скорость счета событий. Встал вопрос, какой будет ток. Я спросил об этом Бориса Григорьевича, а он отправил меня к Будкеру.

Подумав, Андрей Михайлович сказал, что может быть ток 100 ампер. Я до сих пор храню журнал с этими расчетами.

### ВТОРОЙ ВАРИАНТ ДЕТЕКТОРА

Следующий вопрос, над которым я начал работать, был связан с точностью измерения углового распределения электронов. Система регистрации состояла из пар счетчиков, включенных на совпадение. Поперечный размер счетчиков был равен двум сантиметрам, а место встречи — около трех

сантиметров. Это означало, что поправки будут содержать большие ошибки. Я рассказал об этом Ерозолимскому. Необходимо было с этим разбираться. В этот период в нашей команде появился А. Г. Хабашев. Он был уже кандидатом наук, по возрасту — старше нас и выглядел очень респектабельно в нашей мальчишеской команде. Он сказал, что о встречных пучках ничего не знает и попросил меня ввести его в курс дела. У нас установились очень хорошие отношения, я чувствовал себя с ним на равных. Постепенно мы дошли до проблемы, связанной с размерами счетчиков. Появился такой вариант: у одного счетчика размер 6 см, а у другого — 9 см. Это были черенковские счетчики из оргстекла. Прототип счетчиков мы испытали в лаборатории, где я готовил дипломную работу. Результаты расчетов и испытаний опубликовали. Дали задание конструкторам, и началось изготовление системы. Так появился второй вариант детектора. Эта система была перевезена в Новосибирск.

### ПЕРЕЕЗД В НОВОСИБИРСК

В начале 1961 года общая ситуация складывалась следующим образом. В Новосибирске шла отделка главного здания института и вот-вот должны были появиться квартиры. В Москве ВЭП-1 уже стоял в яме, и началось изготовление ВЭПП-2 в Новосибирске. Было принято решение о том, что Алексей Георгиевич остается в Москве и занимается детектором для ВЭП-1, а я еду в Новосибирск и занимаюсь детектором для ВЭПП-2.



Е. А. Куиниренко.



Е. В. Пахтусова.



В апреле 1961 года на поезде я ехал с семьей в Новосибирск, и там мы услышали сообщение о полете Гагарина в космос. На вокзале нас встретил начальник отдела кадров И. А. Ядров, для работы был подготовлен кабинет в бытовках около мастерской. Вскоре приехал второй детекторщик — Женя Кушниренко. Андрей Михайлович часто наезжал в Новосибирск. В один из таких приездов он сказал, что нашел для меня заведующего лабораторией. Он получил хорошие результаты по спектроскопии нейтронов, работал в институте имени Нильса Бора в Копенгагене, скоро защитит кандидатскую диссертацию — речь шла о Вениамине Александровиче Сидорове. Через несколько месяцев Сидоров приехал, все посмотрел, сказал, что ему здесь нравится... и уехал.

Потом была целая эпопея с перевозом ВЭП-1 в Новосибирск. В это же время сюда переехали А. Н. Скринский, В. А. Сидоров, А. Г. Хабахпашев, В. Н. Баев, В. Целуйкин и многие другие.

### ЛАБОРАТОРИЯ 3

26 апреля 1962 года был издан приказ об организации сектора 3, начальником которого был назначен Сидоров. Вениамин Александрович гордился тем, что его лаборатория никогда не меняла свой номер, и что в ее составе в свое время работал А. Н. Скринский.

Наиболее важное предложение В. А. Сидорова состояло в том, что он считал необходимым использовать искровые камеры в детекторах. Они были предложены в 1959 году и начали входить в эксперименты во многих лабораториях. Вскоре было принято решение о том, что для ВЭПП-2 триггером занимается Хабахпашев, искровыми камерами — Пестов, а для ВЭП-1 триггером занимаюсь я, а искровыми камерами — Кушниренко.

