

## ВСЕ ВВЕРХ И ВВЕРХ ПО КАМЕНИСТЫМ СКЛОНАМ

Лаборатория теоретической физики Объединенного института ядерных исследований была создана в мае 1956 года, спустя два месяца после образования Института. В ее штате тогда числилось несколько человек.

Сейчас это большой коллектив с мощным научным потенциалом, работающий на четырех основных направлениях, говорит директор Лаборатории доктор физико-математических наук **Виктор Васильевич Воронов**. На первом, физике элементарных частиц, ЛТФ плотно сотрудничает с Лабораторией ядерных проблем и Лабораторией физики высоких энергий. На втором, физике атомного ядра, - с Лабораторией ядерных реакций и с Лабораторией нейтронной физики. На третьем, физике конденсированных сред, партнерами теоретиков являются та же Лаборатория нейтронной физики и Лаборатория радиобиологии. Наконец, четвертое направление – современные математические методы - в большей степени касается теоретиков из ЛТФ и других институтов, поясняет ее директор. Все эти направления можно считать наследием Н.Н. Боголюбова. Николай Николаевич, выдающийся ученый, работавший во многих областях физики, и своим ученикам придал многовекторный творческий импульс. Физики-теоретики участвуют во всех значимых для Института исследованиях и во всех играют далеко не последнюю роль.

**- Может быть, именно их и следует считать главными действующими лицами в пространстве ОИЯИ?**

- Нет, я так не считаю, - говорит В.В. Воронов. - Но и экспериментаторов тоже не считаю главными. Теория и эксперимент должны идти и идут в ОИЯИ рука об руку. Теоретики что-то придумывают, предсказывают, то есть наряду с экспериментаторами готовят почву для исследований, а потом истолковывают их результаты. Вообще же, физика наука экспериментальная. Доказательством открытия не может служить никакая, самая логичная и красивая теория, только эксперимент. Недаром же экспериментаторы в шутку говорят: чем дальше от теории, тем ближе к нобелевской премии. В опытах могут обнаружиться совершенно неожиданные вещи, которые не были предсказаны теоретиками. Но без них все-таки не обойтись, и они подключаются позже, на стадии осмысления результатов.

**- Говорят о двух классах, на которые разделяется отряд теоретиков...**

- Да, их две категории. Первые занимаются «чистой» теорией, не связанной с экспериментами других лабораторий ОИЯИ. На вторых лежит святая обязанность поддерживать и сопровождать эксперименты, вырабатывать предсказания и участвовать вместе с экспериментаторами в анализе.

Возьмите эксперименты ЛЯР. Возможность существования сверхтяжелых элементов была предсказана в ЛТФ, доказательство верности прогноза было получено в ЛЯР нашими талантливыми экспериментаторами. Правда, через 40 лет кропотливого труда, но принципиально не важно, сколько на это уйдет лет, пять или пятьдесят... Наша помощь нужна всем лабораториям ОИЯИ. Теоретический анализ сейчас проводится для всех экспериментов. Привлекают в соавторы наших профессоров, чтобы понять, что делать и чего ждать. И насколько мне известно, претензий к нам нет. Точно так же работаем за границей – наука глобализуется все больше и больше.

**- ЛТФ активно участвует в проекте NICA/MPD. Работа над мегапроектом чем-то отличается от работы над другими задачами?**

- Для нас, теоретиков, принципиальных отличий нет. Сначала, как и положено, идея, инициатором которой выступил А.Н. Сисакян, была подробно проработана. Алексей Норайрович предложил посмотреть, насколько осуществим подобный проект, сможет ли он вдохнуть новую жизнь в целое научное направление. Анализ показал – да, может, да, проект осуществим. Для института это было очень важно – поставить перед высококвалифицированным творческим коллективом достойную задачу и решить ее на высшем уровне, это даст возможность ОИЯИ еще раз подтвердить свой класс, авторитет и принадлежность к мировой элите.

