

# Экскурсия

Балдин Е.М.

7 ноября 2005 г.

## Введение

Этот текст был специально написан для всероссийского конкурса статей «Физика как технологическая и мировоззренческая основа современной цивилизации» или «Высокие технологии: истоки, сегодняшний день, перспективы».

Ниже представлен аутентичный текст, направленный на конкурс. Если же Вас заинтриговала экскурсия, то в послесловии описано как можно в ней поучаствовать.

Я благодарен всем, кто прочитал и сделал ценные замечания по статье перед отправкой на конкурс: Константину Лотову<sup>1</sup>, Онучиной Ирине Валентиновне<sup>2</sup> и Ольге<sup>3</sup> из Петропавловска-Камчатского.

Этот текст распространяется под лицензией GNU FDL<sup>4</sup>.

## Экскурсия

Стою на проходной. Жду.

Объявились позавчера, сказали, что хотят. Это уже известная нам 86-ая школа из города — там хороший преподаватель физики. Когда по телефону разговаривал, она сказала, что будет около пятнадцати человек — все желающие из старших классов. Идут — мама дорогая! — двадцать человек, причём девушек больше половины. Когда проходят через пропускной пункт, интересуюсь: «Почему людей больше?» Отвечают: «Очень хотели». Ладно, двадцать человек ещё можно выдержать, — на

---

<sup>1</sup>Прообраз лектора.

<sup>2</sup>Редактор газеты «Энергия-импульс».

<sup>3</sup>Будущая журналистка.

<sup>4</sup>Подробности на сайте <http://www.gnu.org/licenses/fdl.html>

две группы разбивать не будем. Хотя, почему так много девушек приходит на экскурсию, в то время как на физическом факультете НГУ (Новосибирский Государственный Университет) их всего десять процентов? Загадка природы.

Провожу в конференц-зал. Лектор уже подготовился. Все устраиваются — я тоже остаюсь. Послушаю, что этот Лектор подготовил для рассказа. Сегодня это ускорители, детекторы и плазма.

Гаснет свет, на экране картинка с изображением фасада института.

*«Здравствуйте, Вы находитесь в главном конференц-зале Института ядерной физики Сибирского отделения Российской академии наук им. Будкера, или попросту ИЯФ. ИЯФ — институт уникальный. Это — самый большой академический институт в стране».*

Я слышал это введение уже не раз. Институт, в котором я работаю, действительно носит это название, но ядерной физики как таковой здесь нет. Название ему дали в то время, когда наука, которой здесь собиралась заниматься первая команда под предводительством Герш Ицковича Будкера (или иначе Андрея Михайловича), фактически только зарождалась. Это физика элементарных частиц или по простому ФЭЧ.

*«Самое удивительное открытие прошлого века состоит в том, что ядра атома состоят из нуклонов — нейтронов и протонов, а те в свою очередь — из кварков. Вместе с электронами кварки составляют основу мира, являются теми элементарными кирпичиками, из которых, по нынешним представлениям, состоит вещество».*

Подумать только! Всё что мы видим, состоит всего из трёх «кирпичиков» (электрон, и два кварка: верхний и нижний). Химия много столетий пыталась разобраться с миром, в основе которого такая простота. Эти и все остальные, как минимум девять (мюон, тау лептон, три вида нейтрино и оставшиеся четыре кварка без учёта античастиц и переносчиков взаимодействия) элементарных «кирпичика» являются основной целью исследования ФЭЧ. Чтобы понять, как они ведут себя, приходится делать детекторы элементарных частиц, которые умеют считать каждый фотон, вылетевший из экспериментальной области. Электроника должна быть доведена до совершенства, чтобы измерять временные интервалы в сотни пикосекунд. Сложная задача заставляет искать принципиально новые способы взаимодействия с реальным миром. С поиском приходит опыт.

Немного фантазии, чуть-чуть терпения и получается малодозная цифровая рентгенографическая установка — МЦРУ, которая за несколько секунд позволяет осуществить полное сканирование человека (у меня дома есть электронный снимок моего черепа). Так как мы умеем считать каждый фотон, то полученная за сеанс доза уменьшается по сравнению со

стандартной флюорографией почти на два порядка, то есть в сто раз. Если чуть усилить дозу, то можно просвечивать автомобили.

А сейчас основные усилия команды разработчиков направлены на то, чтобы пробиться на мировой рынок установок для досмотра в аэропортах. У этой установки много преимуществ: доза меньше чем та, что получается при полёте (на той высоте, где летают пассажирские самолёты, защита атмосферы ослабевает, и за длительный перелёт пассажир получает годовую дозу облучения — это немного, но всё равно — чем меньше, тем лучше), не надо раздеваться — зашёл в кабинку и всё видно на экране, даже то, что попытался спрятать в желудке (высокая контрастность полученного изображения следствие того, что ловится каждый рентгеновский фотон). Подобные установки нельзя сделать с нуля. Необходим опыт, который набирается при попытке решить почти невозможную задачу без оглядки на имеющиеся ресурсы. Нельзя сказать, что именно потом пригодится.