Особо хочу отметить то, что с самого начала Сидоров стремился

к тому, чтобы в лаборатории была мощная радиогруппа. Из Москвы переехали Ю. В. Коршунов и В. Степанов, здесь появились С. Е. Бару, В. И. Фоминых, В. М. Аульченко, Г. А. Савинов и другие. Отмечу также, что В. А. Сидоров прилагал большие усилия для того, чтобы в институте появилась вычислительная машина. Обработку экспериментов с ВЭП-1 и ВЭПП-2 мы делали в вычислительном центре СО РАН. В 1968 году у нас появилась машина Минск-22, на которой мы смогли делать первые эксперименты в режиме онлайн. Надежную работу машины обеспечивал В. М. Попов.

### ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА ВЭП-1

Первые эксперименты по инжекции электронов в ВЭП-1 были сложными. Особенно неожиданным оказался эффект гибели пучков при сведении их в месте встречи. Появился загадочный термин «эффекты встречи». Даже стали высказываться предположения о том, что основные работы на встречных пучках будут посвящены исследованию неустойчивостей, аналогично тому, как это было в термояде. Однако здесь проблемы оказались проще. Измерения показали, что при малых токах пучки не гибнут. Сложная серия экспериментов подтвердила, что можно

иметь токи примерно до 30 мА, когда эффекты встречи еще не работают. Это означало, что светимость будет в миллион раз меньше, чем предполагалось. Однако оценки показали, что и при такой светимости в эксперименте по проверке квантовой электродинамики

можно получить значимый результат. Это заключение прибавило энтузиазма нашей команде.

Нужно было понять, каким образом настраивать положение

пучков по радиусу, по вертикали и по фазе. Необходим был монитор с большой скоростью счета. И тогда родилась идея — поставить счетчики около орбиты (счетчики под малыми углами). У этих счетчиков скорость счета по сравнению с основным детектором была в тысячу раз больше. И вот 19 мая 1964 года зарегистрирована первая светимость! Это был триумфальный этап большой работы. Начались физические эксперименты. Именно тогда впервые наблюдалось двойное тормозное излучение. С помощью этого процесса мы стали с хорошей точностью измерять светимость.

Затем была проверена справедливость квантовой электродинамики. Впервые исследован подробно процесс двойного тормозного излучения. Впервые измерен спектр однократного тормозного излучения. На материале этих экспериментов защитили кандидатские диссертации я и Е. А. Кушниренко.

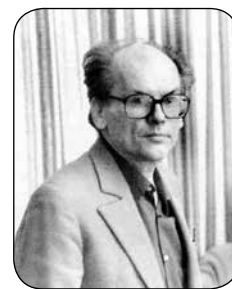
Это был период мирового признания наших работ. В 1967 году А. М. Будкер, А. А. Наумов, В. Панасюк, В. А. Сидоров и А. Н. Скринский были награждены Ленинской премией.

### ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА ВЭПП-2

Детектор на ВЭПП-2 был сложной установкой, предназначенной для идентификации частиц. Снизу и сверху от места встречи стояли координатные, ливневые и пробегные оптические искровые камеры.

В 1967 году на ВЭПП-2 впервые в мире на встречных пучках был проведен эксперимент по исследованию сильных взаимодействий. Измерены параметры  $\rho$ -мезона.

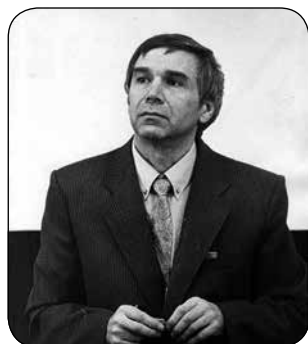
(Окончание на стр. 8).



Ю. Н. Пестов.



А. Г. Хабахпашев.



В. Е. Балакин.



## Первое поколение детекторов в ИЯФе

(Начало на стр. 6–7).