**- Результаты исследований на «Нике» дадут теоретикам новый материал для уточнения существующих моделей, послужат для совершенствования теории и, возможно, пересмотра некоторых представлений. Так ведь всегда и бывает, верно? А бывает ли так, что, построив и завершив теорию, физики сразу же начинают искать, как ее опровергнуть? Не это ли происходит сейчас вокруг Стандартной модели?**

- Я бы так не сказал. Стандартная модель создана, но это еще не полная теория элементарных частиц. В ней нет, например, квантовой теории гравитации, и мы не знаем, когда придет тот гений, который ее разработает. Были надежды на развитие суперсимметричной теории, но пока все эксперименты на Большом

адронном коллайдере в ЦЕРН их не оправдывают, поле, где она могла бы разместиться, сужается. Мечта Эйнштейна – создание единой теории взаимодействий – пока не сбывается. Сильное, слабое и электромагнитное взаимодействие в рамках СМ объяснено, но при этом масса нейтрино считалась равной нулю, а она не ноль, это окончательно подтверждено в экспериментах за последние 30 лет. Мы знаем, что она маленькая, а вот какая... Поэтому впереди многочисленные эксперименты в области нейтринной физики, получение новых данных из астрофизических наблюдений. Открытых вопросов много. Ну, например, не решена еще проблема конфайнмента – удержания кварков в нуклонах, хотя объявлена премия в миллион долларов, да и нобелевская премия за ее решение наверняка будет присуждена. Повторю, я бы не стал считать СМ финальным этапом теории. Непонятного еще очень много. Это-то и интересно.

**- Но Стандартную модель, несмотря на имеющиеся пробелы, все-таки называют высшим интеллектуальным достижением человечества в области науки.**

- Ну да, при всех «пробелах» это так. За СМ стоит колоссальный труд поколений теоретиков. В том числе работавших в ОИЯИ. Например, понятие «цвета» в мире элементарных частиц возникло здесь, в Дубне, прежде всего, в работах Н.Н. Боголюбова, Б.В. Струминского и А.Н. Тавхелидзе.

**- «Цвет» надо понимать условно?**

- Конечно. Это некоторая характеристика микромира. Но то, что эта характеристика существует, доказано экспериментально. Если есть «цвет», то отношения сечений определенных реакций при таких-то энергиях таковы, если «цвета» нет, то они имеют другие значения. Откуда появилось понятие «цвета»? Скажем так: оно вытекает из так называемого «принципа Паули». Из требований симметрии... Это все этапы создания Стандартной модели. Как вообще теория кварков, которая возникла в результате попыток классифицировать большую совокупность данных, вводя необычные частицы с дробным зарядом в новые модели. Поначалу это были интеллектуальные упражнения, но потом оказалось, что теоретические модели можно экспериментально проверить. Проверка показала, что кварки не абстракция, а реальность.

**- Планетарная модель атома была наглядна и понятна. Мысль, что микромир устроен так же, как макромир, что атом – аналог Солнечной системы, не вызывала возражений, наоборот, казалась верной и по-своему красивой. А какой физический смысл стоит за «цветом» кварка?**

- Обмен между частицами с помощью других частиц, глюонов, которые обладают некоторыми «цветовыми» характеристиками.

**- Можно ли наглядно представить себе этот процесс?**

- Ну, хорошо, попробуем. Есть нуклоны – протоны и нейтроны, они между собой взаимодействуют посредством обмена мезонами. При описании слабых процессов партнеры обмениваются промежуточными бозонами, а в квантовой электродинамике при электромагнитном взаимодействии идет обмен гамма-квантами. Кварки обмениваются глюонами... Идеология похожая, что при слабых, что при сильных взаимодействиях происходит обмен бозонами.

**- Картина мира в ядерной физике все больше усложняется...**

- Ну естественно!

**- Плодятся новые сущности. До бесконечности? А как же «бритва Оккама»? Затупилась?..**

- Почему «до бесконечности»? «Бритва» работает. Множество элементарных частиц сведено к возможному минимуму. Из этих «кирпичиков» строятся более сложные объекты. Все простые объекты содержатся в Стандартной модели.

**- Скажем, электрон – именно такой объект?**

- В данном представлении – такой. Однако есть объекты, очень похожие на электрон, только с другой массой – лептоны. Существует 3 поколения лептонов, включая электрон. Каждому поколению лептонов соответствует поколение нейтрино... Нейтрино кажутся очень перспективными для дальнейших исследований. Они слабо взаимодействуют с веществом, поэтому несут информацию о том, что происходит в глубинах нашей Вселенной.