*«Исследовать частицы сложно. Их нельзя пощупать руками или пинцетом (они меньше атомов), их нельзя увидеть ни в какой микроскоп, их нельзя долго хранить: они гибнут или улетают. Поэтому делают так: разгоняют стабильные частицы (электроны, протоны или позитроны) почти до скорости света, сталкивают их и смотрят, что рождается и как оно себя ведёт. Для получения и разгона электронов и позитронов применяют устройства, называемые ускорителями».*

Младший брат ускорителя — это обычный телевизор. Там разгоняют пучок электронов и высаживают на экран. В результате мы видим светящуюся точку того или иного цвета в зависимости от того, куда попал пучок электронов. Но в ускорителе энергия пучков на шесть — а в самых больших на девять — порядков больше (в миллион и в миллиард раз, соответственно). Зачем такие энергии нужны в народном хозяйстве, на первый взгляд, непонятно. Действительно, очень большие ускорители — это очень дорогие инструменты, но создание таких машин позволяет отработать технологию и теорию до совершенства. Размеры пучков в машине меньше иголки. В нашем, далеко не самом большом в мире, ускорителе ВЭПП-4М они должны преодолеть около четырёхсот метров и столкнуться лоб в лоб. Две «иголки» сталкиваются друг с другом с частотой миллион раз в секунду. Скорость этих «иголок» отличается от скорости света на несколько десятитысячных долей процента. За время жизни эти «иголки» покрывают расстояния от Солнца до Плутона.

То, что мы умеем создавать подобную технику, даёт возможность нашему институту участвовать в создании для зарубежных научных объединений действительно больших машин — первоклассных инструментов необходимых для познания устройства мира. Для будущей установки

ЛНС, которая строится на границе Швейцарии и Франции в CERN (это главный европейский центр по исследованию элементарных частиц) было поставлено несколько сот магнитов и сверхпроводящих шин. За эту продукцию ИЯФ получил знак «Золотой адрон». Но и более мелкие промышленные ускорители имеют хоть и узкий, но устойчивый спрос. Хотя в последнее время возникла очень жёсткая конкуренция со стороны, например, Японии, где государство выделяет на развитие ускорительных технологий колоссальные ресурсы. Но пока мы держимся и создаём ускорители для обеззараживания отходов производства, протонной терапии рака, даже для обработки зерна в порту (это намного лучше, чем травить зерно фосгеном).

*«Третье большое направление, которое давно развивается в нашем институте — физика плазмы».*

Лектор — «плазмист». Поэтому эта тема рассматривается наиболее подробно. Сам факт, что более 90% видимого вещества во вселенной является плазмой, заставляет изучить это четвёртое состояние вещества (в этом состоянии атомы разваливаются на отдельные электроны и ядра) со всей тщательностью.

Одна из основных целей изучения плазмы — это термоядерная энергетика. В этом году было принято решение о строительстве во Франции первого в мире термоядерного реактора ИТЭР. Те установки, которые стоят у нас, не могут производить энергию. Когда во время экскурсии кто-то спрашивает молодых сотрудников ИЯФ, работающих на плазменных установках: «Что надо сделать, чтобы получить здесь термоядерную энергию?» — они мнутя и говорят: «Вот если бы длина установки была два километра, вот тогда?». А сейчас у нас длина установки всего пятнадцать метров. Может быть, это и к лучшему — это не производство, это действительно научная установка.

*«Под воздействием плазмы вещества могут приобретать сверхпрочность, сверхтвёрдость, сверхнадёжность. Все современные процессоры делаются с использованием плазменных технологий. Плазменной струей можно резать толстый металл или ускорять космический корабль».*

Существуют реальные проекты, но чтобы осуществить их, необходимо изучить «норов» плазмы. Физика плазмы — это наука о неустойчивостях. Кстати, плазменные установки во время экскурсий пользуются особой популярностью: они достаточно большие, хотя и меньше чем ускорители, зато полностью на виду и очень разнообразные по форме.

На основе плазменной установки ГДЛ ведутся работы по созданию сверхмощного нейтронного источника. Этот источник можно использовать, например, как компонент безопасного ядерного реактора. Если что-

то пошло не так (в зоне реактора началась неуправляемая ядерная реакция), то достаточно выключить источник избыточных нейтронов (выдернуть вилку из розетки), и всё само по себе затухнет (нет избыточных нейтронов — нет ядерной реакции). Естественно, надо проверять и отрабатывать эту методику.

*«Фундаментальная наука добывает знания для человечества. Зачем конкретно пригодятся добываемые сейчас знания, пока не знает никто. Однако все достижения современной цивилизации стали возможными благодаря фундаментальным исследованиям 50-100-летней давности».*

Существует миф о том, что фундаментальная наука в России не нужна, что мы проживём на газе и нефти. Глупо так думать. Во первых, для обслуживания нефтяной и газовой промышленности нужно всего полмиллиона человек, а остальным с этого ничего не перепадает и не перепадёт. Во вторых, это ненадолго. Во время первого крупного падения цен на нефть развалился Советский Союз. Следующего падения цен при подобном поведении нам не пережить. А чтобы быть развитой технологической страной необходимы места, где готовятся квалифицированные кадры. Эти кадры куёт фундаментальная наука, и только она даёт новые идеи. Никакой коммерческой конторе, за исключением очень крупных фирм (их число в мире не превышает число пальцев на одной руке), в голову не придёт тратиться на исследования и обучение людей — это просто не выгодно, дешевле купить. Но что делать, если покупать будет негде?