Это был триумф метода встречных позитрон-электронных пучков. На основе экспериментов, выполненных на ВЭП-1 и ВЭПП-2, В. А. Сидоров в 1967 году защитил докторскую диссертацию. В 1968 году он был избран чл.-корреспондентом Академии наук.

Результаты эксперимента по  $\rho$ -мезону составили основу кандидатской диссертации Ю. Н. Пестова.

В 1969 году был проведен эксперимент в области энергии  $\Phi$ -мезона. К этому эксперименту были заметно улучшен ВЭПП-2 и детектор. В 1968 году произошло важное событие — у наших французских коллег в Орсе заработал коллайдер АСО, и они исследовали распад  $\Phi$ -мезона на две моды — пару нейтральных каонов и три пиона. Кроме этих двух процессов наш детектор позволил регистрировать еще распад на пару заряженных каонов. Эту моду французы исследовали в 1969 году. В результате работ двух лабораторий были получены наиболее точные параметры  $\Phi$ -мезона. Результаты исследования  $\Phi$ -мезона легли в основу докторской диссертации А. Г. Хабахпашева.

На ВЭПП-2 после окончания набора статистики для  $\Phi$ -мезона были поставлены свинцовые пластины перед координатными камерами и проведен эксперимент по проверке квантовой электродинамики в процессе аннигиляции в 2  $\gamma$ -кванта. На результатах этого эксперимента В. Е. Балакин защитил кандидатскую диссертацию. При обработке эксперимента по  $\Phi$ -мезона Е. В. Пахтусова и А. Г. Хабахпашев обнаружили события, состоящие из двух электронов с малой энергией. Это вызвало большой интерес. Объяснение этому процессу предложил В. Е. Балакин, указав на ра-

боту Л. Ландау, в которой рассматривался процесс двухфотонного рождения электрон-позитронной пары. Это было первое наблюдение данного процесса. Фактически это явилось началом эры двухфотонной физики на встречных пучках. Материал этого эксперимента стал основой кандидатской диссертации Е. В. Пахтусовой.

В 1970 году был проведен эксперимент при энергии выше  $\Phi$ -мезона. Удалось поднять энергию до 670 МэВ. В этой области энергии еще никто не работал. К данному эксперименту в детекторе оптические искровые камеры были заменены на проволочные искровые камеры, и поставлены водяные че-

ренковские счетчики. Проволочные камеры существенно сократили время от набора статистики до получения результата. Черенковские счетчики позволили разделить пионы и каоны и идентифицировать электроны в событиях двухфотонного рождения электрон-позитронных пар. Замечу, что в этом детекторе впервые на встречных пучках использовались и проволочные камеры, и черенковские счетчики.

Самым важным результатом этого эксперимента было открытие многоадронных событий. Число событий существенно превышало теоретические оценки. Набор статистики закончился в мае, был подготовлен препринт, и в августе 1970 года эти результаты были представлены на Рочестерской конференции в Киеве. Туда поехали В. А. Сидоров и я, с докладом было поручено выступать мне. Важным событием на этой конференции было то, что итальянцы на

установке ADONE тоже обнаружили аналогичные многоадронные события, но при более высокой энергии. Вокруг этих результатов была бурная дискуссия, их природа осталась загадочной.

Обработка эксперимента продолжалась еще два года. В заключительной публикации было сказано, что не существует теории, которая бы объясняла природу многоадронных событий. Лишь позже, когда восторжествовала кварковая модель, стало ясно, что это было одно из первых наблюдений легких кварков.

Кроме открытия многоадронных событий в этом эксперименте был получен еще один неожиданный результат — сечение рождения пар пионов и каонов превышает расчет по модели векторной доминантности. Позже в этой области энергии были открыты тяжелые векторные мезоны. В этом эксперименте были изучены еще два процесса — рождении пар мюонов и двухфотонное рождение электрон-позитронных пар. Результаты эксперимента 1970 года легли в основу кандидатской диссертации Л. М. Курдадзе и моей докторской.