**- Может быть, «частицей Бога» справедливо было бы назвать именно нейтрино, а не бозон Хиггса? Не ради пиара, а чтобы подчеркнуть важность нейтринной физики.**

- Пиар, особенно красивый, тоже очень важен в смысле добывания денег на исследования. Но в нейтринной физике пиар оправдан, она действительно очень важна... Еще недавно, каких-то 20 лет назад, после завершения СМ казалось, что все совершенно ясно. Но потом пришло понимание того, что наблюдаемая материя составляет только около пяти процентов массы Вселенной. Темная энергия, темная масса остаются за пределами нашего знания. Попытки создания теоретических моделей, включающих эти феномены, есть, но экспериментальных подтверждений нет. Темная энергия – вообще «вещь в себе».

Что это такое?! И ведь это, извините, 70 процентов наблюдаемой Вселенной. Думаю, мы оставим эту проблему будущим поколениям. Тем-то, повторю, и интересна наука. Построить—то СМ построили, а знаем еще мало.

**- Значит, действительно, «электрон неисчерпаем, как атом»? Напомню, это предположил в одной из своих философских работ Ленин.**

- Сейчас экспериментаторы настроены не то, чтобы на опровержение Стандартной модели, а на поиски отличий от нее, которые называют проявлениями «новой физики». Мне не очень нравится это словосочетание, но, как ни назови, ничего серьезного пока не найдено. Время от времени появляются сообщения об отклонениях, потом их въедливо проверяют и они рассасываются. Исключение – масса нейтрино. То, что она есть, экспериментально доказано. Думаю, следующие 10-20 лет будут посвящены попыткам ее измерить.

**-Скажите. Виктор Васильевич, как можно объяснить обыкновенному человеку, пусть и с университетским образованием, осцилляцию нейтрино? Ведь в окружающем нас мире подобных превращений не наблюдается...**

- Осцилляция – это волновой процесс. В микромире действуют квантовые эффекты, в макромире они не проявляются. Не знаю, как объяснить точнее.

**- Вот почему я и задаю вопросы о физическом смысле математических моделей. Что за ними стоит? Можно ли это понять и вообразить? Хотя бы только понять, потому что считается – человек способен понять даже то, что никак не в состоянии себе представить.**

- Если модель более-менее описывает реальность, хотя всякая модель неизбежно является упрощением, то за ней стоят конкретные, наблюдаемые физические процессы. Это показывает эксперимент. У теоретиков не принято спрашивать, почему их коллега решил задачу именно таким способом, какие логические построения использовал его мозг, какие образы возникали в его воображении. Теоретик рассказывает о полученных результатах, но обычно не говорит, как он к ним пришел.

Теоретики всегда обсуждают свои работы на семинарах. В том числе и для того, чтобы посмотреть на решаемую проблему под другим углом зрения, точнее, глазами коллег, увидеть то, на что раньше сами не обращали внимания. Получается, по сути, мозговой штурм, после которого приходится дополнять, а то и переписывать работу. В науке это очень важно... Наверно, во время таких обсуждений и приходит окончательное понимание. Для профессионалов этого

может быть достаточно, им представлять процесс или явление в образах не обязательно.

**- А, скажем, обсуждают ли теоретики, почему использована та или иная математика?**

- Во многом это дело вкуса. А иногда сразу очевидно, какой аппарат необходим. Математика тоже сильно изменилась, перестала быть чисто прикладной. Когда-то она шла от житейских потребностей, теперь наработала массу изощренных методов, которые могут применяться редко, допустим, раз в несколько лет. У математики есть своя логика развития, которая диктуется не только внешними обстоятельствами. Хотя, конечно, и внешними. Допустим, теоретика нужно истолковать результаты какого-то важного эксперимента, а подходящего метода нет. Значит, начинаются поиски. Ищут физики, ищут математики. Предлагают новое. В конце концов, находят то, что нужно. Оформляется новый метод. Эффективный метод – очень ценная вещь.