*«А теперь сидите тихо и слушайте внимательно, потому что я скажу самое важное. ИЯФ — не музей, и он не рассчитан на приём экскурсантов. Здесь можно и ногу сломать, и 5 тысяч вольт схватить, и в какое-нибудь гадкое вещество залезть. Поэтому во время экскурсии нужно чётко соблюдать технику безопасности».*

Всё. Лекция окончилась. Теперь я получаю этих ребят в своё полное распоряжение. Их надо отвести на мою установку и показать в реальности то, что они уже видели на экране. При этом меня будут спрашивать про крыс-мутантов, а я буду говорить, что «их здесь не водится». Девушки на высоких каблуках обеспечили себе моё пристальное внимание: лестницы к некоторым из установок явно не предназначены для подобной обуви. Безопасность во время экскурсии — это самое главное.

Случается, что некоторые ребята задают действительно любопытные вопросы — это наши кадры. Ради них мы всё это и устраиваем.

Кстати, сегодня ничего не было сказано про синхротронное излучение. Вот пример того, что не знаешь: где найдёшь, а где потеряешь. Синхротронное излучение это то, с чем постоянно борются специалисты-ускорительщики, так как оно уносит часть энергии, которую с та-

ким трудом только что закачали в пучок элементарных частиц. А для специалистов-синхротронщиков это — фактически хлеб насущный (временами и с маслом). Кого среди синхротронщиков только нет. Взрывники исследуют развитие взрыва: снимают кино взрыва, где длительность кадра одна миллионная доля секунды. Биологи облучают что-то, а затем радуются как дети, говорят, рак пытались выявить по структуре волос. Даже лимнологи есть (лимнология — озероведение), которые исследуют пласты ила со дна Байкала (очень красивая работа — позволяет заглянуть в прошлое, и понять каков тогда был климат). Говорят, в своё время привозили облучать кабель для правительственной связи — срок службы увеличился примерно в два раза из-за появления дополнительных водородных связей в полимерах (говорят, и плёнка для парников после облучения служит четыре года вместо двух).

А также сегодня пропустили и лазер на свободных электронах (центр фотохимии). Существуют проекты для коммерческих версии этого прибора (с помощью него можно, например, создавать новые типы тканей). У нас пока запущена только первая очередь.

Ну да ладно. Пора за работу.

## Послесловие

В начале экскурсии были «дикие». Учёный секретарь «отлавливал» меня<sup>5</sup> и давал задание на «окучивание» очередной группы. Так продолжалось долгие годы. Но настало время, когда стало понятно, что на одном человеке и на его дружеских отношениях с сотрудниками установок при возрастающем объёме экскурсантов это не продержится. Пришло время создать структуру. С дирекцией института договорились об оплате труда добровольных экскурсоводов и бросили клич. С одной стороны рассказать о том, что делает твоя установка это не сложно, но с другой стороны работа со школьниками требует определённых навыков. На текущий момент в институте есть около трёх десятков молодых людей, которые могут провести экскурсию. Есть девять крупных установок, куда можно привести группу школьников. За год через нас проходит около тысячи старшеклассников.

Мы рады всем желающим придти в наш институт на экскурсию. Но Вы должны придти сюда добровольно, осознавая куда идёте. Мы надеемся, что среди экскурсантов, окажутся те, кто в будущем будут водить школьников уже по *своим* установкам.

---

<sup>5</sup>До меня роль жертвы «играл» Андрей Соколов — вероятно, самый первый экскурсовод в ИЯФ.

Для того чтобы договориться об устройстве экскурсии необходимо связаться с координатором: *Шошиным Андреем Алексеевичем* по рабочему телефону в *Новосибирске 339-40-65* или по электронной почте *shoshin@inp.nsk.su* и договориться об экскурсии.

Организация экскурсии это не простое дело, поэтому желательно позвонить координатору как минимум за неделю до планируемого мероприятия. Если по какой-то причине у вас не получается связаться Андреем Алексеевичем, то можно попробовать связаться с помощником координатора: *Роговским Юрием Анатольевичем* по рабочему телефону *339-48-23*, или по электронной почте *Yu.A.Rogovsky@inp.nsk.su*.

Оптимальный размер группы: десять–пятнадцать человек и учитель физики. Экскурсии в ИЯФ бесплатны — вам нужно только добраться до института. ИЯФ им. Будкера расположен в Новосибирском Академгородке на проспекте академика Лаврентьева 11. Сайт института находится по адресу <http://www.inp.nsk.su/>.