После киевской конференции в ИЯФе было принято два важных решения. Первое — построить коллайдер ВЭПП-2М на ту же энергию, что у ВЭПП-2, но увеличить светимость на два порядка и иметь

два места встречи. Началась разработка коллайдера и детекторов ОЛЯ и КМД. И второе решение — форсировать работы в области более высоких энергий, чем было достигнуто в Италии. Возросла активность работ на ВЭПП-3. Для

этого коллайдера группа В. Е. Балакина начала разрабатывать детектор на основе оптических искровых камер. Наша группа начала разрабатывать большой магнитный детектор МД-1 на основе многопроволочных пропорциональных камер.

В это же время СЛАК (США) принял решение строить коллайдер SPEAR.



Л. М. Курдадзе.



В. Н. Баев.





**Ю. А. Тихонов — д. ф.-м. н.,  
заведующий объединенной лабораторией 3**

## **Все проверяется экспериментом**



Сейчас в составе объединенной лаборатории 3 работает большая команда — 110 сотрудников. Все эти годы лаборатория развивалась, выполнено много очень важных работ, построены новые детекторы, шли и идут эксперименты.

Если говорить о тематике наших работ, то наша основная деятельность — это физика частиц: эксперименты как на установках ИЯФа, так и на электрон-позитронных установках за рубежом, эксперименты в ЦЕРНе. Важная часть на-

торы, двухфазные детекторы частиц для астрофизических приложений и многое другое. И конечно, вся физика частиц не мыслится без ядерной электроники и информационных технологий — это электроника детекторов, системы сбора данных, программное обеспечение. Собственно, вся вычислительная деятельность в ИЯФе началась с нашей лаборатории, а затем преобразовалась в отдел вычислительных систем.

Существенное внимание в нашей лаборатории уделяется

С 1980 по 1985 годы проводились эксперименты на детекторе МД-1. Большой пожар, который произошел в 1985 году, остановил эту деятельность, но, тем не менее, удалось сделать немало. Был набран большой интеграл светимости — около 30 обратных пикобарн.

Детектор МД-1 был грандиозным сооружением — современный для своего времени детектор, с большим количеством каналов, со всеми необходимыми системами. Опубликовано более тридцати результатов в области физики  $Y$ -мезонов, шестнадцать из которых имеют лучшую в мире точность. Был открыт интересный эффект, когда было экспериментально обнаружено, что тормозное излучение имеет существенно меньшее сечение, чем следует из стандартных квантово-динамических расчетов, и было дано объяснение этому явлению. Это довольно неожиданный и красивый эффект.

После пожара ВЭПП-4 был модернизирован в ВЭПП-4М. Несмотря на то, что ВЭПП-4М имеет существенно меньшую светимость, чем современные машины, тем не менее, в этой ситуации нам удавалось — и удастся — делать достаточно интересную и важную физику, что связано с определенными преимуществами, которые мы заложили в детектор КЕДР — это жидкокриптоновая калориметрия, система регистрации



*Празднование рождения  $Y$ -мезонов в Сибири 30 апреля 1982 г.*

шей деятельности — методика регистрации частиц, поскольку это основа для развития экспериментальной физики элементарных частиц. Это направление, где мы традиционно сильны и которое постоянно развиваем: дрейфовые камеры, сцинтилляционная калориметрия, калориметрия на сжиженных благородных газах, черенковские аэрогелиевые счетчики, микроструктурные детек-

прикладным работам — это детекторы для систем безопасности, медицины, исследований на пучках СИ и для некоторых оборонных применений. Важное место занимает преподавательская деятельность в НГУ и НГТУ, ФМШ, а также руководство многочисленными студентами и аспирантами.

За пятьдесят лет в ИЯФе было создано несколько поколений детекторов и коллайдеров.

*(Окончание на стр. 10–11).*



## Все проверяется экспериментом

(Начало на стр. 9).

рассеянных электронов — и все это дает свои плоды.