В физике многие задачи из разных областей описываются одними и теми же уравнениями. Теоретик, если он владеет несколькими математическими методами, может заниматься разными задачами, поскольку налицо аналогии и похожие теоретические проблемы. Гидродинамика, разные теории колебаний, обыкновенная механика имеют аналогии с ядерной физикой. Ядра могут колебаться как макрообъекты, а могут рассматриваться как какие-нибудь колебательные контуры из радиоустройства...

**- Получается, главное для теоретика – строгая математика? Физик-теоретик – больше математик, нежели физик, а теоретическая физика – больше математика, чем физика?**

- Чтобы решить задачу, часто приходится вводить приближения и упрощения. Однако тут важно не выплеснуть с водой и ребенка. Если вы сохранили главные черты объекта, то получите успешное решение... притом, что с точки зрения строгой математики оно может показаться «грязным». То есть оценочный, качественный метод может дать и прекрасный, и некорректный результат.

Так как же решить, стоит упрощать или не стоит? Иными словами, можно ли физику в данном конкретном случае оставаться физиком или же необходимо превратиться в математика? Однозначного ответа нет. Иногда его диктует логика. Иногда – опыт. Иногда - научный багаж. Иногда надо прислушаться к голосу интуиции.

**- Согласно знаменитому выражению Нильса Бора, теория должна быть достаточно безумной, чтобы быть верной. То есть, чем неожиданнее срабатывает интуиция, тем лучше результат. Это так?**

- Ну, не знаю. Когда работаешь, не стараешься создать что-то безумное. Что получается - то получается. Теоретик исходит из логики развития событий, это задает направление. Если логика и интуиция выводят его на неожиданную идею, которая оказывается верной, то замечательно. Но чаще всего это становится понятно потом.

**- Вы можете привести примеры подсказок интуиции, торжества опыта, диктата логики?**

- Николай Николаевич Боголюбов создавал новые методы, которые стали классическими и применяются во многих областях физики. С моей точки зрения, о высшем достижении для ученого можно говорить тогда, когда его именем называют уравнение, формулу, закон, метод... «Постоянная Планка», «уравнение Шредингера», «законы Ньютона»... Всем все ясно. Никаких ссылок не требуется.

Выделить в исследованиях великих, а также, извините, в собственных или своих коллег решающую роль интуиции, логики, опыта я не могу. Везде имеет место синтез. Интуиция тоже базируется на знаниях, на опыте. Все в работе ученого взаимосвязано... Опыт и основанная на нем интуиция очень нужны при работе со студентами, аспирантами, молодыми научными сотрудниками. Бывает, кто-то из них прибегает к тебе в ужасном возбуждении – получен нетривиальный результат, сенсация! А ты смотришь и не веришь. Опыт говорит: нет, этого не может быть, пересчитай, перепроверь... И точно: через два дня проверок от сенсации не остается и следа.

Таких историй немало, но обобщить – не могу. Творчество не формализуется. Творческие процессы всюду. В живописи, в музыке, в танце, в науке. Просто у каждого творца свои методы. Отсюда так называемые параллельные результаты, полученные независимо разными учеными.

**- Вы упомянули о студентах. Молодежь стремится в теоретики? По каким критериям отбирают тех, кто потенциально может ими стать?**

- Для начала просто берут тех, кто хорошо учится. Отличников. Отличник – это, во-первых, человек способный, во-вторых, умеющий трудиться. А склонность к теоретической работе определяется по тому, любит ли человек решать задачки и вообще сидеть за рабочим столом над листом бумаги. Это же далеко не всем нравится. Будущим экспериментаторам, например, не очень.

Теоретикам кажутся скучными железки экспериментаторов, экспериментаторам – формулы и прочее занудство.

Если же говорить не только о студентах, а обо всем молодом пополнении Лаборатории, то у нас нет с ним проблем. Примерно треть сотрудников моложе 35 лет. Куда хуже обстоит дело с людьми среднего возраста, 40-50 лет. Они должны быть в поре расцвета, но их очень мало. Это следствие периода выживания 90-х годов... Ну, а большой приток молодых отчасти, наверно, объясняется тем, что у нас около 80 профессоров и они охотно преподают в разных вузах – в МГУ, МФТИ, университете «Дубна», в МИФИ. Молодежь приходит, получает образование, кто-то остается в ЛТФ, кто-то уходит. Нормальный процесс. Когда учителя хорошо делают свое дело, умеют показать ученикам, что наукой заниматься интересно, то они остаются.