Детектор КЕДР — это до сих пор современный, достаточно отлаженный детектор, который находится в работе. Мы надеемся, что в последующие три-четыре года еще будут получены хорошие результаты с его использованием. То, что опубликовано на сегодняшний день, это измерение с наилучшей точностью параметров ряда элементарных частиц —  $J/\psi$ ,  $\psi(2S)$ ,  $\psi(3S)$ ,  $D$ -мезонов,  $\tau$ -лептона. Это общепризнанные результаты, вошедшие в таблицы элементарных частиц.

На ВЭПП-4М в 1995–1997 годах на пучке меченых фотонов (установка РОКК) с калориметром на основе жидкого криптона проведен цикл экспериментов по изучению нелинейных процессов квантовой электродинамики — Дельбрюковского рассеяния и расщепления фотона (первое наблюдение). Это очень редкий процесс, и его нужно было выделить из фона, превышавшего эффект в  $10^9$  раз.

Коллайдер ВЭПП-2М — это уже новая история. Он очень продуктивно проработал двадцать пять лет (1975–2000 гг.). Впоследствии на его основе был построен коллайдер ВЭПП-2000, который начал работать с 2009 года.

На ВЭПП-2М работал Нейтральный Детектор (НД), здесь было получено очень много широко известных и признанных результатов в этой области энергий. Детектор СНД успешно работал на ВЭПП-2М, а потом был модернизирован для экспериментов на ВЭПП-2000. Один из важнейших результатов, который

был получен на ВЭПП-2М — это измерение полного сечения аннигиляции электронов и позитронов в адроны. Он часто цитируется и очень важен для понимания того, можно ли обнаружить новые физические явления в прецизионных экспериментах. В частности, в эксперименте по измерению аномального магнитного момента мюона (лаборатория BNL, США) необходимы эти данные, которые служат для расчета адронных поправок. И это сейчас единственный эксперимент, где есть указание на отклонение от Стандартной модели. Этот эксперимент будет продолжен с улучшенной точностью в FERMILAB, что потребует но-

вых, более точных данных по адронным сечениям с установки ВЭПП-2000. Современный детектор СНД уже набирает данные на ВЭПП-2000, команда его значительно обновилась и возглавляется опытными лидерами.

Лаборатория 3 внесла существенный вклад в создание детектора КМД-3, который также работает на ВЭПП-2000. Наша лаборатория обеспечивает работу многих подсистем этого детектора. Физика на ВЭПП-2000 интересная, важная и востребованная, уже появились публикации, сделано несколько докладов на конференциях. ВЭПП-2000 — очень удачная машина с адекватными детекто-

рами и достойной физической программой на ближайшие восемь-десять лет. В частности, измерение форм-факторов барионов — это интереснейшая задача, и как раз энергия ВЭПП-2000 выбиралась, чтобы рождал пары барион-антибарион.

Сейчас ведется серьезная работа над большим проектом С-Тау-фабрики, который во многом может определить будущее института. Уже достаточно глубоко проработана физическая программа, ускорительная и детекторная части, строительная инфраструктура. Прилагаются большие усилия, для того, чтобы правительство начало финансировать этот проект.



Команда детектора КЕДР.



Если говорить об участии ИЯФа в зарубежных проектах, то мы стараемся сохранить баланс между собственными экспериментами и зарубежными. В нашем институте проводятся интересные эксперименты, наши специалисты получают очень хороший профессиональный опыт. У нас достаточно кадров, чтобы проводить собственные эксперименты и достойно участвовать в лучших зарубежных проектах. В частности, в ЦЕРНе (Швейцария) — детекторы ATLAS, LHCb, в КЕК (Япония) — проект BELLE, SLAC (США) — BaBar, Super-B — новая установка, которая строится в Японии и планируется аналогичная в Италии, красивый эксперимент по несохранению лептонного аромата PSI (Германия) — MEG, эксперимент по изменению аномального магнитного момента мюона BNL (США), также мы участвуем в эксперименте в Китае на новой установке — детектор BES-III института ИНЕР (Китай).