**- Пополнение приходит из тех же МГУ, МФТИ, МИФИ, короче, оттуда, где как раз и читают ваши профессора?**

- Не только. Россия, к счастью, страна большая. Из Твери, где я долго преподавал, из Новгорода... Вот москвичей среди пополнения практически нет, они уже не едут в «провинциальную Дубну». Кроме россиян, в ЛТФ много выходцев из республик бывшего СССР и стран бывшего социалистического лагеря. Например, один болгарин, имя, конечно, не называю. В свое время, узнав про наши зарплаты, он не поехал в Дубну, устроился в коммерческую структуру, Но через год он мне написал о желании заниматься наукой. Деньги заработать можно, но это скучно. Он приехал в Дубну и успешно защитил кандидатскую диссертацию.

**- Это, наверно, редкий пример и вообще редкий случай. Обычно бывает наоборот.**

- Да, толковые ребята уходят в банки, становятся начальниками отделов, получают хорошие деньги, но для науки они потеряны. Такие же проблемы, кстати, наблюдаются и на Западе. Наука – дело не прибыльное, богатства не скопишь... Поэтому стараемся у себя в Лаборатории молодежь поддерживать. Приплачиваем, когда возможно, студентам, принимаем их на полставки. Пусть лучше у нас занимаются делом, чем подрабатывают в каком-нибудь ларьке, торгуя жвачкой. У нас есть для молодежи именные стипендии, гранты дирекции ОИЯИ.

**- Всех этих мер, по-вашему, достаточно для подготовки хорошей смены?**



- Я говорил, что преподавал в Твери лет 7 или 8. Потом бросил. Почему?.. Очень горько, но за этот срок студент заметно деградировал. Когда я начинал, то видел интерес у трети аудитории, сейчас вижу у одного-двух из 50 человек. Какие тут лекции!.. И я перестал туда ездить – далеко, нагрузка большая, а отдача маленькая. Студент деградирует потому, что деградирует вся система образования, начиная с младших классов школы. И это уже стратегический вопрос. Плохое образование неизбежно тянет за собой шлейф тяжелых последствий.

**- Но ведь на Дубне, на ОИЯИ деградация системы образования пока не сказалась. Или со стороны, вопреки житейской мудрости, видно хуже?**

- Действительно, по моему мнению, ОИЯИ – один из немногих примеров живого института. Причем, мирового уровня. Нас знают, к нам приезжают, нас приглашают к себе. Организуем семинары, конференции, ездим на семинары и конференции по всему миру. Дубна, в научном отношении, благополучна. Чтобы сохранить это благополучие, нужно серьезно работать с молодежью. Поэтому действует программа для молодых ученых со специальными школами, с занятиями в лабораториях. Студенты-дипломники постепенно втягиваются в жизнь ОИЯИ, Мы, старшие, видим, кто из них чего стоит, определяем, кто и насколько заражен наукой, и самых лучших, самых «зараженных» оставляем. Мозги пока у нас есть, главным образом, благодаря талантливости народа и еще сохранившимся остаткам советской системы образования... Но и за границу молодежь посылаем, иногда надолго, например, на год. В русле глобализации. Такой обмен «опытом и кровью» полезен.

**- Складывается впечатление, что образование для ЛТФ – не просто образование, а пятый вектор деятельности.**

- Я действительно отношу образование к важнейшим функциям Лаборатории. Наши теоретики, как я уже говорил, читают много курсов, и не только специальных, но и общеобразовательных курсов по физике в разных университетах, в школах - для молодежи и кандидатов на пополнение ЛТФ. У нас преподают и приглашаемые теоретики, как правило, известные специалисты. Желających приехать к нам из-за рубежа поработать и поучиться хватает. Но порой их отпугивают наши зарплаты.