Б о л ь ш о й вклад ИЯФа и лаборатории 3 внесен в разработку международного линейного коллайдера ILC, в частности, очень красивого решения по гамма-гамма встречным пучкам. Этим много занимался В. И. Тельнов, красивое предложение, но пока не принято решение о его реализации. Это — будущее физики элементарных частиц.

На установке BaBar (США), в которой очень активно участвовал ИЯФ, непосредственно ияфовской командой был получено ряд важных результатов.

Эта команда также участвует и в экспериментах на детекторах КЕДР и СНД.

В конкурирующем проекте BELLE (Япония) с 1992 года работает другая команда из нашей лаборатории, там был реализован ряд наших предложений, в частности, электромагнитный калориметр на основе кристаллов CsI, и проведено большое количество анализов по физике.

Несколько слов о детекторе ATLAS в ЦЕРНе, который начал работать в 2009 году. Это самый большой в мире детектор. Мы много вложили в разработку этого детектора, в частности, в создание торцевого калориметра на жидком аргоне, в создание магнитного тороида, в систему мюонных камер и многое другое. В настоящее время идет набор данных и их анализ, ведется поиск

2012 году должен быть набран втрое больший, чем в 2010–2011 годах интеграл светимости, и ситуация может проясниться.

В прикладных работах, используя достижения в области физики детекторов, мы разработали детекторы гамма квантов, которые обеспечивают наименьшую дозу облучения, в частности, для медицинских приложений. По нашим разработкам выпускаются флюорографы, которые позволяют получить дозу облучения пациентов в несколько раз меньше, чем у ближайших конкурентов, а также сканеры для систем безопасности в аэропортах и других режимных объектов. Востребованы детекторы для исследований на пучках СИ, наши коллеги используют их в самых различных применениях в биологии, химии и так далее. Это

универсальный детектор ОД-3, который используются во многих приложениях. Детектор DIMEX широко применяется для исследования взрывных процессов.

ИЯФ, и в частности, лаборатория 3, вносит достойный вклад в физику частиц, как собственной программой, так и участием в луч-



*Команда детектора СНД.*

тяжелого нейтрино, наша команда подключилась к анализу распада Хиггсовского бозона в четыре лептона. С нашим участием уже опубликовано около ста работ. Наибольший интерес представляет ответ на вопрос, есть ли бозон Хиггса. Последние результаты дают слабую надежду найти его при массах выше 130 ГэВ. Есть некоторые указания с детекторов ATLAS и CMS, что он имеет массу около 126 ГэВ. В

ших зарубежных экспериментах. В настоящее время у нас три команды физиков высокого класса, работающие на детекторах КЕДР, СНД и КМД. Они знают, как строить детекторы, проводить эксперименты и получать результаты мирового класса.

Экспериментальная программа на ВЭПП-4М и ВЭПП-2000 на ближайшие десять лет достаточно интересная и востребованная.



*ИЯФ спортивный*

## В гостях у томичей

Пятый год подряд в Томске отмечают День Академгородка, в этом году он состоялся 2 июня.

Этот многолюдный праздник проводится весело и с большой выдумкой: здесь и шествие, и бал, и концерт, и конкурсы для детей, и спортивные состязания. Томичи впервые пригласили для участия в этом мероприятии ияфовские команды по футболу и волейболу. Наши спортсмены выступили достойно: волейбольная команда заняла первое место, а футбольная — второе.



Адрес редакции: 630090, Новосибирск,  
просп. Ак. Лаврентьева, 11, к. 423.  
Редактор И. В. Онучина.  
Телефон: 8 (383) 329-49-80  
Эл. почта: [onuchina@inp.nsk.su](mailto:onuchina@inp.nsk.su)

Газета издается  
ученым советом и профкомом  
ИЯФ им. Г. И. Будкера СО РАН  
Печать офсетная.  
Заказ №0612

«Энергия-Импульс»  
выходит один раз  
в месяц.  
Тираж 450 экз.  
Бесплатно.