**- Как ЛТФ со всеми своими достижениями, традициями, школами и материальными трудностями выглядит на мировом фоне?**

- Дубненская школа теоретической физики признана в мире еще со времен СССР. По всем формальным показателям – цитируемости, числу публикаций и прочим – мы, безусловно, находимся на мировом уровне. Так как ЛТФ – большая лаборатория, то охват тем и проблем чрезвычайно широк. У нас можно найти специалиста в любом вопросе. Можно создать творческую группу для решения любой проблемы, объединив в ней знатоков разных направлений. В этом наша уникальность и наша сила.

**- Мне представляется, что это вообще родовые черты ОИЯИ, которые видны во всех его лабораториях.**

- Во многом благодаря своей уникальности Институт устоял после развала социалистического лагеря. Тогда его судьба как международной организации была не вполне ясна – ведь он объединял ученых из стран, резко сменивших политическую ориентацию или даже только что получивших полную самостоятельность. И хотя ушла из ОИЯИ только одна страна, Венгрия, в других странах-участницах все время что-то случается, бюджеты напрягаются до предела, руководителям науки приходится доказывать правительствам, что ОИЯИ им нужен. Подчас доказать не удастся, страна становится должником, и это сильно осложняет вопросы финансирования, например, для ЛТФ, у которой нет прикладных исследований, а участие теоретиков в таких исследованиях на стороне – редкость. У нас, к сожалению, практически нет других источников средств, кроме бюджета Института и небольших грантов из разных фондов, и если бюджет не наполняется, то это создает трудности. Хотя, конечно, эти минусы не перевешивают известных плюсов международного сотрудничества.

У ЛТФ есть серьезные совместные проекты с учеными из Чехии, Польши, Германии. Программы по теоретической физике утверждаются полномочными представителями. Они решают, сколько нам выделить денег. Управлять таким огромным хозяйством как ОИЯИ нелегко, проблем много, в том числе социальных, которые сейчас решаются с гораздо большим трудом, чем в советские годы. Несмотря на все это, ОИЯИ является хорошим примером международной организации, работающей в России и выдающей результаты мирового уровня.

**- О результатах в области теоретической физики известно далеко не всем, такая уж у вас, теоретиков, судьба. Пожалуйста, напомните о том, чем стоит гордиться.**

- За время существования Лаборатории было получено много замечательных результатов, и обо всех не расскажешь. Я уже упоминал работу Н.Н. Боголюбова с соавторами о введении цвета в кварковую модель, его работы по теории сверхпроводимости, по ренорм-группе с Д.В. Ширковым, по дисперсионным соотношениям и квантовой теории поля совместно с А.А. Логуновым, А.Н. Тавхелидзе и Д.В. Ширковым. В ЛТФ В.А. Матвеевым, Р.М. Мурадяном и А.Н. Тавхелидзе были сформулированы правила кваркового счета. В.Г. Кадышевский вывел “уравнение Кадышевского”.

Оригинальные методы в квантовой хромодинамике были созданы А.В. Ефремовым. Еще можно вспомнить «правило сумм» С.Б. Герасимова.

В.Г. Соловьев, ученик Н.Н. Боголюбова, развил идею сверхтекучести в ядрах и теперь роль парных корреляций в атомных ядрах обще признана.

Модель взаимодействующих бозонов для описания коллективных возбуждений в ядрах была создана Р.В. Джолосом.

Всемирную известность получили работы по суперсимметрии В.И. Огиевского.

В.К. Мельников, выпускник мехмата МГУ, занимавшийся нелинейными уравнениями, разработал «метод Мельникова», применяемый во многих областях науки и техники.

Все эти ученые – из поколения моих учителей. Про поколение моих ровесников и более молодое поколение мне говорить нелегко, их труды еще не отдалились на нужное расстояние, не отлежались, не отстоялись. Хотя... Можно привести пример “спецфункций” В.П. Спиридонова. Они относятся к математической физике, фактически, к нетривиальной профессиональной математике. Он открыл класс новых функций, это признано, они применяются, уже есть результаты. Но, повторю, время окончательных оценок еще не пришло. В науке всегда есть непокоренные вершины. И есть люди, что «не страшась усталости, карабкаются вверх по каменистым склонам». Это интересно!

Беседовал Евгений Панов